



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Diseño y Construcción del Sitio de Telecomunicaciones de Alestra "Mini pop Nuevo León" en la Ciudad de México**

**TESIS PROFESIONAL**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE **INGENIERO CIVIL**  
PRESENTAN:  
**MANUEL PEÑA OSUNA**  
**JORGE HERNÁNDEZ SUÁREZ**



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

DIRECTOR DE TESIS: ING OSCAR E. MARTÍNEZ JURADO



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
DIRECCIÓN GENERAL DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
FING/DCTG/SEAC/UTIT/ 087/02

Señores  
**JORGE HERNÁNDEZ SUÁREZ**  
**MANUEL PEÑA OSUNA**  
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. **OSCAR E. MARTÍNEZ JURADO**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrollen ustedes como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

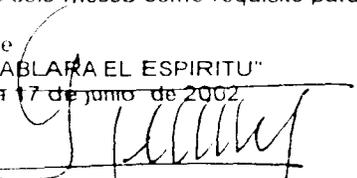
**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SITIO DE TELECOMUNICACIONES DE ALESTRA "MINI POP  
NUEVO LEON" EN LA CIUDAD DE MEXICO**

- INTRODUCCION
- I. GENERALIDADES
- II. TORRES DE TELECOMUNICACIÓN
- III. SHLETTERS DE TELECOMUNICACIÓN
- IV. ESPECIFICACIONES Y NORMAS DE DISEÑO
- V. DISEÑO Y COSTO DEL PROYECTO
- VI. TRAMITES Y PERMISOS
- VII. CONSTRUCCION DEL SITIO
- VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- BIBLIOGRAFIA
- ANEXOS

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria a 17 de junio de 2002  
EL DIRECTOR

  
M. C. GERARDO FERRANDO BRAVO  
GFB/GMP/mstg

## **AGRADECIMIENTOS**

---

A mis Padres. a mi esposa MORI y a mis hijos MANUEL y POUPE

Manuel

---

A mis padres AMELIA y TIBURCIO. a mi esposa GRACIELA, a mi hija BRENDA  
A mis hermanos SERGIO. DORA. MARTHA. ANGÉLICA, IRMA y RAUL  
A mis Cuñadas y Cuñados. especialmente a JAVIER por su valioso apoyo

Jorge

---

Nuestro más sincero agradecimiento al programa de Apoyo a la Titulación de la División de Educación Continua, al Ing. Carlos Sánchez coordinador del Programa y de manera muy especial al Ing. Oscar E. Martínez J. por la excelente dirección y asesoría en el tema desarrollado.

Manuel Peña O. y Jorge Hernández S.

---

## ÍNDICE

<b>Objetivos</b> .....	<b>5</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>9</b>
<b>Capítulo 1 Generalidades</b> .....	<b>13</b>
1.1 La obra civil en las telecomunicaciones .....	13
1.2 Descripción de una radiobase de telecomunicaciones.....	15
1.3 Alternativas de solución en las zonas urbanas .....	20
<b>Capítulo 2 Torres de telecomunicación</b> .....	<b>27</b>
2.1 Torre arriostrada.....	29
2.2 Torre autosoportada.....	31
2.3 Torre monopolar.....	33
2.4 Torre tipo mástil.....	35
2.5 Accesorios estructurales de las torres.....	36
<b>Capítulo 3 Shelters de telecomunicación</b> .....	<b>49</b>
3.1 Shelter multipanel.....	49
3.2 Shelter estructural.....	53
3.3 Shelter blindado.....	56
3.4 Accesorios del shelter.....	60
<b>Capítulo 4 Especificaciones y normas de diseño</b> .....	<b>69</b>
4.1 Especificaciones para la realización de estudio de mecánica de suelos.....	69
4.2 Normas y criterios para el análisis y diseño de torres.....	80
4.3 Normas para diseño y construcción de estructuras de concreto.....	96
4.4 Normas para diseño y construcción de estructuras de acero.....	107
<b>Capítulo 5 Diseño y costo del proyecto</b> .....	<b>119</b>
5.1 Alcances del proyecto.....	119
5.2 Estudio estructural del edificio.....	121
5.3 Análisis de cargas actuantes sobre la torre.....	125

5.4	Análisis y diseño estructural de la torre.....	136
5.5	Análisis y diseño de la estructura donde se apoya el shelter.....	144
5.6	Costo del proyecto ejecutivo.....	148
<b>Capítulo 6</b>	<b>Trámites y permisos</b> .....	<b>153</b>
6.1	Alineamiento y número oficial.....	153
6.2	Licencia y uso de suelo.....	155
6.3	Licencia de construcción.....	156
6.4	Contrato de Luz y Fuerza.....	160
<b>Capítulo 7</b>	<b>Construcción del sitio</b> .....	<b>165</b>
7.1	Proceso administrativo.....	165
7.2	Procesos de protección y seguridad.....	177
7.3	Cimentación del shelter .....	180
7.4	Plataforma metálica del shelter .....	186
7.5	Ensamble del shelter.....	193
7.6	Cimentación de la torre.....	196
7.7	Instalación de la torre.....	201
7.8	Instalaciones eléctricas.....	206
<b>Conclusiones y Recomendaciones</b> .....		<b>219</b>
<b>Bibliografía</b> .....		<b>223</b>
<b>Anexo A</b>	<b>Planos de shelter y torre</b> .....	<b>225</b>
<b>Anexo B</b>	<b>Formatos de trámites y permisos</b> .....	<b>261</b>
<b>Anexo C</b>	<b>Números generadores</b> .....	<b>281</b>

# Objetivos



## **OBJETIVOS**

Conocer la metodología para la elaboración del Proyecto Ejecutivo y construcción de un Sitio de Telecomunicaciones.

Aunque la metodología propuesta es aplicable a sitios en general, el trabajo desarrollado en esta tesis se refiere a uno en específico, a un sitio construido en la azotea de un edificio, en una zona comercial, densamente poblada, con todas las limitantes que esto implica y en donde la reglamentación es de una cierta particularidad y que, a nuestro juicio, aportaría más a este interesante tema. Aportación que pasa a ser el objetivo principal del presente trabajo.



# Introducción



## **INTRODUCCIÓN**

Para solucionar el problema del intercambio de información, el hombre ha inventado diferentes formas de hacerlo, desde la comunicación con señas hasta la comunicación a distancia por medio de sofisticados dispositivos tecnológicos. Los avances logrados en el área de las telecomunicaciones han permitido que el hombre se desempeñe de una manera mas eficiente, y es esta eficiencia lo que en gran medida, ha motivado a empresas nuevas que día a día exijan mayores retos a quienes lo desarrollan. De esta forma, se ha llegado a alternativas de gran impacto a través del tiempo como es la comunicacion con fibra optica, la telecomunicacion via microondas, via satelites, etc.

Las tecnologías suelen atravesar ciclos de promesa, desilusión, rechazo y renacimiento, es por eso que hoy en día se están tomando acciones concretas en el area de telecomunicaciones en respuesta a la oferta y la demanda, gracias a esto ha surgido la telefonía celular, una nueva corriente tecnológica como opción para incrementar la densidad de las telecomunicaciones más rápidamente y con un mejor servicio

Las redes o celulas de comunicacion aumentan constantemente en extensión y complejidad por la cantidad de usuarios que día a día se suman a la demanda de este servicio. Por ello, las empresas dedicadas a esta actividad demandan estandares de calidad, confiabilidad y seguridad mas altos en la construcción de la infraestructura de la comunicacion, responsabilidad que asume el Ingeniero Civil.

Para hacer frente a las demandas mencionadas, los responsables de la obra civil requieren de una constante actualización, estar pendientes del surgimiento de nuevas tecnologías y adoptarlas, conocer y utilizar las herramientas desarrolladas en áreas afines, esto es, mantenerse siempre a la vanguardia y adaptarse a la dinámica del cambio.

Una de las areas en donde la Obra Civil ha contribuido más significativamente en el campo de las telecomunicaciones es el enfoque del contenido de esta tesis, y en específico con el diseño y construcción de un Sitio o Radiobase, que es como se denomina a una estación repetidora de comunicación celular. Para la exposicion del tema, el trabajo se desglosa en siete capitulos y al final una sección de conclusiones y recomendaciones.

En el Capítulo 1 se aborda el tema con una serie de generalidades acerca del trabajo desarrollado, describiendo la influencia de la obra civil en las telecomunicaciones y la problemática encontrada en las zonas urbanas.

En los capítulos 2 y 3 se definen y se describen los elementos principales que constituyen un Sitio, como son las Torres de Telecomunicación y los Shelters o Contenedores respectivamente, con todos los elementos y accesorios de que se componen.

En el capítulo 4 se exponen las Especificaciones y Normas de Diseño mínimas requeridas para una obra similar a la propuesta y que serán de gran ayuda para lograr el objetivo buscado, que es la construcción de un Sitio con calidad, eficiencia y economía.

El capítulo 5 se refiere al Diseño y Costo de un proyecto en particular, el Sitio de Telecomunicaciones de Alestra "Minipop Nuevo León" en la Ciudad de México. Los datos y documentación obtenidos han sido autorizados para incluirse en este trabajo para fines didácticos y por supuesto se otorga todo el crédito a la empresa contratista "Telemática y Procesos S.A. de C.V." y a la parte contratante "Alestra Servicios de Telecomunicaciones AT&T".

En el capítulo 6 es donde se mencionan los Trámites y Permisos que por reglamento se deben de solicitar y obtener antes de empezar la ejecución propia de la obra. Toda la información y documentación mostrada aplica para el Distrito Federal, debiendo ser muy similares en las demás entidades de la República Mexicana o con mínimas variantes.

El capítulo 7 se enfoca al proceso constructivo y a la descripción de los trabajos planteados en el diseño del proyecto. Además se incluye un Programa de Obra (diagrama de Gantt) con los tiempos estimados de inicio y duración de las tareas en un orden establecido.

Se termina la exposición con una serie de conclusiones y recomendaciones todas referentes al trabajo presentado, así como la bibliografía utilizada. Al final del documento se incorporan los Anexos A, B y C que contienen: los planos estructurales del proyecto alusivos al capítulo 5, los formatos para solicitar los permisos de construcción referidos en el capítulo 6 y los números generadores, respectivamente.

# Capítulo 1

## Generalidades



## **1. GENERALIDADES**

En la sociedad actual, con las tendencias de globalizar la inversión, el comercio y la industria a nivel mundial, la información ha pasado a ser uno de los activos más valiosos de las empresas. Información de negocios, seguridad pública, datos de mercado, listas de precios, proveedores y clientes, información médica, historiales criminales, y otros importantes hechos necesitan ser transmitidos con absoluta seguridad y confidencialidad diariamente. Siendo estos dos elementos, seguridad y confidencialidad, críticos para la información que se transmite.

El mercado de la telefonía celular, conciente de esa necesidad, incrementa la implantación de redes avanzadas, precios competitivos, eficiente servicio al cliente y sofisticadas técnicas de venta y distribución, ofreciendo más y mejores servicios como son el correo de voz, capacidad de cobertura nacional e internacional, radio localización, etc., logrando una presencia notable en los mercados para la comercialización de sistemas de comunicación desarrollados para la sociedad en general y creando una herramienta esencial para hombres de negocios, profesionistas, empresarios, etc.

La telefonía ha sido, sin duda, uno de los campos más beneficiados que ha propiciado el ingenio del hombre. Así, observamos que en sólo unas cuantas décadas se ha logrado saltar en forma espectacular del teléfono fijo a las comunicaciones mediante sistemas de conmutación electrónica, satélites y actualmente la telefonía celular.

Algunos de los inconvenientes creados por este rápido avance, consiste en la falta de documentación técnica, normas, reglamentación, especificaciones concretas, material didáctico en centros de educación, etc. Esto se debe en gran parte a que la información existente sobre la materia pertenece a empresas prestadoras del servicio telefónico o a empresas que fabrican o instalan equipo para el mismo fin. Por ello, dicha información suele ser muy especializada y restringida.

### **1.1 La Obra Civil en las Telecomunicaciones**

El servicio de telecomunicación, tiene sus orígenes en el año 1921 cuando el Departamento de Policía de la Ciudad de Detroit, EUA, puso en operación un sistema experimental de comunicación.

Hasta mediados de los años sesentas el servicio de radio móvil fue estrictamente un sistema operado manualmente conocido como Push & Talk. Pero en 1964 una selección automática de canales llamada MJ fue puesta en operación en donde los usuarios podían marcar números específicos lográndose establecer la comunicación totalmente en forma automática.

En 1969 un nuevo sistema de selección automática de canales fue puesto en operación en el improvisado sistema de telefonía móvil, este sistema conocido como MK fue el que puso las bases para el sistema actual de telefonía móvil. Cada estación base de los sistemas MJ y MK daban una cobertura de 20 a 25 km. a distancias mayores se presentaban problemas de propagación y de interferencia, por esto requerían de estaciones transmisoras situadas en puntos elevados tales como colinas o bien en torres de transmisión. Es aquí donde podríamos situar el origen de la influencia de la obra civil en la telefonía celular.

Las estaciones base se conectaban a centrales telefónicas de muy baja capacidad. Aparte, se tenía un reducido número de frecuencias disponibles, lo que a su vez limitaba la cantidad de estaciones de servicio. Estos problemas convirtieron el servicio en un lujo ya que los aparatos telefónicos tenían precios de entre 15 y 20 veces el costo normal.

Fue de esta manera que se hizo evidente la necesidad de un sistema de telefonía móvil más versátil, que no presentara los problemas de una capacidad limitada de servicio, baja calidad e ineficiente utilización de la radio comunicación.

El sistema de telecomunicación por núcleos celulares fue iniciado en la Ciudad de México en la década de los sesentas. El servicio consistía en proporcionar un sistema de telefonía o radio comunicación a una gama de usuarios móviles a los cuales se les instalaba un radio teléfono en su automóvil.

Se instaló un equipo de transmisión y control en el cerro del Chiquihuite, el cual, resultaba un sitio ideal para cubrir toda la zona correspondiente a la Ciudad de México, además se utilizó gran potencia para poder tener cobertura aun en los límites de la ciudad. El costo del servicio resultaba demasiado caro, pero la mayor limitante consistía en asignar un canal a cada usuario, con lo cual el número de éstos en el sistema era extremadamente limitado.

Como una solución a todos estos inconvenientes se desarrollan los sistemas celulares los cuales están basados principalmente en la re-utilización de frecuencias desarrollándose muchas ondas de cobertura implicando que se apliquen sistemas de ingeniería para el desarrollo y buen funcionamiento de estos servicios

## **1.2 Descripción de una radiobase de telecomunicaciones**

Una estación de telecomunicación para telefonía celular o radiobase consiste básicamente de los siguiente elementos: a) un shelter o contenedor para alojar el equipo electrónico, b) una torre de transmisión para sustentar equipo receptor y transmisor y c) accesorios e instalaciones de varios tipos para mantener el conjunto funcionando en forma permanente con un alto índice de seguridad y eficiencia

### **Shelter**

Las casetas prefabricadas o shelter, están diseñadas para instalarse rápidamente en cualquier terreno y albergar en forma segura equipo delicado de comunicaciones. En la instalación de la caseta se incluyen los componentes necesarios para mantener en correcto y constante funcionamiento el equipo en su interior. Los principales componentes de una caseta prefabricada son:

- Base de cimentación.
- Estructura metálica.
- Muros y techos prefabricados.
- Acabados en piso.
- Impermeabilización de techo.
- Herrería
- Instalación eléctrica.
- Charolas para soporte de cables.
- Aire acondicionado.
- Extintor.
- Supresor de picos.

- **Homologación al sistema de tierras existente en sitio.**
- **Sistema de seguridad con Control de Acceso.**
- **Sistema de alarma.**
- **Dispositivo No-break, para casos de falla en suministro de energía eléctrica.**
- **Soporte universal (rack) de aluminio.**
- **Planta eléctrica de emergencia.**
- **Sistema de tierras para el equipo dentro de la caseta.**
- **Sistema de escalerillas de aluminio para soporte de cableado y líneas guía**

### **Torres de telecomunicación**

Las estructuras metálicas o torres utilizadas en las telecomunicaciones se pueden englobar en dos tipos, arriostradas y autosoportadas.

Una torre arriostrada, se le denomina a aquella estructura metálica que requiere de arriostres o tensores para sustentarse, es decir, necesita retenidas en cada una de sus aristas y a diferentes alturas para mantenerse en pie y los muertos (dados de concreto armado) interactúan en relación directa a su peso respecto al equilibrio que debe existir para contrarrestar los diferentes factores que tratan de desestabilizarla. Las Torres Arriostradas se implementan cuando el área o terreno disponible para desplantarse es grande.

Una torre autosoportada o autosustentada, se le denomina a aquella estructura metálica que se puede soportar por si misma, es decir, no requiere de elementos externos para sostenerse como en el caso de las torres arriostradas, las cuales necesitan de las retenidas para mantenerse en pie. Las torres autosoportadas se implementan cuando el área o terreno disponible para desplantarse es mínimo.

Ambos tipos de torres básicamente se componen de los siguientes elementos:

- Estructura principal tubular triangular
- Escaleras de ascenso y descenso
- Kit de seguridad o línea de vida

- **Cama de guía de ondas vertical y horizontal**
- **Plataforma de trabajo**
- **Brazos antitorción**
- **Sistema de protección contra descargas atmosféricas**
- **Sistema de iluminación o balizamiento nocturno**
- **Pintura o balizamiento diurno.**
- **Galvanizado en caliente**
- **Aterrizaje de la torre**
- **Sistema profesional de tierra**

**Para el análisis y diseño estructural de una torre de telecomunicaciones se requiere:**

- **Ubicación geográfica del sitio.**
- **Altura de la torre y area existente para su instalación**
- **Velocidad de vientos (región)**
- **Cargas que soportará la estructura (microondas, etc)**
- **Altura de las cargas sobre la torre**
- **Cantidad de líneas de transmisión y su diámetro.**
- **Accesorios y ubicación sobre la torre**
- **Normatividad que aplica para su cálculo y diseño**
- **Memoria de calculo estructural y de cimentación**
- **Análisis estructural**

### **Instalaciones y accesorios de una radiobase**

**Estructura principal tubular triangular** - La conforman las piernas, ángulos horizontales y diagonales, placas de unión de diagonales y secundarios, diafragmas y tornillería.

**Escaleras de ascenso y descenso** - Piernas. Tramos de escalera. L mixta, jota, placa de unión de escalera, ángulo y solera para sujeción de escalera con cruces de diagonales, varillas roscadas y tornillería.

**Sistema de seguridad o línea de vida** - Cable tipo retenida, herraje superior e inferior, placas de seguridad, tensor de ojillo, separador de cable de seguridad, abrazaderas, placa de unión de escalera.

**Cama de guía de ondas vertical y horizontal** - Tramos de cama de guía de onda, L mixta, jota, L reforzada, placa de sujeción en mástil de cúspide, placa de unión de escalera, curva vertical de cama de guía de onda, curva horizontal de cama de guía de onda, herraje de sujeción de ménsula, casco giratorio, abrazaderas, poste soporte tipo universal y tornillería.

**Plataforma de trabajo** - Plataforma de trabajo, tubos de 3" de diámetro, cédula 40, de 3 m. Incluye: abrazaderas para colocación de soportes en plataforma para colocar antenas, base para plataforma, tornillería y herrajes para su correcta instalación.

**Brazo antitorción** - Juego de herrajes, ángulos, soleras y tornillería para estabilizar la estructura en los puntos donde más se requiera, normalmente donde se ubican las microondas.

**Sistema de protección contra descargas atmosféricas** - Pararrayos dipolo EP-D con mástil de Duraluminio de 3 m, cable de 2/0 de cobre forrado THW, abrazaderas metálicas sin fin, electrodo profesional Parres para la fosa de descarga con relleno especial EP-TR, agregado electrolítico y soldadura Cadwell.

**Sistema de iluminación o balizamiento nocturno** - Faro BEACON en la punta y cuatro lámparas de obstrucción (dos a la mitad y dos a  $\frac{3}{4}$  de la torre) certificados ante la Secretaría de Comunicaciones y Transportes SCT a través de la Dirección General de Aeronáutica Civil DGAC con mica roja, fotocelda de control, cableado correspondiente para su correcta instalación y controlador alarmado.

**Pintura o balizamiento diurno** - Pintura acrílica o látex base agua o poliuretano en colores naranja y blanco. Aplicar conforme a norma internacional, es decir, 7 franjas, 4 naranjas y tres blancos, siempre se inicia con naranja y se termina con naranja.

**Aterrizaje de la torre** - Soldar con Cadwell cable de 2/0 de cobre forrado a cada uno de los soportes de la torre y con soldadura Cadwell aterrizarlos al sistema de tierras.

**Sistema profesional de tierra** - Es un arreglo de electrodos, conductores, materiales intensificadores, rellenos especiales, agregados electrolíticos, y difusores que basados en normas internacionales para su diseño y por medio de memorias de cálculo, considerando el análisis y criterios correspondientes, lograr obtener un sistema que sea capaz de reducir la resistencia a tierra cubriendo un área en específico, asegurando que el valor de la resistencia a tierra será el mismo en cualquier punto de la malla, pudiendo de esta manera que la disipación de las descargas sea la máxima, evitando cualquier diferencia de potencial, y que el riesgo de daño al personal, equipo y/o sistema, disminuya

**Rellenos** - Las losas de cimentación o plataformas de concreto, se apoyarán sobre terreno mejorado siguiendo este procedimiento:

- Excavación en caja en el área de proyecto, incluyendo banquetas y a la profundidad especificada, como recomendación se sugiere 0.60 m mínimo en terrenos de baja resistencia (arcillas o limos blandos) o rellenos heterogéneos y de 0.40 m en terrenos uniformes y resistencia media (tepetate).
- La excavación se rellenará con material de banco compactado al 90% de su PVSM, en capas no mayores de 15 cm hasta alcanzar el nivel de proyecto.
- En el área de la losa de cimentación y sobre el relleno se colocarán dos capas de 15 cm de espesor de grava cementada con un grado de compactación del 90% de su PVSM, para después de concluir este trabajo se colocará una lámina de polietileno grueso, traslapándose en sus puntas al menos 35 cm quedando para recibir la losa de cimentación.

**Losa de cimentación** - Se deberán hacer los trabajos preliminares como es la instalación de la cimbra, al tener habilitada e impermeabilizada la cimbra se procede a colocar el acero de refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ , así como también se colocará el concreto para la losa de cimentación.

**Bases de equipo y placas** - Las placas base de los equipos se colocarán, a los niveles y alineamientos indicados por la supervisión de obra, y a continuación se colocará mortero o aditivo estabilizador de volumen, la definición del material estabilizador será dada por la supervisión de obra en función de las necesidades o características del equipo a instalar, evitando que durante la colocación del estabilizador se formen bolsas de aire, de tal manera que todo mortero de una base quede totalmente lleno.

**Cimentación** - La cimentación o anclaje u obra civil necesaria para desplantar una torre arriostrada o autosoportada es de suma importancia, ya que de ésta depende la seguridad de la torre, sobre todo el

momento de volteo y su resistencia a las fuerzas que presentan las cargas que soporta la torre (resistencia al viento) y del peso de toda la estructura.

Memoria de cálculo de la cimentación - Para la memoria de cálculo de la cimentación, se necesitan de los resultados de la mecánica de suelos del área donde se instalará la torre con el objeto de efectuar los cálculos más realistas posibles y en congruencia con las características del terreno.

### **1.3 Alternativas de solución en las zonas urbanas**

Durante las dos últimas décadas, la concentración de la población en las grandes ciudades se ha incrementado de tal manera que han sobrepasado todas las expectativas que pudieran haberse formulado al respecto. Con ello se han incrementado, obviamente, los problemas para proporcionar los servicios, de toda índole, que la población demanda.

En específico para proporcionar los servicios de comunicación, permanentemente se han estado desarrollando tecnologías muy especializadas para lograr establecer esta comunicación ya sea de manera de: telefonía celular o satelital y obligando a la ingeniería civil a intervenir de manera significativa para el desarrollo de sitios de retransmisión en áreas urbanas haciendo imprescindible y necesario el análisis y diseño de estructuras que se adapten al entorno urbano y se adecuen a las condiciones físicas de las construcciones existentes, cuando no existe la posibilidad de desplantar una estructura desde el terreno firme.

El sistema de telecomunicación celular, hasta este momento, es lo más avanzado en tecnología entre los sistemas de radio comunicación móvil y la filosofía utilizada se basa en el re-uso de frecuencias y evitar los problemas en la calidad del servicio provocados por el ruido y las ondas que atenúan la intensidad de las señales.

Cabe aclarar que no existe ninguna regla para realizar una planeación celular y generalmente dicha planeación se basa en las condiciones geográficas y de población en que se encuentre la localidad a cubrir. Los principales objetivos que busca satisfacer la planeación celular son las siguientes:

- Costo
- Capacidad
- Cobertura
- Calidad del servicio
- Capacidad del crecimiento del sistema.

Además dentro de la planeación celular se debe tener en cuenta las condiciones de mercado en las que básicamente los parámetros de planeación son:

- Determinar el ingreso de capital en las zonas de interés, el cual se detecta aplicando muestreos para especificar los ingresos promedio de la población económicamente activa.
- Conocer la competencia. Esto es necesario para ubicar cual es el área de cobertura, desempeño y características del sistema en competencia, para así dirigir nuestra planeación celular hacia las diferencias de ese sistema.
- Decisión del área de cobertura. Se deben responder a las siguientes preguntas ¿Qué área se desea cubrir a capacidad máxima? y ¿Cuáles son las expectativas de crecimiento demográfico? a fin de detectar el área que debe cubrir el sistema.

Después de tener esas encuestas realizadas, se puede dar a la tarea de proponer la ubicación de los Sitios de comunicación los cuales cumplirán con los requisitos, para tener una buena cobertura dentro del área deseada sobresaliendo en estos aspectos la altura y tipo de torres que soportarán las antenas debiendo proporcionar una seguridad estructural basada en normas y reglamentos de cada área de cobertura.

En nuestro país como parte de la respuesta al desarrollo tecnológico se han promovido sistemas de telecomunicaciones usando frecuencias de operación de los medios de comunicación utilizándose torres de gran altura para la transmisión de señales de video, voz y datos, teniendo que intervenir de manera significativa la ingeniería civil ayudando a que la cimentación y reforzamiento en las estructuras tengan un alto índice de seguridad.

Esto ha llevado a la necesidad de construir redes celulares formadas por sitios de telecomunicaciones, considerados como medio de transmisión de información, de todo esto se observa que las compañías que ofrecen estos servicios se encuentran con dificultades geográficas y regulatorias para la instalación de redes regionales, y las condiciones de operación demandan instalar células en una gran cantidad de poblados para tener la mayor área de cobertura en el país.

Para el desarrollo de las comunicaciones, se requiere de agilizar y de tener un costo accesible en la fabricación de estaciones de telecomunicación tales como: telefonía celular, radio localizadores, televisión, radio difusión, etc. siendo una parte fundamental la obra civil en este desarrollo comenzando porque estas estructuras deberán tener una altura considerable y se tendrá necesariamente que proponer algún sistema de construcción el cual resulte eficiente, económico y con el máximo índice de seguridad.

Por el alto grado de seguridad que debe considerarse para el diseño de cada estructura se deberá clasificar, refiriéndose al grado de importancia para tener la seguridad de que cada una de éstas cumpla con las funciones para la que ha sido diseñada y aquí se tomará como referencia el Manual de Diseño por Viento de la Comisión Federal de Electricidad y las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

En el caso de contar con un espacio de terreno que se puede utilizar para la construcción de un sitio de telecomunicaciones, por lo menos se deberá de recopilar la siguiente información:

- Antecedentes
- Condiciones estratigráficas
- Análisis de cimentaciones
- Conclusiones y recomendaciones

**Antecedentes** - Se describirá, el proyecto o el anteproyecto, indicando localización, características generales, condiciones topográficas y actuales del predio.

**Condiciones Estratigráficas** - Se describen las condiciones estratigráficas del subsuelo en el sitio, con apoyo en los cortes y perfiles, donde se marca la posición de las futuras estructuras, clasificación de suelos de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), resistencia a la penetración estándar, compresibilidad, expansibilidad, resistividad, y cualquier otra propiedad relevante y necesaria para los análisis.

**Análisis de cimentaciones** - Se describirán los análisis realizados para definir el tipo idóneo de cimentación para la torre del proyecto, teniendo en cuenta las propiedades del subsuelo ya analizadas.

**Recomendaciones** - Después de definir el tipo de estructura que se colocará en la estación o sitio de comunicación se analizarán las condiciones físicas locales y se tomará un criterio de diseño de cimentación para complementar la intervención de la ingeniería civil en el desarrollo de sitios de telecomunicaciones, el cual se complementará con los shelters de telecomunicación.

Toda esta información deberá de estar apoyada principalmente por el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, con sus Normas Técnicas Complementarias, así como por el Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad, también se considerará la normatividad del Instituto Mexicano de la Construcción en Acero.

Respecto a los trámites administrativos que se deben realizar son: a) solicitud de alineamiento y número oficial, b) solicitud de licencia de uso de suelo, c) solicitud de licencia de construcción y d) tramitar el contrato de acometida eléctrica.



# Capítulo 2

## Torres de Telecomunicación



## 2. TORRES DE TELECOMUNICACIÓN

Una torre de sistemas de telecomunicación es una estructura, generalmente metálica, diseñada para soportar en su parte más alta, con un margen de seguridad elevado, el peso de diversos equipos de recepción y emisión de ondas electromagnéticas, el peso propio de la estructura, cargas vivas (personal de mantenimiento) y fuerzas externas como son viento y sismo durante su vida útil de diseño.

En las últimas dos décadas, el campo de las telecomunicaciones se ha caracterizado por un continuo e inusitado desarrollo tecnológico, esto ha conllevado al avance de muchas otras disciplinas que hacen sustentable este desarrollo. La obra civil, apoyada por la industria del software estructural, es una de estas disciplinas que ha experimentado un notable avance, sobre todo en lo que concierne al análisis, diseño y construcción de estructuras metálicas ligeras, las Torres de Telecomunicación.

Son diversos los tipos de soluciones, en cuanto a estructuras, que se pueden encontrar para satisfacer las necesidades que demanda la telecomunicación, como son: mayor cobertura, economía, seguridad, equilibrio ambiental, etc. y es esta diversidad de soluciones la que obliga a establecer un orden en cuanto a clasificación, requerimientos, definiciones, disposiciones y en general conocer la normatividad y reglamentos para la construcción de Torres de Telecomunicación.

Se hace necesario conocer la reglamentación a este respecto que regula la localización y materialización de las estructuras pertinentes, según tipología de las mismas. La falta de regulación produce un descontrolado impacto en el paisaje urbano, debiendo encauzarse la implementación en el área urbana de las instalaciones existentes y futuras.

### **Definición de elementos de Torres de Telecomunicación.**

**Antena:** Elemento componente de un sistema de telecomunicaciones que emite las ondas electromagnéticas que permiten la telecomunicación de voz, datos y video.

**Estructura:** Modo de edificación para recibir las antenas y equipo de los sistemas de telecomunicación y que se integran por los siguientes elementos: 1) Estructura de soporte, 2) Elementos de fijación o sujeción, 3) Elementos mecánicos, electrónicos, plásticos o hidráulicos y 4) Elementos e instalaciones accesorias (Figura 2.1).

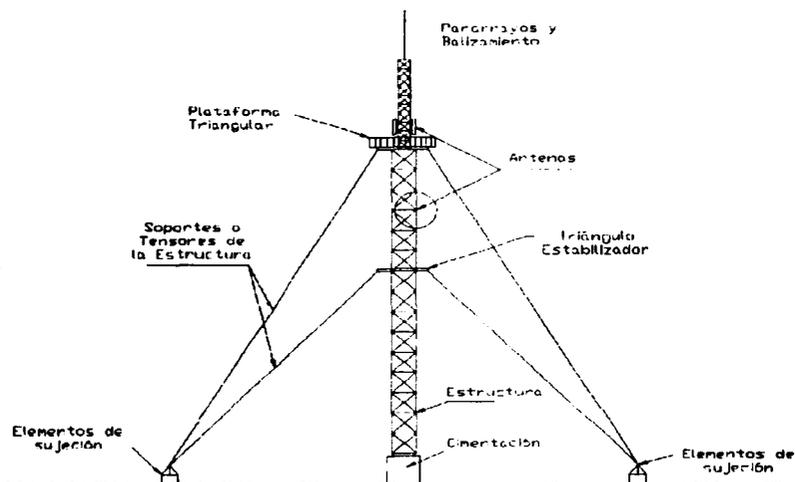


Figura 2.1 – Elementos de una Torre de Telecomunicaciones

### Requerimientos técnicos generales.

Las antenas y sus elementos estructurales e instalaciones necesarias, deberán estar diseñadas e integradas en un solo elemento formal, sin desarmonizar con la arquitectura de la torre y la imagen urbana del contexto.

Las estructuras portantes de las antenas y demás instalaciones deberán mantenerse en buen estado físico y en condiciones de seguridad.

Los colores aplicados, iluminación y las medidas de seguridad necesarias en las estructuras serán regidos de acuerdo a lo establecido por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) del Gobierno Federal.

El propietario del inmueble y la compañía propietaria de la estructura, serán responsables de cualquier daño que ésta pueda causar a terceros.

Las personas físicas o jurídicas que instalen o renten estructuras deberán identificarlas por medio de una placa metálica visible desde la vía pública, que contenga: nombre, denominación o razón social, número de licencia y domicilio.

### **.Disposiciones por zona.**

La distancia mínima entre una estructura y otra, no será menor a 100 m. Se consideran zonas prohibidas para la instalación de todo tipo de estructuras las siguientes: a) Dentro de un radio de 170 m a partir de los monumentos públicos y sitios de valor histórico. b) La vía pública que incluye banquetas, arroyos de las calles, camellones, glorietas, plazas públicas y sus áreas verdes, jardines públicos y todos los accesos públicos, peatonales o vehiculares, pasos a desnivel y elementos que los conforman.

### **Clasificación de las Torres de Telecomunicación.**

Tomando en cuenta los diversos métodos de fijación, materiales empleados, sitios de desplante, geometría, formas, etc. las estructuras se han clasificado de la siguiente manera: Torre Arriostrada, Torre Autosoportada, Torre Monopolar y Torre Mástil.

## **2.1 Torre arriostrada**

La torre arriostrada es una estructura instalada con tensores que mantienen el cuerpo delgado de la torre erguida, pudiendo contener un número limitado de antenas, permitiéndose su construcción sobre terreno natural y en azoteas de edificios en donde el espacio disponible sea suficiente para su instalación. Estas estructuras son preferidas por su menor peso en relación con las torres autosoportadas.

Las torres arriostradas son estructuras cuya característica principal es su mayor grado de esbeltez con respecto a otros tipos de torres. Estas estructuras son de sección triangular ó rectangular constante y para su estabilidad estructural óptima deben contar con tirantes o tensores. Se pueden utilizar cuando es necesario instalar equipos de transmisión dentro de un inmueble existente como son casas y edificios, ya que es posible ubicarlas sobre terreno natural ó en las azoteas donde no haya problemas de espacio. Se requiere de grandes claros por la posición de los tensores y en general son una buena solución si el impacto visual no es relevante.

En fechas recientes se ha extendido el uso de este tipo de torres para instalaciones de azotea, generalmente con alturas de hasta 60 m con modelos prediseñados. El costo de este tipo de torres es considerablemente inferior al de una torre autosoportada.

Si se requiere instalar una torre arriostrada más esbelta, para alturas mayores a 60 m, dependiendo de los parámetros de diseño y equipo a instalar, será necesario realizar un análisis estructural para el sitio en particular.

### 2.1.1 Tipos de torre arriostrada

Como se mencionó, son diversos los tipos de soluciones que se pueden encontrar para la construcción de una torre en particular, es por ello que se tienen ya modelos bien analizados en los que para ciertas características de diseño han cumplido perfectamente su función. Se mencionan a continuación algunos de estos tipos de torres.

**Ligera** - Torre arriostrada ligera de configuración triangular, diseñada para soportar equipo ligero de microondas. altura hasta de 80 m y una velocidad de viento de 150 km/hr. Protegidas contra intemperie, por un galvanizado en caliente (técnica hot-dip). Ensambladas por medio de soldadura eléctrica (microalambre), y su unión entre tramos es por medio de coples.

Características generales: largo del tramo 3 m útiles, estructura de forma triangular. largueros de tubo de acero. 5 escalones por tramo. de acero redondo formando "z". tramos soldados eléctricamente y galvanizado en caliente.

**Ligera B-30** - Altura mínima de uso 3 m, altura máxima de uso 30 m y fluctuará de acuerdo a la velocidad de viento, al peso del equipo a sustentar y al área de exposición de las antenas, ancho de cara medido a extremos de tubo de 30 cm y largo total por tramo de 3 m (Fotografías 2.1 y 2.2).

**Ligera B-35** - Altura mínima de uso 3 m, altura máxima de uso 60 m y fluctuará de acuerdo a la velocidad de viento, al peso del equipo a sustentar y al área de exposición de las antenas, ancho de cara medido a extremos de tubo de 35 cm y largo total por cada tramo de 3 m (Fotografías 2.3 y 2.4).

**Ligera B-45** - Altura mínima de uso 3 m, altura máxima de uso 80 m y fluctuará de acuerdo a la velocidad de viento, al peso del equipo a sustentar y al área de exposición de las antenas, ancho de cara medido a extremos de tubo de 45 cm y largo total por cada tramo de 3 m (Fotografía 2.5).

**Reforzada** - Torre arriostrada reforzada de configuración triangular, diseñada para soportar equipo pesado y plataformas celulares de 5 m de largo, con una altura máxima de uso de 150 m y una velocidad de viento de 180 km/hr. Protegidas contra intemperie por un galvanizado en caliente, ensambladas con tornillería, siendo su unión entre tramos por medio de bridas.

Características generales: largo del tramo 6.34 m útiles. estructura de forma triangular, largueros de tubo de acero cédula 40, 14 escalones por tramo, de acero redondo formando "z", tramos soldados eléctricamente, galvanizado en caliente después de terminada, protegiendo la superficie exterior e interior del tubo.

**D-45** - Altura mínima de uso 12.68 m, altura máxima de uso 81 m y fluctuará de acuerdo a la velocidad de viento, al peso y al área de exposición de las antenas, ancho de cara medido a centros de tubo de 45 cm, largo total por cada tramo de 6.34 m (Fotografía 2.6).

**D-60** - Altura mínima de uso 12.68 m, altura máxima de uso 133 m y fluctuará de acuerdo a la velocidad de viento, al peso y al área de exposición de las antenas, ancho de cara medido a centros de tubo de 60 cm, largo total por cada tramo de 6.34 m (Fotografía 2.7).

**D-90** - Altura mínima de uso 12.68 m, altura máxima de uso 150 m en base al análisis estructural y fluctuará de acuerdo a la velocidad de viento, al peso y al área de exposición de las antenas, ancho de cara medido a centros de tubo de 90 cm, largo total por cada tramo de 6.34 m (Fotografía 2.8).

## **2.2 Torre autosoportada**

Este tipo de estructura requiere de cimentación profunda para soportar el peso de la torre, los propios elementos que la conforman y mantenerla erguida, pudiendo contener varias antenas, permitiéndose alturas de 90 ó más metros sobre terreno natural.

Las torres autosoportadas son las más eficientes por su geometría, con ellas podemos manejar alturas de hasta 80 m en tramos múltiples de 6 m y remate de 3 m, se fabrican en planta y se instalan ó arman en campo, por lo general se usan para sitios en terreno natural ó para sitios con difícil acceso para que

una grúa pueda instalar una torre tipo monopolo, su geometría en elevación es de forma piramidal y en planta triangular.

Se tienen estructuras de torre de tipo especial de sección constante similar al tipo de torre arriostrada pero con altura máxima de 6 m, se utiliza en azoteas donde se requiere poca altura pero con plataforma para soporte de equipo triangular.

### 2.2.1 Tipos de torre autoportada

A continuación se enlistan 4 modelos de torres autoportadas:

**Recta reforzada** - Torre autoportada recta reforzada, de configuración triangular, torres diseñadas para aquellos lugares restringidos de espacio y de la ubicación de retenidas así como la dificultad para la realización de maniobras, con una altura máxima de utilización de 30 m. Ensambladas con tornillería, siendo su unión entre tramos por medio de bridas. Cuenta con accesorios tales como soportes para microondas, bases y anclas, sector andador. Protegidas por medio de un galvanizado en caliente (Fotografía 2.9).

**Piramidal ligera** - Torre autoportada piramidal ligera, de configuración triangular, diseñada para soportar hasta 1500 kg de carga muerta (equipo de comunicación) y velocidades de viento hasta 160 km/hr (sujeto a revisión de esfuerzos y orientación de antenas). Ensambladas con tornillería, siendo su unión entre tramos por medio de bridas. Su configuración tiene una altura de 36 m, alcanzando 60 m de altura útil, protegidas por medio de un galvanizado en caliente (Fotografía 2.10).

**Piramidal semi-ligera** - Torre autoportada piramidal semi-ligera, de configuración triangular diseñada para soportar hasta 2000 kg de carga muerta (equipo de comunicación) y velocidades de viento hasta 180 km/hr (sujeto a revisión de esfuerzos y orientación de antenas). Ensambladas con tornillería, siendo su unión entre tramos por medio de bridas. Su configuración tiene una altura de 30 m, alcanzando 72 m de altura útil, protegidas por medio de un galvanizado en caliente (Fotografía 2.11).

**Piramidal pesada** - Torre autoportada piramidal pesada de configuración triangular. Ensambladas con tornillería, siendo su unión diseñada para soportar hasta 2800 kg de carga muerta (equipo de comunicación), y velocidades de viento hasta 200 km/hr (sujeto a revisión de esfuerzos y orientación de antenas). Su configuración tiene una altura de 30 m, alcanzando 90 m de altura útil, protegidas por medio de un galvanizado en caliente (Fotografía 2.12).

### **2.3 Torre monopolar**

Las torres tipo monopolar son estructuras que consisten en tubos de sección circular o poligonal; en elevación pueden ser de sección constante o cónica. Se utilizan para sitios en terreno natural y cuando el espacio disponible para la torre no es muy grande, ya que la cimentación de estas estructuras es más pequeña que la requerida para torres autoportadas.

Este tipo de estructura puede ser camuflajeada de manera que no cause un gran impacto visual, este camuflaje puede ser tipo árbol, palmera, reloj monumental, poste de alumbrado entre otros (Fotografía 2.13).

Una alternativa de solución, principalmente para proyectos urbanos de telecomunicaciones, en la cual se requieren obtener diferentes alturas para la instalación de antenas, consiste en el empleo de monopostes de acero (Fotografía 2.14).

Para la obtención de un diseño óptimo del peso total de la estructura y una eficiente utilización del material, los requerimientos de carga son abordados con el empleo de diferentes geometrías y espesores de material a lo largo de la altura del monoposte.

Al igual que en el caso de las torres arriostradas y autoportadas, los diseños de monopostes permiten determinar rápidamente la solución a utilizar, cuando se conocen factores como: altura máxima de la estructura, número y tipo de antenas a colocar y propiedades del suelo.

### 2.3.1 Características de torres monopolo.

La altura de los monopostes diseñados varían entre los 12 y 54 m. La sección de los monopostes corresponde a polígonos regulares de seis, ocho, doce y dieciséis lados, así como secciones circulares. Estas secciones y su espesor disminuyen con la altura del monoposte, con esto se logra reducir el coeficiente para efectos del viento, optimizando el diseño del monoposte y su anclaje en la base del mismo con la cimentación (Fotografía 2.15).

Los monopostes están formados por un cierto número de tramos que depende de la altura requerida, las alturas de cada tramo varían entre 5 y 7 m aproximadamente. La conexión de estos tramos se lleva a cabo típicamente insertando el tramo inferior dentro del tramo superior, con un largo de empalme que depende del diámetro y de los esfuerzos producidos en ese punto. Otra alternativa es utilizar bridas y pernos de conexión (Fotografía 2.16).

**Capacidad y Carga** - Los diseños de monopostes abarcan un amplio rango de carga, dependiendo fundamentalmente del tipo y ubicación en altura de las antenas. Los monopostes han sido mayormente utilizados para soportar antenas direccionales y tipo omni, además de incorporar antenas parabólicas sólidas y grilladas de menor tamaño (hasta 0.6 m de diámetro). La incorporación de estas últimas depende fundamentalmente de la altura a la cual se encuentran ubicadas. La velocidad del viento utilizada depende de la ubicación del monoposte, la que puede ser principalmente en la ciudad o a campo abierto.

Las principales ventajas del monoposte radican en su rápida y fácil instalación, requerimientos mínimos en espacio disponible de terreno, requerimientos estéticos, líneas de transmisión que pueden ubicarse en el interior del monoposte y mínima superficie expuesta al viento con factores de forma menores que 1.0. Los diseños de monopostes incluyen además accesorios que pueden corresponder a: plataformas estándares, plataformas especiales, escalera de acceso y soportes para antenas, pararrayos y balizamiento.

## **2.4 Torre tipo mástil**

Tipo de estructura que normalmente se instala en azoteas de edificios. Son postes de acero que en conjunción con platos y paneles sólo cumplen con la función de antena y facilitan el trabajo de instalación ya que el edificio proporciona la altura, no pudiendo ser mayor a 10 m de longitud ó de diámetro (en el caso de antenas parabólicas).

Las torres tipo mástil por sus características de ligereza, facilidad de instalación y bajo costo, son una excelente opción para instalaciones en las que por la altura de la azotea no se requiere una torre de grandes dimensiones, deben ser utilizados para cargas moderadas. Cuando el mástil es de más de 3 m de altura deberá contar con peldaños para ascenso.

La cimentación en las torres tipo mástil es más reducida que la requerida en los tipos de torres ya mencionados (Arriostradas, Autoportadas y Monopolares), pudiéndose anclar los elementos de sujeción (dados de concreto o tripiés) fácilmente en azoteas.

### **2.4.1 Características de torres tipo mástil**

La altura de las torres tipo mástil varían entre los 2 y 10 m y consta de una sola pieza. Las secciones de los mástiles generalmente son de forma circular, aunque podrían emplearse secciones de polígonos regulares sin restricción alguna. Para contrarrestar los efectos de fuerzas externas como viento y sismo se incrementan los refuerzos en la cimentación de la estructura, diseñándose en ocasiones, a manera de arriostamiento, tripiés para la estabilización óptima del mástil.

Las ventajas que se pueden señalar en la utilización de torres tipo mástil son: a) su rápida y fácil instalación, b) requerimiento mínimo de espacio, c) las líneas de transmisión pueden ubicarse dentro del mástil, d) su reducido peso propio (para sitios en donde cualquier otro tipo de torre implicaría riesgos en la estructura del edificio).

### **2.4.2 Ejemplos de torres tipo mástil**

**Mástiles ligeros.**- Estas estructuras van de 2 a 4 pulg de diámetro con tripié o base plana según las necesidades, son ideales para enlaces punto a punto en donde no se requiere una altura mayor de 6 m (Fotografías 2.17 y 2.18).

**Mástiles pesados.**- Son torres que van de 4 a 6 pulg de diámetro, con base plana para alturas de 4 a 10 m para sitios restringidos de espacio y necesidades de altura considerables (Fotografías 2.19 y 2.20).

## **2.5 Accesorios estructurales de las torres**

En el proceso de montaje de la estructura de las torres se deberá tener especial cuidado en los trabajos de ensamblaje de los accesorios estructurales que forman parte del cuerpo de la torre. Algunos de éstos contribuyen al reforzamiento estructural de la misma, por ejemplo: pernos, tornillos, soldadura, triángulos estabilizadores, etc. Otros son indispensables para aumentar la funcionalidad de la estructura, como son: escaleras de acceso a los equipos de transmisión, camas guías, sistema de pararrayos, entre otros. A continuación se hace una descripción de estos elementos a detalle

**Pernos y tornillos.** - Los pernos y tornillos para uso en bridas en el ensamble de las patas de la torre y base de plataforma (soportes tipo ménsula) serán de alta resistencia y se ajustarán a lo prescrito en la norma ASTM A325. Los pernos comunes de resistencia normal serán A394, se usarán para conexiones de la celosía (montantes y diagonales) de la torre, así como de los diferentes elementos y accesorios de la estructura como lo son: escalera, cama guía de ondas, tramo T-45, plataforma triangular celular, barandales etc. Las tuercas serán hexagonales pesadas "American Standard".

**Soldaduras** - Los electrodos para soldadura manual al arco eléctrico con electrodos metálicos recubiertos y/o con alambre MIG, se ajustarán a la especificación AWS A5.10 o a la especificación AWS A5.5.

**Perfiles estructurales** - Para los perfiles que componen la estructura propia de la torre serán conforme la norma ASTM A53 para secciones tubulares y ASTM A36 para el resto de perfiles de acero estructural.

**Cableados** - Para la colocación de los cableados de los diferentes sistemas de las torres se deberán usar cinchos metálicos (no abrazaderas sin fin).

**Plataforma triangular.** - Se usan para la fácil instalación y orientación de las antenas, se instalará en la torre una plataforma triangular de 5 m por cara con las características que se indican en el diseño (Fotografía 2.21).

**Plataforma celular circular.** - Es una plataforma circular de 80 cm de ancho con un barandal perimetral de 1.10 m de altura en donde se colocará una antena de polarización dual por sector (un tubo de 3 m de longitud y 2 pulg de diámetro instalado a cada 120 grados).

**Cama guía de onda.** - Es una estructura que sirve para alojar los feeder en su trayectoria hacia el contenedor. para el caso de la torre monopolar, los feeders se alojara libremente por dentro de la estructura para lo cual se requiere de registros de entrada y salida.

**Escaleras y accesos a plataforma.** - Toda torre deberá llevar escalera y acceso a plataforma para dar mantenimiento al sistema. La escalera se instalará en el exterior del cuerpo de la torre. En el caso de torres arriostradas si la posición de la plataforma obstruye su acceso, la escalera se colocará por el interior de la estructura. Cuando la instalación de la escalera sea exterior y la torre sea mayor a 12 m, se deberá instalar un sistema de cable de seguridad en toda la longitud de la escalera.

Para torres arriostradas la escalera se colocará en la cara izquierda, viendo de frente la cara de torre en que se encuentra instalada la cama guía de onda. Para el caso de torre autosoportada si lo permiten las dimensiones del lado, la escalera se colocará junto a la cama guía de onda.

La escalera, deberá tener una separación de 5 cm libre entre el paño de la estructura de la torre y el ángulo interno de la misma, esto con la finalidad de permitir el adecuado apoyo sobre sus escalones y no sobre la estructura de la torre (Fotografía 2.22). Cuando la torre se encuentra en áreas públicas, se deberá iniciar el primer peldaño a 1.50 m de altura, esta indicación aplica para cualquier sistema de ascenso en áreas publicas.

**Anclas.-** Para el caso de torres arriostradas se considera el suministro de 3 anclas y 1 perno central, para autoportadas se suministrarán 3 juegos de anclaje uno por pata. Esto estará sujeto al tipo de torre, área disponible de instalación y al análisis y diseño de la estructura de la torre.

**Retenidas.-** Para las torres arriostradas es necesario colocar cables de acero según el diseño estructural de la misma y su distribución será conforme se indica en los detalles de instalación.

**Sector Andador circular.-** Se usa en monopolos para acceso del personal al nivel de antenas. Se trata de una plataforma circular de 80 cm de ancho, sin barandal y con pasamanos directo al cuerpo del monopolo. En este caso las antenas se fijarán a la pared del monopolo (Fotografía 2.23).

**Sector Andador.-** Es un pasillo de 60 cm de ancho con barandal perimetral y se requiere cuando las antenas se deban ubicar a diferentes alturas. El sector andador deberá iniciar desde la cara donde se encuentra la escalera de ascenso y hasta la cara a la que se le instalarán las antenas celulares.

**Plataforma de descanso.-** Es un pasillo de 3 m de longitud y 60 cm de ancho con barandal perimetral que servirá para tener descansos alternados en torres con altura mayor a 48 m. Cuando no sea necesario instalar una plataforma triangular celular, esta se sustituirá por otra plataforma de descanso en la cúspide de la torre. La primera plataforma de descanso se ubicará a 30 m de altura, la distancia restante se dividirá en tramos iguales con las plataformas de descanso que requiera.

**Triángulo estabilizador.-** Estructura que servirá para contrarrestar la torsión de la torre provocada por cargas excéntricas al eje de la torre (Fotografía 2.24).

**Herrajes.-** Cuando se tienen estructuras existentes y es necesario la instalación de equipos, se fabrican herrajes especiales como soportes para antenas o soportes para enlaces, también se cuenta con soportes tipo bandera y diseños especiales (Fotografía 2.24).

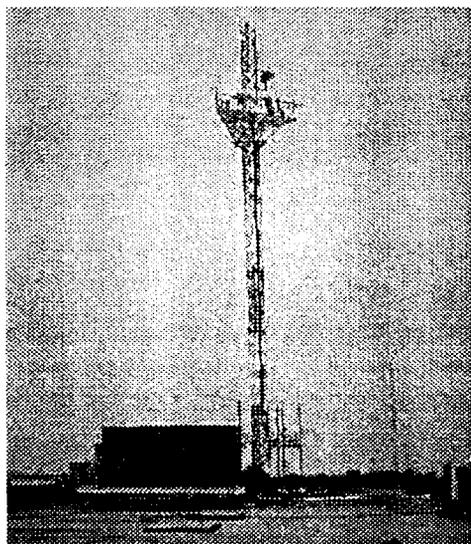
**Tramo T-45.-** Estructura de aproximadamente 3 m de longitud, de sección triangular de 45 cm por cara que sirve para elevar el pararrayos con respecto al tope de la torre, este tramo se usará en torres

autosoportadas y arriostradas, para el caso de monopolos se deberá sustituir por un mástil de tubo de 4 pulg de diámetro, cédula 40, de la misma longitud que el tramo T-45.

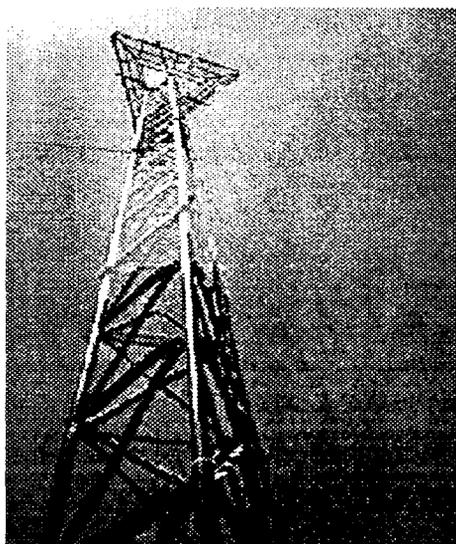
En la tabla 2.1 se resume la inclusión o exclusión de los elementos estructurales en relación al tipo de torre.

**Tabla 2.1 Características generales para los diferentes tipo de torres**

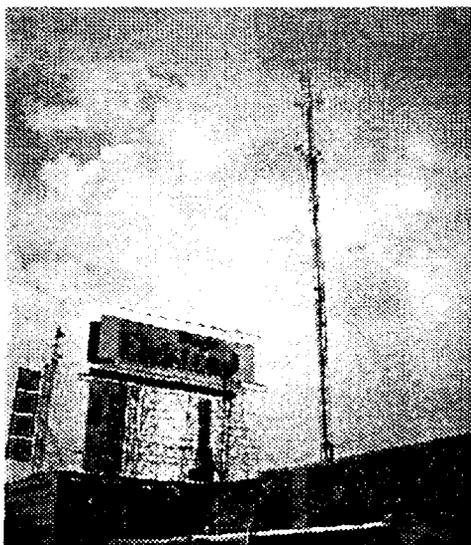
Descripción	Torre Arriostrada	Torre Autosoportada	Torre Monopolar	Torre Mástil	Estructura Especial
Plataforma triangular ligera de 5 m por lado con pasillo de 0.6 m de ancho con marcos de ángulo y piso de malla de metal desplegado o similar	Incluye	Incluye	Andador circular con opción a plataforma	No incluye	Incluye
Soportes Pantera (12) de 3.0 m de altura y diámetro de 2" cédula 40	Incluye	Incluye	3 soportes con opción a 12	No incluye	Incluye
Escalera de ascenso hasta cúspide	Incluye	Incluye	Incluye	No incluye	Incluye
Cama guía de onda de 18 barrenos considerada sobre el cuerpo de la torre mas 15 m horizontales y curva vertical en la transición de dirección	Incluye	Incluye	Sólo cama guía de onda horizontal	Incluye	Incluye
Anclas de columna de acuerdo a diseño	Incluye	Incluye	Incluye	Incluye	Incluye
Triángulo estabilizador	Incluye	No incluye	No incluye	No incluye	No incluye
Nudos Crosby y rozaderas gnlletes	Incluye	No incluye	No incluye	No incluye	No incluye
Cable para retenidas	Incluye	No incluye	No incluye	No incluye	No incluye
Tubo para cama guía de onda de diámetro 2 ½", ced 40 a cada 3 m, anclados a suelo o macizo de concreto de 30x30x20 cm	Incluye	Incluye	Incluye	Incluye	Incluye
Tramo T-45 para pararrayos de 3.0 m de altura aproximadamente	Incluye	Incluye	No incluye	No incluye	Incluye
Mástil de tubo de diámetro 4", ced 40, de 3 m de altura aproximadamente	No incluye	No incluye	No incluye	No incluye	No incluye
Galvanizado de todos los elementos estructurales (inmersión en caliente o zincado mecánico)	Incluye	Incluye	Incluye	Incluye	Incluye
Sistema de seguridad para estructuras mayores a 12 m de altura	Incluye	Incluye	Incluye	No incluye	No incluye
Balizamiento diurno (pintura o sistema de iluminación)	Incluye	Incluye	Incluye	Incluye	Incluye



Fotografía 2 1 – Torre Armostrada en azotea



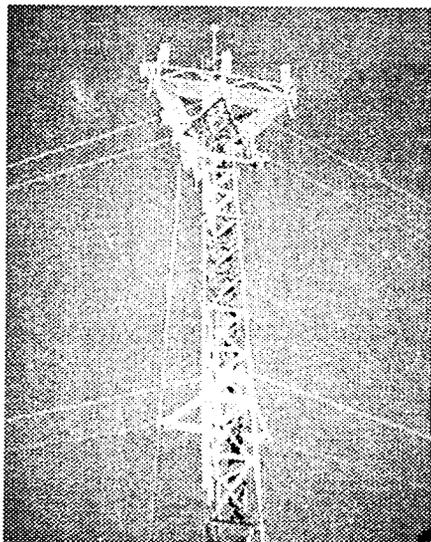
Fotografía 2 2 – Torre Armostrada B-30 sobre terreno natural



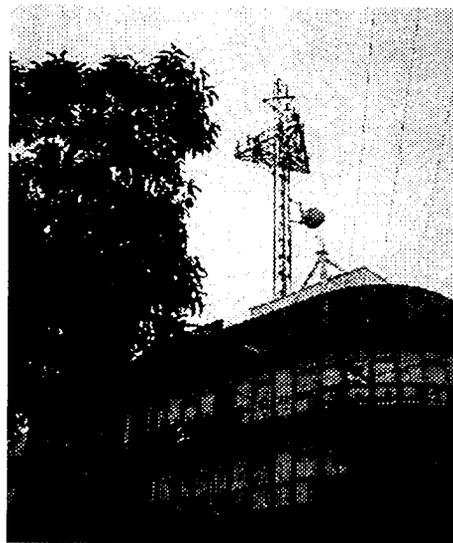
Fotografía 2 3 – Torre Armostrada B-35 en azotea



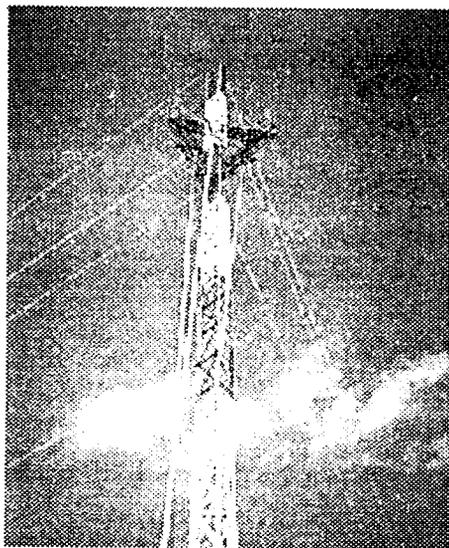
Fotografía 2 4 – Torre Armostrada B-35 en azotea



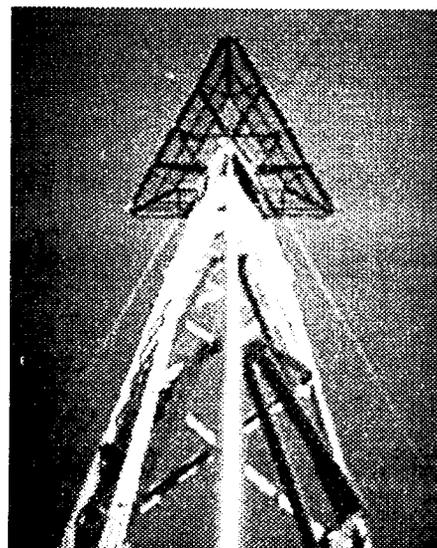
Fotografía 2.5 – Torre Arnostrada Ligera B-45



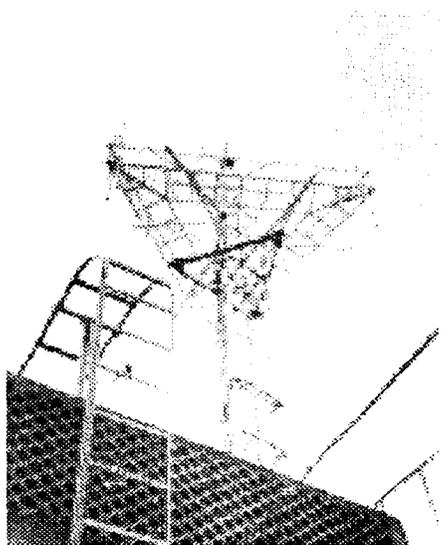
Fotografía 2.6 – Torre Arnostrada Reforzada D-45



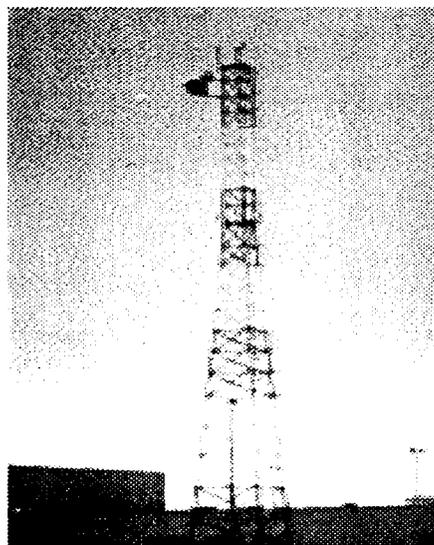
Fotografía 2.7 – Torre Arnostrada Reforzada D-60



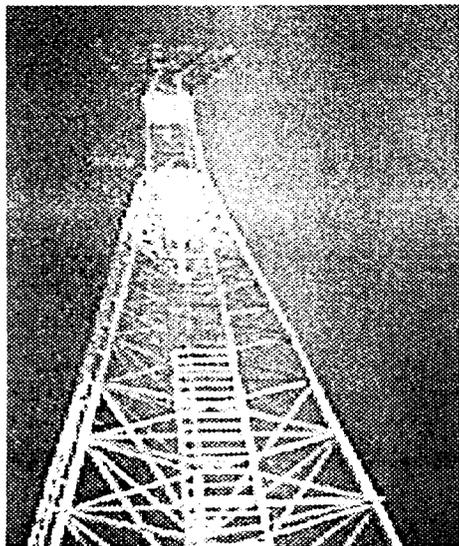
Fotografía 2.8 – Torre Arnostrada Reforzada D-90



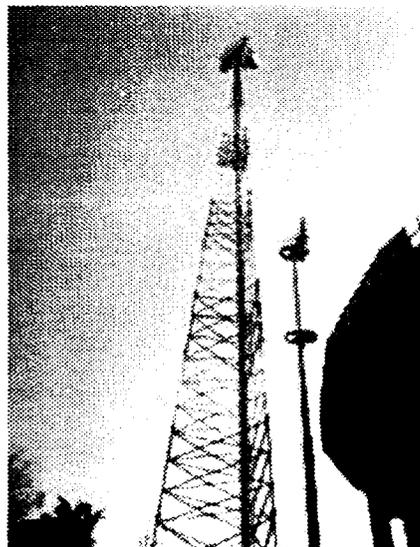
Fotografía 2.9 - Torre Autoportada  
Tipo Recta Reforzada



Fotografía 2.10 - Torre Autoportada  
Tipo Piramidal Ligera



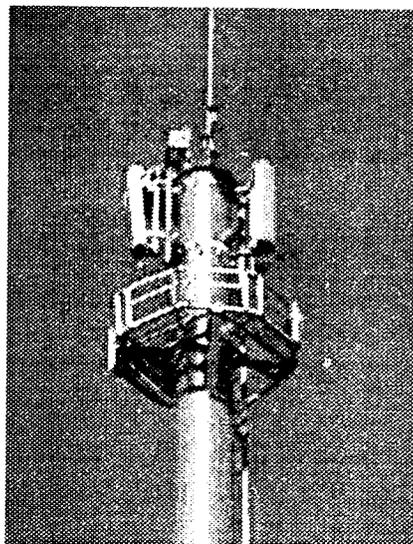
Fotografía 2.11 - Torre Autoportada  
Tipo Piramidal Ligera



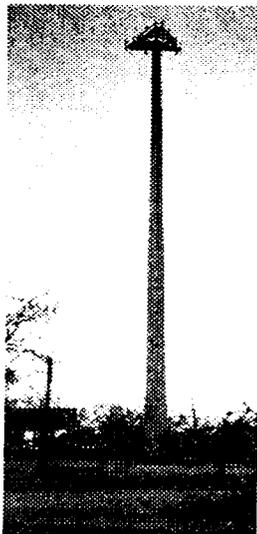
Fotografía 2.12 - Torre Autoportada  
Tipo Piramidal Pesada



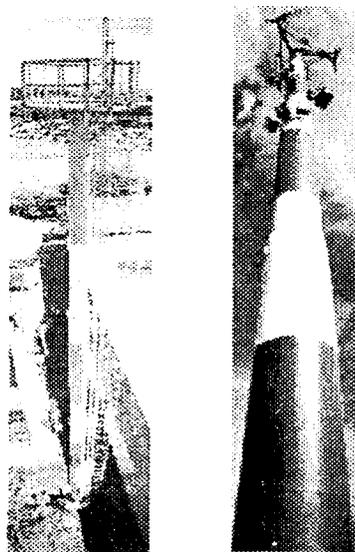
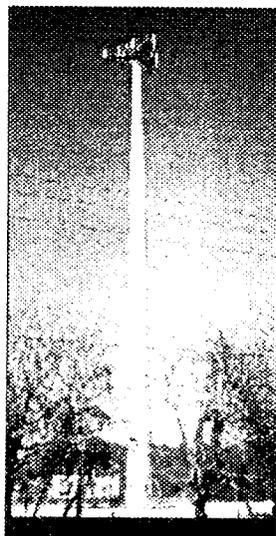
Fotografía 2 13 – Torre Monopolar  
Camuflajeada de Palmera



Fotografía 2 14 - Torre Monopolar  
con Antenas a diferentes alturas



Fotografía 2 15 – Torre Tipo Monoposte



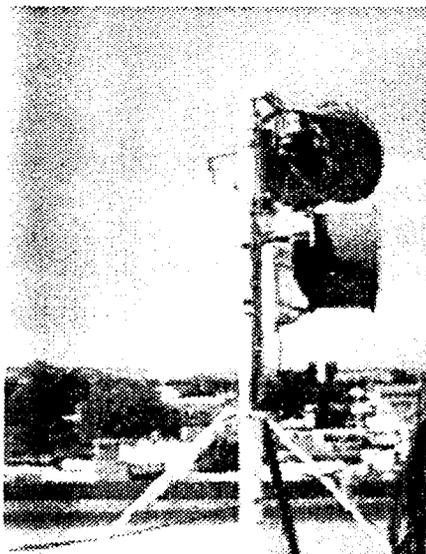
Fotografía 2 16 – Monoposte de  
Telecomunicación



Fotografía 2-17 – Torre Tipo Mastil Ligero



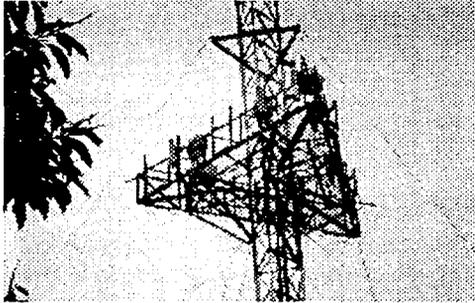
Fotografía 2-18 – Torre Tipo Mastil Ligero



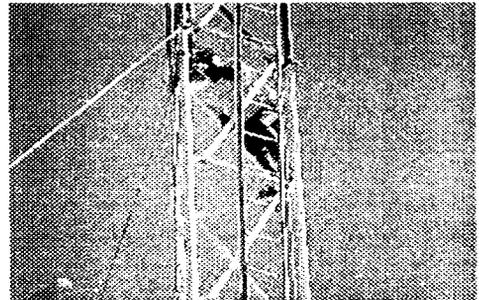
Fotografía 2-19 – Torre Tipo Mastil Pesado



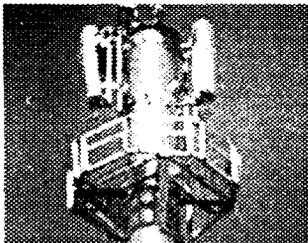
Fotografía 2-20 – Torre Tipo Mastil Pesado



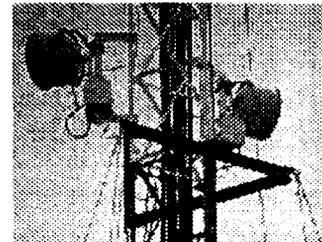
Fotografía 2.21 – Plataforma Triangular para facilitar el mantenimiento a las Antenas



Fotografía 2.22 – Escalera de acceso



Fotografía 2.23 – Sector Andador Circular en Torre Monopolar



Fotografía 2.24 – Se muestra Triángulo Estabilizador. Soporte de antenas y Retenidas



# Capítulo 3

## Shelters de Telecomunicación



### **3. SHELTERS DE TELECOMUNICACIÓN**

Un shelter de telecomunicación es una cabina o contenedor, generalmente modular, fabricada a base de estructura metálica ligera y con una gama de acabados, cuya función consiste en alojar en su interior y resguardar de la intemperie, con un alto grado de seguridad, equipo electrónico para telecomunicación que requiere de mantenerse funcionando las 24 horas del día, todos los días del año (Fotografía 3.1).

Se fabrican shelters para una diversidad de propósitos y funciones entre las que podríamos citar: oficinas provisionales, refugios temporales, unidades médicas móviles, bodegas, dormitorios para lugares inhóspitos, entre otros. Por lo mismo, las dimensiones de éstos pueden variar desde varias decenas de m<sup>2</sup> de superficie hasta las dimensiones de un contenedor para resguardo de una subestación eléctrica, por ejemplo.

Para la industria de la telecomunicación se diseñan shelters de acuerdo a las necesidades de éstas, del equipo a instalar o del espacio disponible en el Sitio, sin embargo hay una característica especial para este tipo de instalaciones, se le denomina "Llave en mano" (turn key) y que consiste en que el fabricante otorga la absoluta certeza y garantía de que al equipo no lo dañarán las condiciones atmosféricas más adversas, ocurrencia de siniestros graves como incendio y sismos, cambios bruscos en el suministro de energía eléctrica e incluso vandalismo.

Dentro de la línea de producción de shelters modulares para sitios de telecomunicación se pueden identificar tres tipos: Multypanel, Estructurales y Blindados.

#### **3.1 Shelter multypanel**

El shelter de multypanel es resultado de la fabricación de multypanel modificado, con la finalidad de hacerlo estructuralmente resistente a las cargas gravitacionales (carga muerta y carga viva) y a las cargas accidentales (carga por viento).

### 3.1.1 Plataforma

La base del shelter de multypanel esta construida a base de perfil estructural rectangular ptr de 4"x 3" blanco (Fotografía 3.4), con las siguientes características: esfuerzo de ruptura mínimo de 4270 kg/cm<sup>2</sup> y esfuerzo de fluencia mínimo de 3520 kg/cm<sup>2</sup>.

Estos PTR se unen mediante soldadura de microalambre a cada 30 cm, la parte inferior está cubierta con lámina galvanizada calibre 22 y en la parte superior está forrada con una doble capa de triplay de pino de ¾"

### 3.1.2 Muros y plafón

Los muros y el plafón del shelter están fabricados a base de multypanel de 3" de espesor. El multytecho y multymuro son paneles prefabricados, están compuestos por dos láminas de acero galvanizado y prepintado pintro, unidas por un núcleo de espuma rígida de poliuretano, formando un elemento tipo sándwich y con diseño de junta del tipo hembra y macho.

La lamina es de acero calibre 24, calidad comercial SAE 1010 grado C, con bajo contenido de carbón y un limite de fluencia de 2800 kg/cm<sup>2</sup>. Esta lámina se obtiene por el proceso de laminación en frio y se galvaniza con un recubrimiento de zinc aplicado por el proceso de inmersión en caliente para obtener una capa tipo G-90, con la finalidad de proteger el acero contra la corrosión.

Los muros y el plafón soportan equipos tales con centros de carga, soportería de charola, tubería conduit e inclusive equipos de aire acondicionado.

El muro y el plafón del shelter esta recubierto por la parte exterior con pintura Duraplus, la cual resiste ambientes altamente corrosivos.

El ensamble entre los paneles es de tipo machimbre, por lo que el sellado es hermético y este mecanismo impide el paso de agentes al interior del shelter tales como agua o humedad.

### 3.1.3 Espuma de poliuretano (núcleo).

La espuma de poliuretano es un plástico celular (fotografías 3.7 a 3.12) con una densidad media de 40 kg/m<sup>3</sup>, conforme a la norma ASTM D1622 y una estructura interna de 90% de celdas cerradas, conforme a la norma ASTM D2856. con las siguientes propiedades:

- Autoextinguible, debido a que los forros del shelter incluyen en su formulación un retardante contra el fuego, conforme a la norma ASTM D1692.
- Conductividad térmica: su factor K = 0.132 BTUs pulg/hr)(ft)(°F) a una temperatura de 75° F (24° C) conforme a la norma ASTM C518.
- Absorción del agua: 0.03 lbs/ft<sup>3</sup> o 0.0014 kg/dm<sup>3</sup>
- Transmisión de vapor de agua: 2 Perms (promedio). 1 Perm es una unidad que equivale a 1 gramo de vapor de agua/(ft<sup>2</sup>)(hr)pulg de mercurio. Una libra de vapor de agua es igual a 7,000 gramos.
- Resistencia a la difusión de vapor de agua: forma una película de protección compacta que dificulta la penetración del vapor de agua
- Resistencia a la intemperie: resiste a las influencias atmosféricas (a la luz solar y a la lluvia), produce únicamente una alteración de color de la superficie expuesta, tornándose esta ligeramente quebradiza
- Resistencia a los productos químicos: Tiene una excelente resistencia, al agua, agua del mar, vapores ácidos, a la mayoría de los solventes, hidrocarburos y aceites minerales.
- Estabilidad dimensional.

#### Cámara de humedad

- 10% vol ( máximo ) a 70° C y 100% HR.
- 5% vol ( máximo ) a 70° C y 45-50% HR ambiente.
- Refrigerador: 1% vol ( máximo ) a 15° C, conforme a la norma ASTM D2126

#### Propiedades mecánicas:

- Esfuerzo de compresión: 1.12 kg/cm<sup>2</sup>, conforme a la norma ASTM D1621

- Esfuerzo de tensión: 1.76 kg/cm<sup>2</sup> , conforme a la norma ASTM D1623.
- Temperatura de servicio: mínima: de - 40° C y máxima: 80° C

**Nota:** Estas especificaciones son las mismas para plafón y muros.

### **3.1.4 Pintura**

Poliéster estándar, capa de 0.8 mm - Este tipo de pintura tiene excelentes propiedades mecánicas ya que tiene una resistencia a la flexión de 2.0 a 3.0 ton, 100 lbs-pulg mínimo de impacto, fuerza de dureza al lápiz y una resistencia cuando menos de 100 fotes con solvente. Esta pintura se aplica sobre un primario epóxico de 0.2 mm.

Primario epóxico, capa de 0.2 mm - Este tipo de primario tiene buena resistencia a los ambientes químicos, salinos e industriales, pero pobre resistencia al exterior.

Usos - Se recomienda para el mercado de la construcción de bodegas y plantas, así como en el mercado industrial para la fabricación de aparatos de aire acondicionado, teniendo un comportamiento aceptable al exterior.

Duraplus, pintura poliéster modificado de la serie 3200, capa de 0.8 mm - Es un recubrimiento orgánico a base de pigmentos cerámicos, diseñado para dar un acabado estético y una excelente resistencia a ambientes corrosivos y especialmente diseñado para aplicaciones en áreas industriales y marítimas.

Primario epóxico modificado, capa de 0.8 mm - Este tipo de primario tiene buena resistencia a los ambientes químicos e industriales, y modificado especialmente para tener resistencia al exterior.

Usos - Se recomienda en el mercado de la construcción de bodegas industriales, fachadas y casas residenciales o móviles. Su resistencia al medio ambiente es superior a los acabados tipo. Esta pintura se aplica sobre un primario epóxico de 0.2 mm.

## 3.2 Shelter estructural

Otra línea de producción en shelters es la del tipo estructural, en donde se diseña la estructura de piso, muros y techo del shelter, para hacerlos resistentes a la corrosión y a los esfuerzos a que será sometido en su vida útil. Teniendo como aislante térmico espuma de poliuretano, la misma que se utiliza para el shelter de multipanel. Los acabados de fabricación para este tipo de shelter se pueden lograr en aluminio, acero inoxidable, acero galvanizado, lámina pintada, etc.

### 3.2.1 Estructura del shelter

El contenedor cuenta con una estructura que es capaz de soportar los esfuerzos a los que será sometido tanto en el izaje, transportación, instalación y a lo largo de su vida útil evitando que se presenten deformaciones. Dicha estructura está construida a base de perfil estructural rectangular de 4"x 3" blanco, con las siguientes características:

- Esfuerzo de ruptura mínimo = 4270 kg/cm<sup>2</sup>
- Esfuerzo de fluencia mínimo = 3520 kg/cm<sup>2</sup>

Estos perfiles se unen mediante soldadura de microalambre a cada 30 cm, en la parte inferior está cubierta con lámina galvanizada calibre 22 y en la parte superior está forrada con una doble capa de triplay de pino de ¾".

El techo tiene la capacidad de soportar una carga de 200 kg/m<sup>2</sup>. El piso tiene la capacidad de soportar una carga de 1300 hasta 3000 kg/m<sup>2</sup> para la zona de baterías, y de 1000 hasta 2000 kg/m<sup>2</sup> para el resto del área de la plataforma.

Todos los elementos de acero cuentan con una protección anticorrosiva con dos manos de esmalte acrílico, una mano de Variprimer rebajado al 10% previa limpieza del metal con ácido desoxidante para dejar limpio el acero de grasas, óxidos e impurezas.

### 3.2.2 Aislante térmico

Los muros, piso y techo del contenedor cuentan entre el forro exterior y el forro interior con un aislante térmico que no permite la transferencia de calor del exterior al interior en las temperaturas más extremas ni en los casos mas desfavorables. Este aislante térmico es a base de Estirolit de 35 kg/m<sup>3</sup> de 5 cm de espesor mínimo.

### 3.2.3 Barrera de vapor de agua.

En los shelters no se permite la filtración de vapor de agua al interior, para así proteger al aislante térmico de la humedad (Fotografía 3.14). Para lograr este aislamiento al vapor de agua se coloca una barrera en toda la estructura a base de una lámina de polietileno de 120 micras de espesor de una sola pieza.

### 3.2.4 Acabados

Los acabados exteriores de muros, piso y techo, están fabricados de lámina de acero galvanizado calibre 24 acabado liso color blanco recubierto con pintura de alta duración. La cual garantiza su durabilidad y buen comportamiento contra los agentes degradantes como lluvia acida, sol, viento, polvo .etc. Todas las juntas se encuentran selladas de tal forma que no permiten filtraciones de aire, polvo o agua.

Los acabados interiores de muros y techo para el contenedor son a base de panel MDF de 13 mm en acabado laminado color blanco, que es resistente, fácil de instalar y no requiere de gran mantenimiento y además es de fácil limpieza.

Debido a que se fijan equipos al piso, el contenedor lleva paneles de triplay de ¾" de espesor y llevan un acabado de piso a base de loseta vinilica de 30 x 30 cm de 3 mm de espesor, marca Vinilasa, que es

resistente, de fácil manejo e instalación, el requerimiento de mantenimiento es mínimo y de fácil limpieza.

La puerta es de 0.90 x 2.25 m de altura, diseñada de tal manera que el anillo perimetral no permite la entrada de agentes exteriores (humedad, polvo, smog, etc.) que dañen el equipo. El mecanismo de cierre es de tipo Cargo Van y como complemento se puede instalar un candado. La unión de ambos mecanismos asegura la correcta hermeticidad de la puerta. La bisagra es tipo piano a todo lo largo de la puerta.

Se coloca un bota-aguas de protección a base de lámina de acero calibre 24, en todos los huecos que se hacen en el contenedor (cuatro ventanas para la entrada del feeder, y dos ventanas para cada equipo de aire acondicionado).

### **3.2.5 Instalación eléctrica**

Todos los cableados eléctricos son de marca Condumex, etiquetando cada circuito y respetando el código de colores: fase rojo, neutro blanco y tierra física verde. La canalización será mediante tubería pvc pesado de ½" de diámetro, apagador sencillo marca Quinziño con tapa dorada de aluminio, contactos duplex polarizados marca Quinziño con tapa dorada de aluminio.

**Alumbrado** - Los cableados de las lámparas deberán de canalizarse sus tres hilos fase, neutro y tierra con cable calibre 12, así como los hilos del apagador serán calibre 12. Estos cables deberán ser canalizados con tubería de pvc pesado de ½" de diámetro.

**Aire acondicionado** - Los cables de los equipos para aire acondicionado deberán ser de calibre 8 AWG para la alimentación eléctrica y cable calibre 14 para la alimentación del control. Alojados en tubería conduit pared gruesa galvanizada de ¾" de diámetro.

### **3.2.6 Preparaciones especiales**

**Aire acondicionado** - Para la sujeción de equipos de aire acondicionado se colocan canales en forma de "U" calibre 16 de 2" x 4", soldados a la estructura del contenedor. Estas preparaciones soportan dos

equipos de aire acondicionado de 3 ton de capacidad y con un peso de 250 kg cada uno. Estos equipos se fijan con pijas de cabeza hexagonal de 1" x ¼".

Anclaje - El contenedor cuenta con 4 anclajes en esquinas opuestas (diagonal) que se fijan a la plataforma previamente construida.

Sistema de izaje - El contenedor cuenta con cuatro puntos de sujeción para ser izado en sitio, los cuales aseguran que los esfuerzos debidos al izamiento no afectan la estructura del contenedor. Estas orejas son de placa de ½" de espesor de acero A-36, ubicadas en la parte inferior del contenedor (Fotografía 7.2).

Feeders - Los contenedores se fabrican con cuatro ventanas, una por cada muro, para la entrada de los feeders y deben de colocarse tapas de tal forma que no se permita la entrada de agentes externos como el agua, polvo, etc.

### **3.3 Shelter blindado**

En el shelter blindado se diseña la estructura de piso y muros, para hacerlos anti-vandálicos, resistentes a la corrosión y a los esfuerzos a que será sometido en su vida útil. Se fabrica con las mismas características que el shelter estructural, con la diferencia que tanto en el forro exterior como en el forro interior se colocan placas de acero al carbón A-36 para así lograr los diferentes niveles de blindaje que requieren las empresas de telefonía, como se ilustra en la Fotografía 3.6.

#### **3.3.1 Estructura del shelter blindado.**

El shelter blindado cuenta con una estructura que es capaz de soportar los actos vandálicos, así como los esfuerzos a los que será sometido tanto en el izaje, transportación e instalación, evitando así que se

presenten deformaciones. Dicha estructura está construida como se indica en el subcapítulo 3.2.1, a base de perfil estructural rectangular ptr de 4"x 3" blanco, la misma que se utiliza para la estructura del shelter blindado, como se muestra en la Fotografías 3.5 y 3.6.

### **3.3.2 Aislante térmico**

Los muros, piso y techo del shelter blindado al igual que el contenedor estructural cuentan entre el forro exterior y el forro interior con un aislante térmico que no permite la transferencia de calor al interior en las temperaturas más extremas ni en los casos más desfavorables. Este aislante térmico es a base de Estirolit de 35 kg/m<sup>3</sup> de 5 cm de espesor, ver Fotografía 3.7.

### **3.3.3 Barrera de vapor**

Como se mencionó en el subcapítulo 3.2.3, el shelter estructural no permite la filtración de vapor para que proteja al aislante térmico de la humedad. Por lo que se coloca una barrera en toda la estructura a base de una lámina de polietileno de 120 micras de espesor de una sola pieza. Dicha lámina es la misma que se utiliza en el shelter blindado, tal y como se muestra en la Fotografía 3.14.

### **3.3.4 Acabados**

En lo que respecta a los acabados del shelter blindado se fabrican con las mismas características que el shelter estructural. Por lo que los acabados exteriores de muros, piso y techo, están fabricados de lámina de acero galvanizado calibre 24 acabado liso color blanco recubierto con pintura de alta duración, la cual garantiza su durabilidad y buen comportamiento contra los agentes degradantes como lluvia ácida, sol, viento, polvo, etc. Todas las juntas se encuentran selladas de tal forma que no se permitan filtraciones de aire, polvo o agua.

Los acabados interiores de muros y techo del shelter blindado, es a base de panel MDF de 13 mm en acabado laminado color blanco, que es resistente, fácil de instalar y no requiere de gran mantenimiento y además es de fácil limpieza.

Debido a que se fijan equipos al piso del shelter blindado lleva paneles de triplay de  $\frac{3}{4}$  " de espesor y tienen un acabado a base de loseta vinilica de 30 x 30 cm y 3 mm de espesor marca Vinilasa, que es resistente, de fácil manejo e instalación, el requerimiento de mantenimiento es mínimo y de fácil limpieza.

La puerta es de 0.90 x 2.25 m de altura, diseñada de tal manera que el anillo perimetral no permite la entrada de agentes exteriores (humedad, polvo, smog) que dañen el equipo. El mecanismo de cierre es de tipo Cargo Van y como complemento se puede instalar un candado. La unión de ambos mecanismos asegura la correcta hermeticidad de la puerta, mejora el cuidado de la cerradura en la transportación y la calidad del sellado de la puerta. La bisagra es tipo piano a todo lo largo de la puerta.

Se coloca un bota-aguas de protección a base de lámina de acero calibre 24, en todos los huecos que se hacen en el contenedor (las cuatro ventanas para la entrada del feeder, las dos ventanas para los equipos de aire acondicionado).

### **3.3.5 Instalación eléctrica**

Como se describe en el subcapítulo 3.2.6, la instalación eléctrica del shelter blindado es igual a la del shelter estructural. Todos los cableados eléctricos son de marca Condumex, etiquetando cada circuito y respetando el código de colores: fase rojo, neutro blanco y tierra física verde. La canalización será mediante tubería PVC pesada de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro, apagador sencillo marca Quinzifio con tapa dorada de aluminio. Contactos duplex polarizados marca Quinzifio con tapa dorada de aluminio.

Los cableados de las lámparas deberán de canalizarse sus tres hilos fase, neutro y tierra con cable calibre 12, así como los hilos del apagador serán calibre 12. Estos cables deberán ser canalizados con tubería de PVC pesada de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro.

Los cables de los equipos de aire acondicionado deberán ser con cable calibre 8 AWG para la alimentación eléctrica y cable calibre 14 para la alimentación del control y tubería conduit pared gruesa galvanizada de  $\frac{3}{4}$ " de diámetro.

### 3.3.6 Preparaciones especiales

Las preparaciones especiales en los shelter blindados varían de acuerdo a la necesidad de cada empresa de telefonía. Así se tienen preparaciones para: feeders, sistema de izaje, lámpara de emergencia, sensores de humo, control de temperatura, aire acondicionado, etc.

Aire acondicionado - Para la sujeción de equipos de aire acondicionado se colocan canales en forma de "U" calibre 16 de 2" x 4", soldados a la estructura del contenedor. Estas preparaciones soportan dos equipos de aire acondicionado con peso de 250 kg cada uno de 3 ton de capacidad. Los equipos se fijan con pija cabeza hexagonal de 1" x ¼".

Anclaje. El contenedor cuenta con 4 anclajes en esquinas opuestas (diagonal) que se fijan a la plataforma previamente construida.

Sistema de izaje. El contenedor cuenta con cuatro puntos de sujeción para ser izado en sitio, los cuales aseguran que los esfuerzos debidos a el izamiento no afectan la estructura del contenedor. Estas orejas son de placa de ½" de acero A-36, ubicadas en la parte inferior del contenedor.

Feeders. En el contenedor se realizan cuatro ventanas para la entrada de los feeders y se colocan tapas de tal forma que no permite la entrada de agentes externos como el agua, polvo, etc.

### 3.3.7 Nivel de blindaje

Para la fabricación de los shelter blindados se utilizan placas de acero al carbón A 36. La presentación de este acero es en rollos de 3', 4', 5' y 6' de ancho y placas de 6' x 20" y 8' x 20". Acero estructural que se utiliza en la construcción de edificios, estructuras y puentes entre otros usos. Con las siguientes características.

- Esfuerzo de ruptura mínimo = 4220 kg/cm<sup>2</sup>
- Esfuerzo de fluencia mínimo = 2530 kg/cm<sup>2</sup>
- Alargamiento mínimo = 20%

- Composición química: 0.28% máximo de carbón, 1.10% máximo de manganeso y 0.05% máximo de silicio.

Los niveles de blindaje que se emplean en los shelter de telecomunicaciones son los siguientes:

- Nivel 1 - Resistente a armas de pequeño poder (pistola auto cargable 0.38)
- Nivel 2 - Resistente a armas de pequeño alto poder (revólver mágnun 0.357)
- Nivel 3 - Resistente a armas de alto poder (revólver mágnun 0.44 )
- Nivel 4 - Resistente a armas de super alto poder (rifle springfield 0.30-0.60)

Para fabricar los diferentes niveles de blindaje, se utiliza:

- Para el nivel 1 placa de acero al carbón A 36 calibre 10.
- Para el nivel 2 placa de acero al carbón A 36 de 3/16".
- Para el nivel 3 placa de acero al carbón A 36 de 1/4".
- Para el nivel 4 placa de acero al carbón A 36 de 5/16".

Dichas placas se colocan tanto en el exterior y como en el interior del shelter.

### **3.4 Accesorios del shelter**

Las casetas prefabricadas estan diseñadas para instalarse rápidamente en cualquier terreno o azotea, y albergar en forma segura equipo delicado de telecomunicaciones. En la instalación de la caseta se incluyen los accesorios necesarios para mantener en correcto y constante funcionamiento el equipo en su interior (Fotografías 3.13 a 3.17).

A continuacion se mencionan los principales accesorios de una caseta prefabricada:

**Alimentación de corriente alterna** – Para la alimentación de corriente alterna se utilizará un tablero NQOD 30, con interruptor principal de 100 amperes (Fotografía 3.13) y los siguientes derivados:

- 1x 20 amperes, contactos, 1 pieza.
- 1x 15 amperes, iluminación, 1 pieza.
- 1x 15 amperes, alimentación de alarmas, 1 pieza.
- 1x 15 amperes, controlador de luces de torre, 1 pieza.
- 1x 15 amperes, alumbrado de emergencia, 1 pieza.
- 2x 30 amperes, rectificadores. 2 piezas.
- 3x 30 amperes, supresor de picos. 1 pieza
- 3x 30 amperes, aire acondicionado, 2 piezas.

**Contactos** – Los contactos son duplex polarizados de 20 amperes, marca Arrow Hart, con cable calibre 10 THW y tierra física cable calibre 12 THW marca Condumex.

**Iluminación** – Las lámparas son de sobreponer en gabinete de lujo con cubierta de acrílico, lámparas de 2 x 32 w. tubo T-8 y balastro electrónico (Fotografía 3.16).

**Alarmas** – Todas las alarmas están conectadas con cable multipar marca Viakón calibre 20, se utilizará un sistema de seguridad y monitoreo de alarmas (Fotografía 3.15) que se describen a continuación:

- Alarma de humo marca Sistem Sensor.
- Apertura de puerta o contra intruso modelo FBI con contacto seco NC.
- Alarma de temperatura alta de 40 a 100 C marca Intellitemp T-100 con contacto NC.
- Alarma de falla de corriente alterna a base de relevadores Omrom de 8 pins con base de sobreponer de 120 volts. conectado en serie con contacto NC.

**Aire acondicionado** – Se utilizarán dos unidades de aire acondicionado de 3.0 ton, marca Liebert modelo Intelecool 2, con controlador dual (Fotografía 3.3).

**Supresor de picos** – El supresor de picos a utilizar será TVSS marca EFI, 3 fases, neutro y tierra física.

**Alumbrado de emergencia** – Se utilizará una lámpara Litonia modelo Quantum, de 2 x 9 w, 2 horas de duración de 120 volts (Fotografía 3.15).

**Alimentación de alarmas** – Se incluye una batería libre de mantenimiento AH12, transformador de 120 a 12-24 volts, tarjeta rectificadora marca Altronix.

**Transfer** – El transfer será de 3 x 100 amperes, alimentado con cable THW 2/0 al tablero de distribución (Fotografía 3.13).

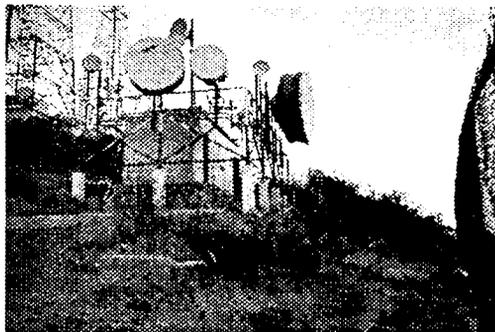
Hole Ground con cable THW, calibre 2, soportado con aisladores tipo L marca Panduit con derivaciones de cable calibre 5 THW, marca Condumex.

**Barra de tierras** - Una barra de cobre conductivo de 12" x 4" x ¼", con perforaciones para zapata estándar de ¾" x 1" y ¼" x 1 ¼". con herrajes para sujeción de barra de cobre (Fotografía 3.16).

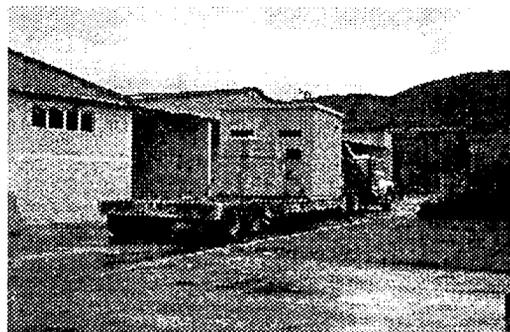
**Feederwindows** – Es una ventana de pasa muros de 12 puertos (se suministra suelta para colocar en campo)

**Sistema de escalerilla** – El sistema de escalerilla es de 12", Marca Newton o TPM, con herrajes para fijación en plafón o muro. incluye sistema de tierras para escalerillas.

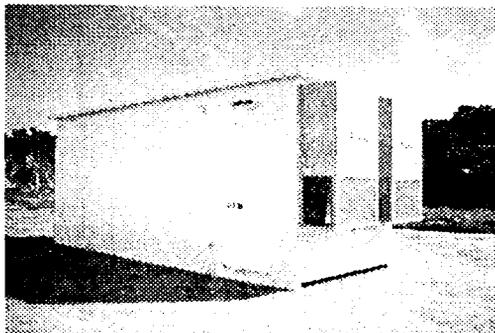
**Loseta vinilica** – La loseta vinilica será marca Vinilasa, en color azul y blanco.



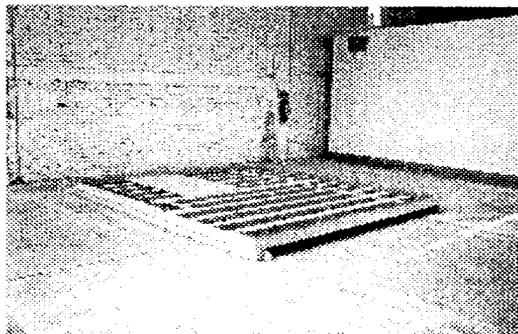
Fotografía 3.1 – Shelter de Telecomunicación



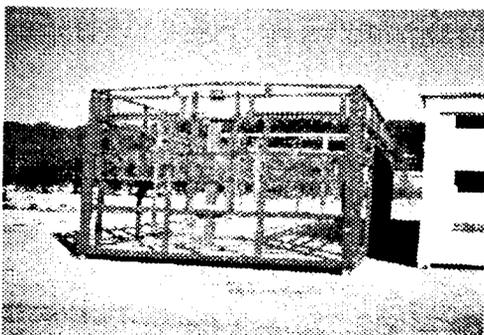
Fotografía 3.2 – Transportación de Shelters



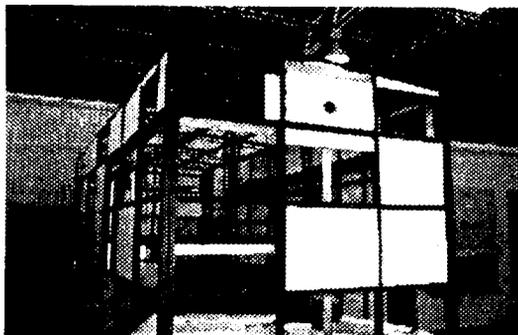
Fotografía 3.3 – Shelter Estructural con equipos de aire acondicionado



Fotografía 3.4 – Base estructural del Shelter con refuerzo en zona de tubería



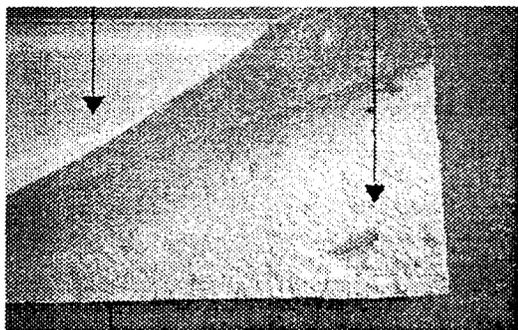
Fotografía 3.5 – Estructura de Contenedor



Fotografía 3.6 – Aislante térmico y Armado de un Shelter

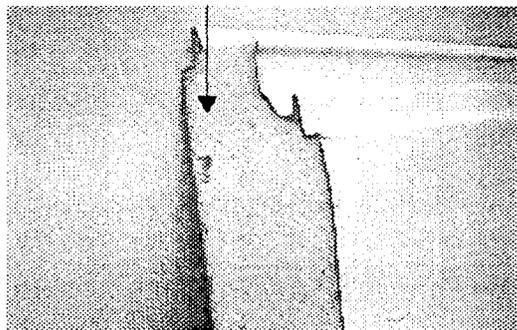
Lámina calibre 24

Espuma de poliuretano



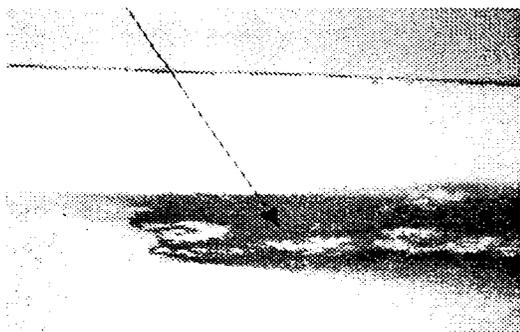
Fotografía 3.7 - Multymuro y Multytecho del Shelter

Multypanel de 3" de espesor



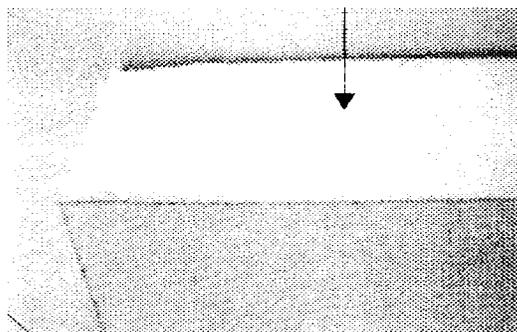
Fotografía 3.8 - Multymuro y Multytecho del Shelter

Autoextinguible



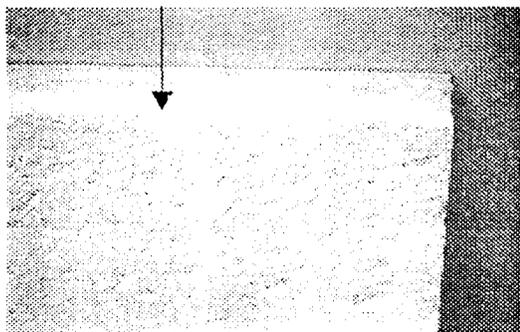
Fotografía 3.9 - Propiedades del Multymuro y Multytecho

Multypanel de 3" de espesor



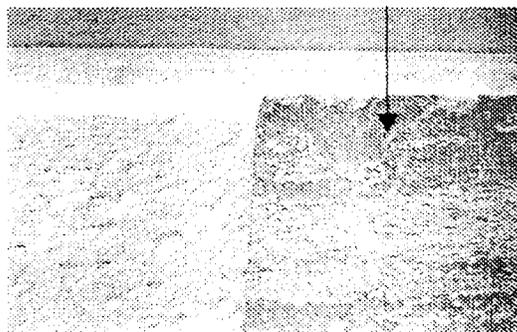
Fotografía 3.10 - Propiedades del Multymuro y Multytecho

Espuma de poliuretano

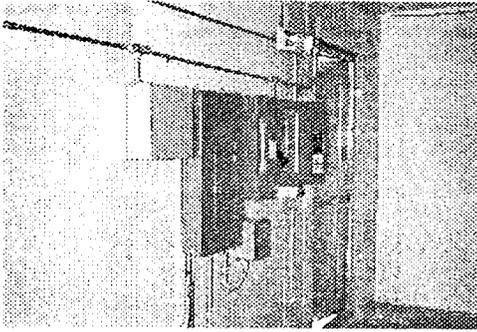


Fotografía 3.11 - Propiedades del Multymuro y Multytecho

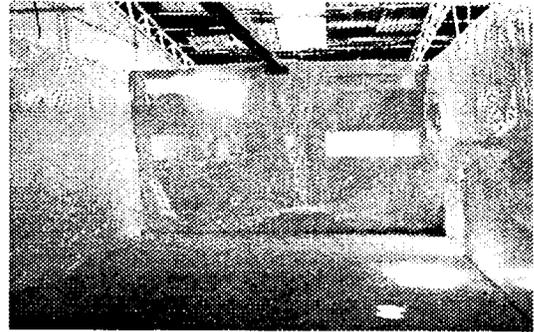
Lamina calibre 24



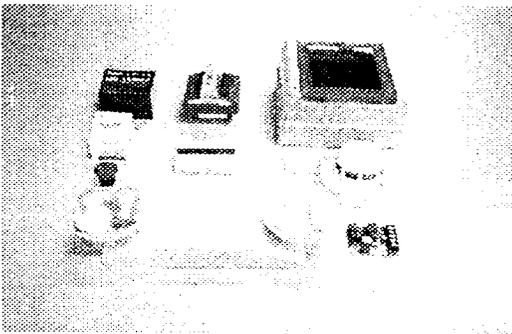
Fotografía 3.12 - Propiedades del Multymuro y Multytecho



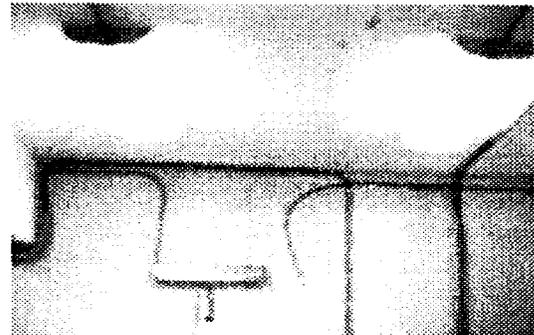
Fotografía 3.13 – Tablero de control e interruptor principal en el interior del Shelter



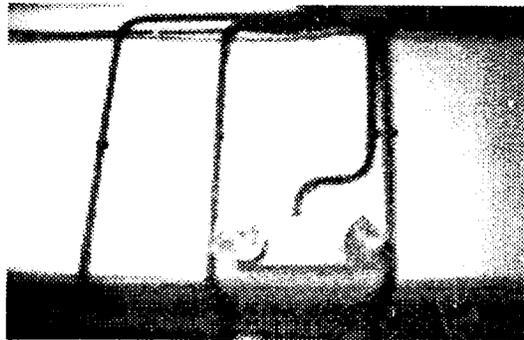
Fotografía 3.14 – Aplicación de lámina de Polietileno para barrera de vapor



Fotografía 3.15 – Alarmas y equipo de control de temperatura, sensor de humo y lámparas



Fotografía 3.16 – Barra para línea de tierras del equipo en el interior del Shelter



Fotografía 3.17 – Propuesta de los Multysario y Multitecho

1966

# Capítulo 4

## Especificaciones y Normas de Diseño



## **4. ESPECIFICACIONES Y NORMAS DE DISEÑO**

Las presentes especificaciones y normas de diseño tienen por objeto fijar criterios y métodos para el análisis, diseño, construcción y revisión de estructuras en proyecto en la Ciudad de México y Zona Metropolitana, mismas que cumplen con los requerimientos contenidos en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (RCDF) y las Normas Técnicas Complementarias respectivas.

En el RCDF y las Normas de Diseño se tiene como prioridad para la estructura que nos ocupa, el investigar el subsuelo del sitio mediante exploración de campo y pruebas de laboratorio para definir de manera confiable los parámetros de diseño de la cimentación idónea para la estructura en proyecto, para lo que se dispone de las especificaciones para la realización de estudios de mecánica de suelos que se detallan en los siguientes puntos.

### **4.1 Especificaciones para la realización de estudios de mecánica de suelos**

En estas especificaciones se exponen y describen los alcances necesarios para la realización de los trabajos de campo, laboratorio e ingeniería geotécnica, para el diseño de la cimentación de la torre y contenedor, de los que consta una radiobase, así como: tiempos de realización estimados (Ciudad de México y Zona Metropolitana). Que pueden ser aplicados de la misma forma para el interior de la República Mexicana

Estas especificaciones son con la finalidad de que todos los estudios de mecánica de suelos que se realicen, se entreguen y contengan los mismos alcances. Teniendo así un estudio de mecánica de suelos completo y confiable, independientemente de quien lo realice

Cumpliendo con los requerimientos mínimos y/o necesarios, propuestos por el RCDF y el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Norma Internacional SUCS).

Para el desarrollo de cualquier estudio geotécnico, comúnmente se llevan a cabo trabajos de exploración y ensayos de laboratorio. El tipo y número de exploraciones y de pruebas que inciden

significativamente en el costo del trabajo, dependen de las características tanto de la estructura como del subsuelo, aunque en el caso de los proyectos de las radiobases, las estructuras son típicas, con algunas modificaciones en atención a la superficie, tamaño del predio y altura de la torre.

Todos los trabajos de Geotecnia deben ser realizados por una empresa especializada de reconocido prestigio y capacidad.

#### **4.1.1 Exploración de campo**

Para los proyectos en cuestión, el tipo, número y profundidad de los sondeos, dependen esencialmente de dos aspectos: el tipo de suelo por explorar y la profundidad del nivel de agua freática (NAF).

**Para la zona de lomas.-** Se debe de considerar la realización de un sondeo del tipo mixto alternando penetración estándar y avance por rotación con brocas de tungsteno y/o diamante, con extracción de muestras inalteradas hasta una profundidad variable entre 6.0 a 10.0 m (dependiendo de la resistencia del terreno y/o a consideración del ingeniero especialista en geotecnia).

**Para la zona II o zona de transición.-** Se debe considerar la realización de un sondeo de exploración del tipo mixto alternando penetración estándar y tubo shelby y/o penetración estándar y avance con rotación y/o solamente penetración estándar según el tipo de suelo a encontrar

Pudiendo extraer muestras alteradas y en caso de ser posible (depende de la consistencia del suelo) extracción de muestras inalteradas, hasta una profundidad mínima de 10.0 a 15.0 m.

**Para la zona III o zona del lago.-** Se debe considerar la realización de un sondeo de exploración del tipo mixto alternando penetración estándar y tubo shelby, con extracción de muestras alteradas e inalteradas (tubo shelby), hasta la capa dura se muestra por lo general a una profundidad variable entre 25.0 a 50.0 m, y/o a una profundidad mínima de 15.0 m.

Y de ser posible, la realización de la excavación de un pozo a cielo abierto, de 1.0 a 3.0 m de profundidad (hasta donde lo permita el NAF), con extracción de muestras inalteradas (muestras

cúbicas). Esto también es con la finalidad de certificar el nivel de aguas freáticas, determinante en la etapa de excavación de la cimentación, su profundidad de desplante y estabilidad de la misma.

Se presenta en la Figura 4.1 la zonificación geotécnica de la Ciudad de México, donde se puede apreciar la delimitación de las tres zonas descritas.

Antes de visitar el sitio, el geotecnista buscará definir el tipo de depósito por explorar. Ello lo puede hacer mediante su experiencia personal, consulta con ingenieros de la localidad o consulta de la literatura técnica, incluyendo proyectos previos en la zona.

En caso de desconocimiento total de la zona o ante cualquier duda, se efectuará una visita de reconocimiento al sitio por parte del Ingeniero especialista, el cual ajustará su programa de exploración, muestreo y pruebas, conforme a los lineamientos del presente documento.

En la visita se examinará visualmente el terreno en cuestión y sus alrededores, procurando buscar: cimentaciones descubiertas o en construcción, cortes, rellenos, pavimentos, comportamiento de estructuras cercanas, pendientes superficiales y toda aquella información que se indica en el proyecto y la construcción.

Debido a la posibilidad de que se tengan que colocar rellenos nuevos (saneos), en el sitio en estudio y que eventualmente la cimentación y los pavimentos se desplanten sobre aquellos, será necesario que el geotecnista visite los bancos de material de mayor uso en la región para hacer un muestreo a los materiales (en caso de ser requerido por el contratante). Esta investigación de bancos no será exhaustiva, ya que sólo se pretende determinar las propiedades usuales de los materiales de préstamo de la zona.

Antes de que el geotecnista seleccione el tipo, número y profundidad de sondeos, deberá ubicar el depósito por explorar en cualquiera de las categorías indicadas en la Tabla 4.1.

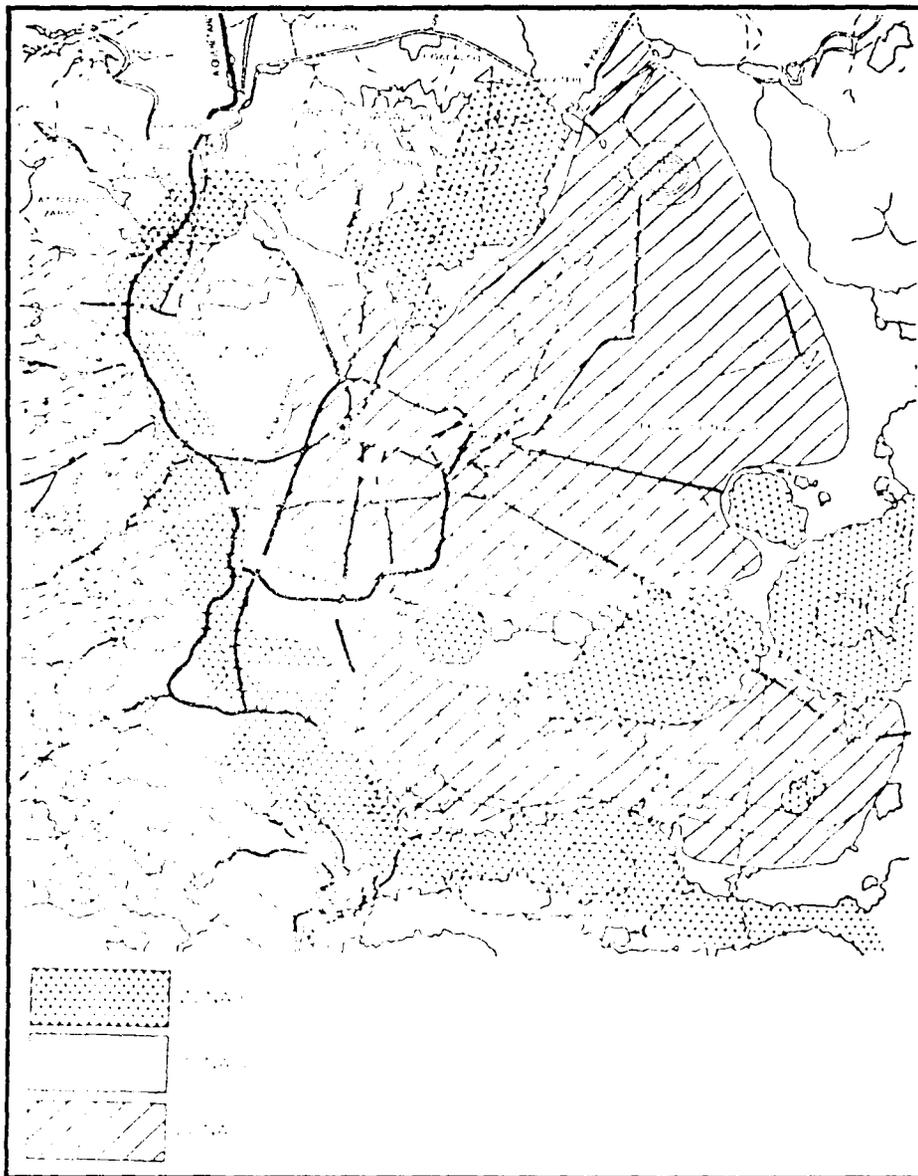


Figura 4.1 Zonificación geotécnica de la ciudad de México

El tipo de depósito se refiere al más desfavorable de los que haya abajo del nivel del terreno actual (NTA), en el caso de que el nivel de piso terminado y/o desplante de la cimentación de la torre vaya a quedar a la misma elevación o más arriba del nivel actual del terreno. En caso contrario, el tipo de depósito será el más desfavorable de los que existan 3.0 m, abajo del nivel de piso terminado de proyecto (cimentación torre).

La profundidad del nivel de aguas freáticas, está referido al nivel de piso de proyecto si éste queda abajo del nivel actual del terreno natural, en caso contrario estará referido al nivel del terreno actual.

**Tabla 4.1 - Clasificación de depósitos estratigráficos**

Grupo	Tipo de depósito	Profundidad NAF
A	Suelos finos de consistencia firme a dura o suelos cementados	más de 3.0 m
B	Suelos firmes de consistencia firme a dura o suelos cementados	menos de 3.0 m
C	Suelos finos de consistencia muy blanda	cualquiera
D	Suelos gruesos de muy suelto a media	cualquiera
E	Suelo grueso de denso a muy denso	cualquiera
F	Roca	cualquiera
G	Relleno suelto de menos de 2.0 m de espesor	más de 3.0 m
H	Relleno suelto de más de 2.0 m de espesor	cualquiera
I	Casos especiales	cualquiera

El tipo y número de sondeos por realizar, se determinará conforme al grupo al que corresponda el tipo de depósito y la profundidad del NAF, de acuerdo con la Tabla 4.2.

**Tabla 4.2 - Exploración propuesta**

Grupo	SM	PCA
A	1 de 8.0 a 10.0 m	
B	1 de 8.0 a 10.0 m	
C	1 de 12.0 a 15.0 m	1 de 2.0 a 3.0 m
D	1 de 12.0 a 15.0 m	1 de 2.0 a 3.0 m
E	1 de 10.0 a 15.0 m	
F	1 de 8.0 a 10.0 m	
G	1 de 10.0 a 15.0 m	
H	1 de 12.0 a 15.0 m	
I	de acuerdo con el criterio de geotecnia	

**donde:**

- SM** Sondeo de muestreo mixto combinando la prueba de penetración estándar con muestreo inalterado con tubo de pared delegada (shelby), en suelos blandos/sueltos y/o alternando la penetración estándar con el avance con máquina rotatoria (brocas de diamante), y/o similar en suelos duros/resistentes.
- PCA** Pozo a cielo abierto, realizado a pico y pala, con extracción de muestras alteradas e inalteradas (cúbicas).

La profundidad indicada es la máxima por alcanzar en cada sondeo. La profundidad de los sondeos mixtos (SM), deberá ser menor si se detecta un manto de cuando menos 4.0 m, de espesor de suelos finos de consistencia muy firme a dura o gruesos de compacidad densa a muy densa.

En el caso de los sondeos PCA, bastará con explorar una profundidad máxima de 3.0 m, siempre y cuando se llegue abajo del futuro nivel de desplante de la cimentación, si se detectan los mismos suelos a que se hace referencia en el párrafo anterior. Si aparece un manto resistente antes de esta profundidad y se tienen antecedentes de que es continuo, se podrá suspender el pozo. No olvidar que el PCA, además, nos sirve para verificar el nivel de aguas freáticas y espesor de relleno (en caso de existir)

Los sondeos programados se ubicarán estratégicamente dentro del área en estudio, considerándose en todos los casos, que los sondeos se ubiquen en donde se va a desplantar la cimentación de la torre.

En caso de que algún predio se encuentre sobre roca, bastará con la exploración propuesta y los antecedentes geotécnicos de la zona para garantizar la continuidad del depósito.

Se pueden usar otras técnicas de campo para medición de las propiedades mecánicas e hidráulicas del terreno. Entre ellas se pueden mencionar el presiómetro, las pruebas de placa y los piezómetros.

En todos los pozos a cielo abierto se obtendrán muestras alteradas representativas a cada metro de profundidad o en cada estrato detectado. En depósitos de arcilla expansiva o material colapsable el citado muestreo se hará a cada 75 cm de profundidad máximo.

En los pozos excavados en el área de la torre y/o contenedor se obtendrá, cuando menos, una muestra inalterada de cada estrato (muestra cúbica), que pueda ser afectada por la presión de los futuros cimientos. Es justificable tomar la muestra inalterada del o de los estratos de menor resistencia y mayor compresibilidad que se supone pueden regir el diseño, aunque en el caso de suelos expansivos o colapsables también se recuperarán muestras inalteradas de las capas superficiales que pueden afectar la cimentación de la torre, pisos, pavimentos y firmes.

Las muestras de los sondeos donde se realice la exploración por medio de la penetración estándar, serán alteradas representativas. Se obtendrá una a cada 60 cm. en forma continua, avanzando con broca tricónica o barretón el tramo faltante de cada prueba.

Las muestras inalteradas de los sondeos denominados sondeo mixto (SM), serán obtenidas con tubo shelby de 4" de diámetro de los lugares en que se hayan encontrado los suelos de menor resistencia en el sondeo de penetración estándar.

Si se anticipa que las cimentaciones se apoyarán sobre rellenos nuevos compactados construidos con productos de banco, será necesario obtener muestras integrales de 20 kg cada una de los bancos de mayor uso en la localidad.

#### **4.1.2 Pruebas de laboratorio**

Todas las muestras, tanto de los sondeos superficiales como los profundos y de los bancos de material (en caso de ser necesario y/o requerido), se someterán a los ensayos de humedad natural y de clasificación visual y al tacto, en húmedo y seco, de acuerdo con el SUCS. Cada tubo Shelby se partirá previamente en dos tramos y las pruebas se realizarán en cada una de las caras expuestas.

Se seleccionarán muestras tanto alteradas como inalteradas para ejecutar pruebas adicionales de clasificación. En el caso de exploración exclusivamente con pozos a cielo abierto se seleccionará una muestra de cada estrato. En los sondeos profundos se seleccionará una muestra de cada estrato a

cada 3.0 m de profundidad como máximo. También se considerará como muestra seleccionada a aquella proveniente de algún banco de material.

Los ensayos adicionales de clasificación consistirán en análisis granulométricos por mallas, límites de plasticidad (líquido y plástico), contracción lineal y densidad de sólidos.

A todas las muestras inalteradas se les determinará además su peso volumétrico natural y su resistencia al corte con el torcómetro manual o penetrómetro de bolsillo. Se hará lo mismo en las caras expuestas de cada tubo shelby.

Se seleccionarán muestras inalteradas para realizar las pruebas mecánicas de resistencia y compresibilidad, para lo cual es aconsejable emplear las muestras de menor resistencia al torcómetro o penetrómetro de bolsillo y de mayor humedad.

Para determinar la resistencia al corte se sugieren ensayos triaxiales en cualquiera de sus modalidades: rápida, rápida-consolidada o lenta. El tipo de prueba lo elegirá el geotecnista.

En el caso de que el material sea fundamentalmente arenoso y por lo tanto no sea posible recuperar una muestra inalterada, se determinará el peso volumétrico en el sitio y se reproducirán probetas en el laboratorio, para los ensayos triaxiales correspondientes.

Las pruebas de consolidación se programarán en suelos finos de consistencia muy blanda a media. Se efectuará un mínimo de una por estrato identificado y de dos para el posible estrato de apoyo, en suelos limosos o limo arenoso de compacidad media se efectuarán ensayos de esfuerzo-deformación unitaria en la cámara triaxial.

Para medir el potencial de expansión o el índice de colapso se llevarán a cabo pruebas dobles de consolidación unidimensional, uno de los especímenes se ensaya con la humedad natural y otro previamente saturado por capilaridad. Alternativas o complementariamente, se efectuarán pruebas de saturación bajo carga.

En el caso de que la cimentación y/o los pavimentos se vayan a apoyar sobre rellenos nuevos compactados, se determinará el peso volumétrico seco máximo y la humedad óptima de los productos de banco. Después se compactará una muestra del mismo suelo al grado de compactación que se pretende lograr en el sitio. Las muestras así compactadas se someterán al ensaye triaxial correspondiente. Ejecutándose mínimo una serie de estas pruebas por cada banco.

### **4.1.3 Trabajos de gabinete**

La empresa de geotecnia debe resolver la cimentación de la torre (tipo de cimentación y profundidad de desplante), muros de contención en caso de requerirse, empuje sobre elementos de contención y análisis de estabilidad de taludes, determinación de capacidad de carga, cálculo de asentamientos, corte estratigráfico, conclusiones, recomendaciones y reporte fotográfico.

Cuando el geotecnista tenga en sus manos toda la información de campo y de laboratorio, procederá a la construcción de la columna estratigráfica de cada sondeo (pozo), dibujando las propiedades geotécnicas relevantes de cada estrato de suelo. Para que el corte estratigráfico sea real, el nivel de boca de sondeo debiera estar referido al plano topográfico del terreno

El análisis por efectuar incluirá análisis de capacidad de carga, cálculo de deformaciones de las cimentaciones (asentamientos o expansiones), clasificación para pago de excavaciones. Adicionalmente podrá requerirse análisis geotécnico de empuje sobre muros de retención, análisis de estabilidad de taludes, cálculo de etapas de excavación, determinación de sistemas de bombeo, etc. El geotecnista será responsable de establecer las soluciones de su área.

Habiendo definido lo anterior se procederá a la preparación del reporte geotécnico.

### **4.1.4 Contenido del reporte geotécnico**

El reporte final tendrá el propósito de aportar las recomendaciones para el diseño de las cimentaciones y mejoramientos, describiendo el procedimiento constructivo, evitando ambigüedades, uso de términos apreciativos y dando información innecesaria o redundante, debiendo contener los siguientes capítulos e información:

- **Resumen ejecutivo.**
- **Antecedentes.**
- **Exploración del subsuelo y ensayos de laboratorio.**
- **Geología y sismicidad.**
- **Condiciones estratigráficas.**
- **Análisis de cimentaciones.**
- **Conclusiones y recomendaciones.**
- **Anexo I.- Figuras.**
- **Anexo II .- Reporte Fotográfico**

**Resumen ejecutivo** - Este capítulo tiene como finalidad permitir al interesado o usuario del estudio, conocer en forma concreta, clara y resumida los antecedentes generales del proyecto, condiciones actuales del predio geología y sismicidad de la zona, estratigrafía del predio, soluciones de cimentación, incluyéndose sus recomendaciones y conclusiones.

**Antecedentes** - En este capítulo se describirá brevemente el motivo del estudio, así como en forma general el proyecto o anteproyecto, indicando localización, características generales, condiciones topográficas y actuales del predio, así como cualquier otra información que se considere sea necesario conocer para efectuar los análisis de mecánica de suelos.

**Exploración del subsuelo y ensayos de laboratorio** - En este capítulo se describirán primeramente los trabajos de exploración efectuados con objeto de definir la estratigrafía y obtener muestras representativas, indicándose ubicación, tipo numérico y profundidad de cada sondeo. Asimismo, y como segunda parte se indicarán los ensayos de laboratorio efectuados y los resultados obtenidos, lo anterior con objeto de determinar las propiedades índice, gravimétricas y mecánicas de resistencia y compresibilidad

**Geología y sismicidad** - Apoyándose de antecedentes bibliográficos y de los trabajos de exploración efectuados, se establecerá la geología regional de la zona y la historia sísmica, incluyéndose los coeficientes sísmicos para el diseño estructural.

**Condiciones estratigráficas** - En este se describen las condiciones estratigráficas del subsuelo en el sitio, con apoyo en los cortes y perfiles estratigráficos, donde se marca la posición de las futuras estructuras, secuencia estratigráfica en base al sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS), posición del nivel de aguas freáticas (NAF), resistencia a la penetración estándar, compresibilidad, expansibilidad, resistividad y cualquier otra propiedad relevante y necesaria para los análisis.

**Análisis de cimentaciones** - En este se describen los análisis realizados para definir el tipo de cimentación idóneo para la estructura en proyecto (Torre); teniendo en cuenta las propiedades del subsuelo; y las características estructurales de funcionamiento, indicándose el origen de magnitud de la presión de reacción admisible y deformaciones probables (asentamientos y expansiones en su caso), así como los empujes que soportarán las estructuras de retención, etc, en caso necesario y para un entendimiento en forma más clara se elaborarán las figuras necesarias.

Además se indicará la secuencia constructiva de las cimentaciones, elementos de contención y estabilidad de taludes, haciéndose la observación que las recomendaciones deberán de ser prácticas y congruentes.

El despacho o firma encargada del estudio de mecánica de suelos conservará durante un periodo mínimo de un año, un expediente con toda la información que no haya sido incluida en el reporte y que permita eventualmente efectuar una revisión o discusión de sus conclusiones. Este expediente deberá contener anotaciones de la visita de inspección de campo, registros detallados de las pruebas de laboratorio y memorias de cálculo geotécnico (cimentaciones, estabilidad de taludes, empujes sobre muros, etc).

#### **4.1.5 Información preliminar requerida**

Para la correcta planificación de cada una de las etapas de trabajo necesarias para la ejecución del estudio de mecánica de suelos y descritas anteriormente, el contratante deberá proporcionar como mínimo la siguiente información:

- Nombre del proyecto.
- Dirección del predio en estudio.
- Nombre, dirección y teléfono de la persona o personas encargadas del predio.

- Carta en la que se autorice la ejecución de los trabajos.
- Carta en la que se informe a quien corresponda la ejecución de los trabajos y se soliciten permisos y facilidades necesarias para la correcta ejecución de los mismos.
- Levantamiento topográfico del predio, incluyendo planta y elevación.
- Proyecto o anteproyecto arquitectónico.

#### 4.1.6 Tiempo de ejecución

El tiempo de ejecución de los trabajos depende básicamente del tipo y profundidad de los sondeos, así como el tipo de ensayos por realizar en el laboratorio. En la Tabla 3 se anota el número de días hábiles promedio (Incluyendo sábados) necesarios para la entrega del reporte geotécnico final, a partir del primer día de exploración en campo y en base a la clasificación del suelo y propuesta de exploración indicada en la Tabla 4.2

**Tabla 4.3 - Tiempo de ejecución**

Clasificación de Depósito Tiempo (Días hábiles)	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	15	15	20	20	18	12	18	20	*

\* Depende de la exploración que proceda

En los proyectos cuyo subsuelo se haya clasificado como C, D y H, los días anotados son para estudios en ciudades localizadas dentro de un radio de 100 km con respecto a la Ciudad de Mexico (base de operaciones supuesta que hará el geotecnista). Por cada 100 km adicionales de distancia, se agregarán dos días más de traslado de equipo de exploración: uno en viaje de ida y otro de regreso con muestras.

## 4.2 Normas y criterios para el análisis y diseño de torres

Toda construcción debe contar con una estructura que contenga características adecuadas para asegurar su estabilidad bajo cargas y que les proporcione resistencia y rigidez suficientes para resistir los efectos combinados de las cargas que actúen en cualquier dirección.

Para este caso en particular se especifica el procedimiento a seguir para el análisis y diseño de torres que de hacerse de esta manera obtenga una estructura cuyo comportamiento corresponda al tipo idóneo.

#### **4.2.1. Documentos a entregar**

Para cada torre se deberá entregar una memoria de cálculo impresa con respaldo electrónico que contendrá la siguiente información en el orden especificado.

- Descripción del proyecto.
- Análisis de cargas.
- Análisis y diseño estructural de la torre.
- Diseño de conexiones.
- Diseño de cimentación.
- Firma de Perito, Director Responsable de Obra o Corresponsable en Seguridad Estructural, según aplique en la región correspondiente, que avale la Memoria de Cálculo para cada Sitio.

Para la recepción de materiales en sitio se deberá contar con toda la información anteriormente descrita ya que por ningún motivo se procederá a la instalación de la estructura.

Como primer punto deberá presentar una breve descripción de la estructura, señalando sus características principales, así como consideraciones a tomar para su diseño.

#### **4.2.2 Análisis de cargas**

##### **Análisis de fuerzas gravitacionales**

Carga Muerta - Antenas celulares, parábolas, feeders, cama guía de onda, escalera, plataforma triangular y/o descanso (si procede).

Carga Viva - Personal para su instalación, se considerarán 450 kg. (4 personas de 112.5 kg cada una). La carga muerta correspondiente al peso de la antenas se tomará directamente de la información proporcionada por el fabricante.

## **Análisis de fuerzas por viento**

El procedimiento y criterio a seguir para la realización del diseño por viento será el estipulado en el Manual de Diseño por Viento (MDV) emitido por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) edición 1993.

Las cargas de viento se calcularán por medio de un análisis dinámico. Se deberán incluir en la memoria de cálculo todos los parámetros considerados, así como la totalidad del procedimiento:

### **Clasificación de la estructura**

#### **a) Clasificación de la estructura según su importancia**

Se refiere al grado de importancia necesario para asegurar que una estructura cumpla adecuadamente con las funciones para la que ha sido destinada. Las estructuras tipo torres destinadas a comunicaciones son consideradas dentro del grupo A debido al alto grado de seguridad que requieren para su diseño (MDV de la CFE, inciso 4.3).

#### **b) Clasificación de la estructura según su respuesta ante la acción del viento**

De acuerdo con la sensibilidad de la estructura ante los efectos de ráfagas de viento de corta duración y a su correspondiente respuesta dinámica debida a su geometría, las torres se clasifican en estructuras tipo 2 (MDV de la CFE, inciso 4.4).

### **Determinación de la velocidad de diseño $V_D$**

La velocidad de diseño  $V_D$  es la velocidad a partir de la cual se calcularán los efectos del viento sobre la estructura o sobre cualquier componente de la misma. Se obtendrá en km/hr. a partir de la siguiente ecuación:

$$V_D = F_1 F_2 V_R$$

donde:

$F_T$  Es un factor que depende de la topografía del sitio, de acuerdo a la Tabla 1.5 (MDV de la CFE, inciso 4.6.4).

$F_\alpha$  Factor que toma en cuenta el efecto combinado de las características de exposición locales, del tamaño de la construcción y de la variación de la velocidad del viento con la altura (MDV de la CFE, inciso 4.6.3).

$V_R$  Velocidad regional que le corresponde al sitio donde se construirá la torre en km/hr, correspondiente a un periodo de recurrencia de 200 años (MDV de la CFE, inciso 4.6.2).

Factor de exposición  $F_e$

El factor de exposición se calcula con la siguiente expresión:

$$F_\alpha = F_c F_{rz}$$

donde:

$F_c$  Es el factor de tamaño que toma en cuenta el tiempo en el que la ráfaga del viento actúa de manera efectiva sobre la construcción de dimensiones dadas (MDV de la CFE, inciso 4.6.3.1).

Debido a las características de las estructuras (torres y monopolos) se deberá considerar un  $F_c = 1.00$  (análisis dinámico inciso 4.9.2).

$F_{rz}$  Es el factor de rugosidad y altura que establece la variación de la velocidad del viento con la altura  $Z$ , en función de la categoría del terreno y del tamaño de la construcción, a partir de las siguientes ecuaciones:

$$F_{rz} = 1.56 (10/\delta)^{0.2} \quad \text{si } Z \leq 10$$

$$F_{rz} = 1.56 (Z/\delta)^\alpha$$

$$F_{rz} = 1.56$$

$$\text{si } 10 < Z < \delta$$

$$\text{si } Z \geq$$

Los coeficientes  $\delta$  y  $\alpha$  definidos en la tabla 1.4, están en función de la categoría del terreno (MDV de la CFE tabla 1.1) y de la clase de la estructura según su tamaño.

La obtención de la presión dinámica de base  $q_z$ , es la presión que ejerce el viento y que se determinará con la siguiente ecuación:

$$q_z = 0.0048 G V_0^2$$

donde:

**G** Es el factor de corrección por temperatura y por altura con respecto al nivel del mar, adimensional determinada por la expresión:

$$G = 0.392 \Omega / 273 + t$$

**$\Omega$**  Es la presión barométrica

**t** Es la temperatura ambiental definidos en la tabla 1.7

**$V_0$**  Es la velocidad de diseño en km/hr. la cual sufrirá variaciones en función de la considerada.

Determinación de las presiones en la dirección de viento  $p$ . (Manual de Diseño por Viento CFE, inciso 4.9.3.1).

La presión total en la dirección del viento se calculará con la siguiente expresión:

$$P_z = F_g C_a q_z$$

donde:

**$F_g$**  Es el factor de respuesta dinámica debida a ráfagas calculada según se describe en el MDV de la CFE inciso 4.9.3.3.

**C<sub>a</sub>** Es el coeficiente de arrastre adimensional que depende de la forma de la estructura, en el inciso 4.9.3.6.

**q<sub>z</sub>** La presión dinámica de base en la dirección del viento de kg/m<sup>2</sup> en el inciso 4.7.

**a)** Determinación de F<sub>g</sub> (factor de respuesta dinámica debida a ráfagas).

Para el cálculo del factor de respuesta dinámica debida a ráfagas deberán de tomarse las siguientes consideraciones:

El coeficiente de amortiguamiento crítico “  $\xi$  ” deberá considerarse con valor de 0.01 para torres autoportadas, arriostradas y monopolos.

La frecuencia natural de vibración de la construcción no deberá considerarse directamente del resultado arrojado por el programa de cómputo utilizado para el calculo de la estructura.

La condición de carga para el cálculo de la frecuencia natural de vibración comprende únicamente el peso propio de la estructura y la carga muerta aplicada al modelo (peso de equipo, plataforma y accesorios).

**b)** Determinación del coeficiente de arrastre C<sub>a</sub> (Manual de Diseño por Viento CFE, incisos 4.8.2.2 a 4.8.2.12).

### **Torres.**

Se determinará sólo una relación de solidez para cada tramo de la torre en estudio, considerando como área expuesta, la sumatoria de las áreas correspondientes a piernas, diagonales, montantes, celosía, cables, escalera, y en general, todo lo que represente un área de exposición sobre la cara de barlovento.

A partir de la relación de solidez obtenida, se asignará un coeficiente de arrastre C<sub>a</sub> para cada tipo de sección: plana o circular. Se deberá utilizar las tablas 1.25 y 1.27 (MDV de la CFE), atendiendo las notas correspondientes a las mismas.

Se calculará un coeficiente de arrastre  $C_a$  total que se utilizará en toda la sección considerada. Este coeficiente de arrastre se calculará con la siguiente ecuación:

$$C_{a \text{ tramo}} = (A_{\text{pernas}} \times C_{a \text{ pernas}} + A_{\text{planos}} \times C_{a \text{ planos}} + A_{\text{cables}} \times C_{a \text{ cables}}) / A_{\text{total expuesta}}$$

donde  $A_{\text{planos}}$  incluye la suma de todas las áreas de elementos planos consideradas en la torre: diagonales, celosía, montantes, etc.

### Monopolos.

Los coeficientes de arrastre a considerar para el cálculo de fuerzas sobre el cuerpo del monopolo serán los indicados en la tabla 1.28 (Manual de Diseño por Viento CFE).

### Parábolas y Antenas.

Debido a que no existe una normatización en nuestro país para asignar coeficientes de arrastre para este tipo de equipo, las fuerzas de viento se calcularán directamente a partir de las medidas experimentales tomadas por los fabricantes del equipo.

La velocidad considerada por el fabricante corresponde a 200 km/hr. por lo que la conversión a la velocidad de diseño correspondiente en cada análisis deberá efectuarse con la ecuación siguiente:

$$\text{Fuerza en equipo} = (V_{\text{diseño}}/V_{\text{catálogo}})^2 \times \text{Fuerza de catálogo}$$

Cálculo de fuerzas en la dirección del viento (Manual de Diseño por Viento CFE, inciso 4.9.3.2).

La fuerza total  $F$  sobre la estructura debida al flujo del viento, se expresa como la sumatoria de cada fuerza que actúa sobre el área expuesta de la estructura (o parte de ella) a una altura  $Z$  dada según la expresión:

$$F = \sum F_z = \sum P_z A_z$$

### **Cálculo de áreas de exposición.**

- a) Las áreas serán calculadas para cada tramo definido por los montantes, separando el área total en área de miembros de sección transversal circular, y área de miembros de lados planos.
- b) Para el cálculo de áreas únicamente se considerará la cara frontal de la estructura donde actúa directamente el viento, cara de barlovento (ver sección de comentarios, C. II inciso 4.8.2.11.3 del Manual de Diseño por Viento CFE).
- c) El área total expuesta por tramo será la que se multiplicará por el  $C_a$  tramo determinado en el inciso anterior de este documento.

### **Análisis de fuerzas debidas a sismo.**

En este tema en específico se hará énfasis a la fuerza por viento de la estructura, pero no obstante a esto se deberá omitir lo estipulado en el Manual de Diseño por Sismo emitido por la CFE edición 1993.

Deberá presentarse el procedimiento de obtención de espectro de diseño.

#### **4.2.3. Análisis y diseño estructural de la torre**

Deberá realizarse en el software que impere en su momento o en su caso, utilizar una versión anterior a éste para el análisis y diseño estructural de la torre.

Para la realización del análisis se deberán incluir las siguientes consideraciones:

Condiciones de Apoyo

Autosoportadas	Articuladas en sus tres apoyos.
Arriostradas	Articuladas en apoyo central y anclajes, restringida en el sentido gravitacional.
Herrajes especiales	Restringido en sus tres direcciones.
Monopolos	Restringido en sus tres direcciones.

### **Modelación, análisis y diseño de la estructura.**

La estructura se deberá diseñar como “estructura en el espacio”. En caso de torres autoportadas y arriostradas podrán liberarse los miembros diagonales y celosía para que trabajen como armaduras.

Las fuerzas de viento se aplicarán puntual y perpendicularmente sobre los nodos de las piernas y/o montantes de la estructura correspondientes a la cara frontal, en cada nivel considerado.

Los miembros de la estructura se diseñarán conforme al Código del AISC 9ª edición.

Para miembros tipo diagonales y celosía en torres deberá revisarse que las longitudes a considerar en la relación de esbeltez  $KL/r$  sea la longitud real del elemento. La longitud y el parámetro  $K$  para miembros de monopolos deberá ser la altura total de la estructura y  $K=2.0$  respectivamente.

En torres arriostradas deberá de aplicarse la fuerza de viento en la dirección más crítica según la ubicación de las retenidas. Deberá tenerse especial cuidado en su modelación al especificar los miembros a tensión o cable. En caso de declarar las retenidas como miembros cable, la tensión inicial deberá ser calculada en función de su longitud, área de la sección y en base a la información técnica proporcionada por el fabricante. Dicha información deberá ser entregada como parte de la memoria de cálculo para justificar los valores empleados. El área de la sección del cable a considerar para el cálculo corresponderá a  $7/9$  del área sólida del cable.

El acero a utilizar para el diseño será tipo A-36.

**Resultados** - Los resultados que deberán incluirse en la memoria serán los siguientes:

- Archivo de entrada.
- Topología de la estructura (con el sistema coordinado visible e identificación de nodos).
- Resultado total de fuerza aplicada por cada condición y combinación de carga.
- Reacciones en los apoyos y deflexión máxima para las siguientes condiciones de carga:

Peso propio

Carga muerta + carga viva

**Viento**

Peso propio + carga muerta + carga viva

Peso propio + carga muerta + viento

Peso propio + carga muerta + sismo

- Frecuencia natural de vibración de la estructura, considerado únicamente su peso propio y el peso correspondiente a las antenas.
- Comparación de la deflexión máxima contra la deflexión permisible horizontal.
- La deflexión máxima horizontal se calculará para una velocidad de operación  $V_{op}=130$  km/hr. Debera incluirse la totalidad del análisis para la obtención de las fuerzas de viento y el análisis para obtención de desplazamientos.
- Revisión del diseño de los miembros principales incluyendo RI ( $RI < 1.33$ )
- Respaldo en archivo electrónico.

**Nota:** Deberán considerarse los resultados mas desfavorables, ya sea para el caso por acción del viento o por fuerzas sísmicas.

**4.2.4 Diseño de conexiones**

Deberá presentar el diseño de conexiones principales entre miembros principales secundarios y miembros secundarios-secundarios de acuerdo al código AISC 9a edición y al Reglamento de Construcciones del Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias vigentes.

**4.2.5 Diseño de cimentación**

Para el diseño de la cimentación se tomará como válido el criterio utilizado por el RCDF y sus Normas Técnicas Complementarias. En casos especiales podrán usarse los criterios contenidos en las Normas del ACI-318 edición 1995 (American Concrete Institute).

Se deberán incluir todos los datos y parámetros utilizados así como la totalidad del procedimiento con las condiciones correspondientes.

- Mecánica de Suelos
- Cálculo del peso de la cimentación
- Revisión por volteo.

**Cálculo del momento actuante** - Se calculará apartir de los resultados del análisis de la torre, condición de carga PP+CM+viento ó PP+CM+sismo.

**Cálculo del momento resistente** - Para el cálculo del momento resistente se considerará el peso propio de la estructura (tomado de la corrida del análisis la condición peso propio), y el peso de la cimentación, para la cual se utilizará un peso específico del concreto igual a 2.4 ton/m<sup>3</sup>.

La relación del momento resistente con el momento de volteo no deberá ser menor a 2 (Manual de Diseño por viento CFE inciso 4.1).

### **Revisión por capacidad de carga del terreno**

La revision de la capacidad de carga del terreno se realizará por el método de plastificación total o áreas reducidas según las NTC del RCDF.

$$q_{ma} = P / A$$

donde:

- A Es el área de la losa de la zapata calculada reduciendo la longitud de cada lado dos veces el valor de la excentricidad, definida como el cociente del momento de volteo y el peso total

Deberá considerarse el peso del relleno al calcular las presiones de contacto de la cimentación.

Los esfuerzos resultantes deberán ser menores a la capacidad de carga admisible del terreno que marca el estudio de mecánica de suelos correspondientes.

**Nota:** Para el caso de monopolos los elementos mecánicos se tomarán suponiendo que actúan en un angulo de 45°, calculando sus componentes, y siendo estas las que se apliquen para la revisión unicamente de los esfuerzos sobre el terreno, como se puede apreciar en la figura 4.2.

**Diseño por flexión** - Para el cálculo de las presiones de contacto se considerará la longitud total de la losa en voladizo, no obstante que las NTC disminuyan un peralte efectivo la distancia.

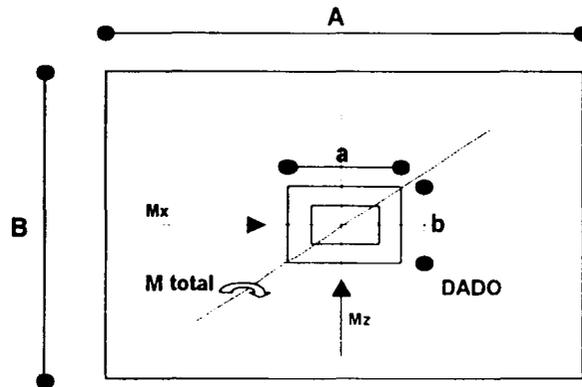


Figura 4.2 - Descomposición de momento a aplicar para revisión por capacidad de carga en monopolos

El valor de las presiones de contacto que se utilizarán para el cálculo del momento de diseño será el resultante del  $q_u$  (sin considerar el peso de relleno).

**Revisión por cortante** - Se revisará como viga ancha considerando como fuerza cortante que toma el concreto  $V_u$  permisible:

$$V_{CR} = F_R b d (0.2 + 30p) \sqrt{f^* C}$$

Se revisará por penetración considerando como fuerza cortante que toma el concreto  $V_{CR}$  permisible:

$$V_{CR} = F_R (0.5 + \gamma) \sqrt{f^* C} + F_{R2} \sqrt{f^* C}$$

Que deberá ser mayor que el máximo esfuerzo actuante calculado a partir del área de la sección crítica.  
Croquis con diseño final incluyendo armados.

### Consideraciones generales para el diseño de cimentación.

- Se utilizará concreto clase I de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$  como mínimo.
- El acero de refuerzo será  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .
- El peralte mínimo total para la losa deberá de ser de 30 cm y el recubrimiento de 5 cm.
- El área de acero mínimo en el dado será el requerido por el análisis (flexotensión) pero no menor que  $20/f_y$ .
- El armado del lecho superior de la zapata puede calcularse con acero mínimo por flexión:

$$(0.7\sqrt{f'c / f_y}) b d$$

Sin embargo, no es necesario que el refuerzo mínimo sea mayor que 1.33 veces el requerido por el análisis al considerar la losa de la zapata como cantiliver soportando el peso del relleno actuando sobre ella.

#### 4.2.6. Firma de perito, director responsable de obra o corresponsable en seguridad estructural

Todas las memorias de calculo con los requisitos antes mencionados deberán ser avaladas por un perito, director responsable de obra o un corresponsable en seguridad estructural según la reglamentación vigente de cada estado. Se deberá anexar la documentación que acredite su capacidad para ejercer dichos nombramientos

#### 4.2.7 Criterios para el análisis y diseño de torres

Para el diseño estructural de la Torre Autosoportada y Arriostrada se deberá considerar la instalación de una plataforma triangular de 5.0 m por cara y peso de acuerdo al fabricante, soportada en el cuerpo de la torre. En plataforma se considerara la instalación de 4 tubos de 2" de diámetro y 3.0 m de longitud por lado de plataforma. Todos sus elementos deberán ser galvanizados y pintados si se requiere.

La plataforma deberá ser giratoria para facilitar su orientación (+60°) y se instalará un pasillo perimetral con metal desplegado sin planchar (metal red ¼" N° 9) con marcos a base de ángulos de 2" x 3/16" y ancho de 60 cm, cuidando en su fabricación y diseño que los de apoyo tengan la resistencia suficiente

para soportar a tres personas de 80 kg cada una distribuidas en la posición más desfavorable ó 70 kg/m<sup>2</sup> de carga viva.

La base de la plataforma se considerará a 3.0 m por debajo de la cúspide de la torre, al igual que las antenas celulares.

La rigidez del barandal de la plataforma deberá ser totalmente independiente de los soportes de las antenas.

En la torre monopolar se deberá considerar la fabricación de una plataforma circular de 80 cm de ancho. Será posible la instalación de un sector andador circular de 80 cm ó una plataforma triangular sobre el cuerpo del monopolo con las respectivas cargas de la plataforma por solicitud de alguna organización de vecinos ó de alguna dependencia y/o municipio.

El paso de la escalera a la plataforma no deberá ser obstruido por los elementos de la plataforma.

En los casos en que las antenas cuenten con un kit de montaje que incluya un perfil que tenga la función del tubo de 2" cédula 40, se podrá omitir, para no sobrecargar la plataforma.

Se deberán considerar en el analisis de la estructura un total de 4 antenas de microondas tipo parábola, 2 de 0.60 m y 2 de 1.80 m de diámetro para torres autosoportadas y arriostradas, para el caso de monopolos se consideraran 2 antenas parabólicas de 0.60 m y 2 de 1.20 m de diámetro.

La ubicación de antenas de microondas se supondrá de la siguiente manera: una parábola de 1.80 m de diámetro y otra de 0.60 m de diámetro en la cúspide, y las dos restantes a 4.0 y 5.0 m por debajo de la altura máxima de la torre

Las parábolas de diametro de 1.80 m se consideraran de frente a la acción del viento, mientras que para las de diametro de 0.60 m se supondran con una posición de 90°.

Para torres con seccion en planta menor a 90 cm se diseñarán para el número de antenas (celulares y microondas) que requiera el sitio en particular, esta estructura no contará con plataforma triangular, las antenas se fijarán con soportes al cuerpo de la torre.

Para la exposición de cables se considerarán 15 líneas de  $\frac{7}{8}$ " y 2 líneas de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro para microondas, 1 cable del N° 2/0 del pararrayos y 1 cable de uso rudo de  $\frac{3}{4}$ " de diámetro para el sistema de iluminación.

Todas las líneas sobre el cuerpo de la estructura de la torre se consideran como área de oposición al viento (se debe incluir la escalera y cama guía de ondas). Para su análisis estructural se considerarán los tipos de carga, carga muerta (CM), carga viva (CV), y carga accidental (CA) como es el viento y/o sismo, con los cuales se deberán hacer combinaciones y regirá finalmente la más desfavorable.

Se deberá considerar la cama guía de ondas de 18 barrenos para el mismo número de líneas (detalles de instalación) para fines de cotización se considera la cama guía de ondas como parte del cuerpo de la torre mas 15.0 m. en forma horizontal, incluyendo la curva vertical del cambio de dirección (cualquier tramo de cama excedente se considerará como material extra).

Para el apoyo de la cama guía de ondas horizontal se tendrán postes de 2  $\frac{1}{2}$ " de diámetro cédula 40 a cada 3.0 m con altura promedio de 3.20 m que al igual que la plataforma y torre será galvanizado y posteriormente pintado de acuerdo a su posición.

La cama guía de ondas podrá ser de aluminio, previa verificación y autorización del área que realizó el proyecto

Para torres arriostradas, las retenidas deberán tener un desarrollo no menor al 40% de la altura de la torre (detalles de instalación), y para el caso de 3 retenidas los ángulos que formen las retenidas en planta deberán ser de  $120^\circ \pm 10^\circ$ . Para cualquier caso fuera de estas indicaciones se deberá avalar por el área que realizó el proyecto y la supervisión de obra.

Se utilizara un triangulo estabilizador o estrella antitorsión cuando la estructura de la torre tenga plataforma o parábolas de más de 1.20 m de diámetro o cualquier elemento que le pueda ocasionar torsión a la estructura. Sin embargo se puede omitir si el análisis particular de la estructura lo justifica.

El triángulo estabilizador o la estrella antitorsión deberá estar colocada inmediatamente abajo del elemento que le esté provocando la torsión a la estructura.

Se recomienda que todas las retenidas estén al mismo nivel y de ser posible también al nivel de desplante de la torre.

En cada sitio y en cada caso de estructura, deberá ser respaldado debidamente por un análisis tridimensional y diseño estructural, así como por la entrega de planos estructurales de la torre antes de su instalación.

Para cualquier caso fuera de estas indicaciones se deberán avalar por el responsable del proyecto y la supervisión de obra.

En el caso de estructuras sobre un inmueble existente para sitios propios, el contratista será el responsable de la construcción y/o refuerzo del inmueble.

En las estructuras ubicadas sobre un inmueble existente para sitios "llave en mano", el responsable del proyecto y la supervisión de obra serán los responsables de aprobar los trabajos de refuerzo cuando el inmueble lo requiera. sin embargo la verificación de la correcta ejecución de estos trabajos será responsabilidad de la supervisión de obra

El proveedor de la torre, entregará en un plazo de 5 días, posterior al recibir el pedido, la información que se especifica a detalle en las **Normas para el Análisis y Diseño de Torres de Comunicación y Cimentaciones**.

Dicha Información debe ser entregada al responsable del proyecto, el cual dará el visto bueno del diseño estructural. sin este Vo Bo no se podrá empezar ningún trabajo relacionado con la torre. El diseño de la cimentación debe ser entregado 3 días hábiles después de recibir el estudio de mecánica de suelos.

Para la recepción de materiales, se deberá contar con toda la información anteriormente descrita ya que por ningún motivo se procederá a la instalación de la estructura.

El análisis y diseño de la estructura se regirá bajo los códigos: Manual de Diseño de Obras Civiles de la CFE edición 1993, RCDF y sus Normas Técnicas Complementarias vigentes; AISC. (9ª edición), Código ASTM y reglamentos vigentes de la localidad en que se instalará la estructura. Así también, deberá cumplir con los siguientes requisitos de diseño:

- Torsión máxima de  $+0.3^\circ$ .
- Oscilación máxima de  $+0.75^\circ$  en el tope de la torre.

El incumplimiento a las presentes normas (NCADT) será responsabilidad de la supervisión de obra.

### **4.3 Normas para el diseño y construcción de estructuras de concreto**

Estas normas tienen el propósito de fijar criterios y métodos que deben considerarse en la calidad de los materiales y procedimientos en la elaboración del concreto reforzado, así como pruebas de calidad que deben cumplirse antes, durante y después de su fabricación así como el diseño del mismo.

#### **4.3.1 Criterios para el análisis y diseño de torres**

Esta especificación se aplicará a cimentaciones y estructuras de concreto reforzado.

Todo diseño y construcción de estructuras de concreto deberá cumplir con lo estipulado en el RCDF, y sus Normas Técnicas Complementarias vigentes.

El objeto de estas especificaciones es:

- Establecer los requisitos de calidad de los materiales de construcción para estructuras de concreto.
- Señalar los procedimientos a seguir al fabricar, transportar y colocar los materiales de construcción y obtener un material de óptima calidad.
- Señalar los requisitos de muestreo y pruebas de calidad que deben cumplir antes, durante y después de su fabricación.

### 4.3.2. Materiales

#### Cemento

**Requisitos químicos** - Todo cemento que se utilice será tipo Portland y se ajustará a las especificaciones ASTM C-150 "Especificaciones para cemento Portland" y podrá ser tipo I, II ó III, (designación ASTM), la selección del tipo adecuado de cemento, en cada caso, deberá hacerla la supervisión de obra.

**Requisitos físicos** - Para el cemento que se emplee en la elaboración de concreto no expuesto al ataque de sulfatos o de otra índole, deberán cumplirse los requisitos físicos de la norma oficial de calidad DGN C-1 última edición y de acuerdo con su tipo.

**Suministros** - El cemento que se utilice en la obra deberá ser de una marca de reconocida calidad. En lo posible, se utilizará solo una marca de cemento para todo el trabajo.

El origen del cemento será tal que produzca un color uniforme en todo el concreto aparente y la temperatura del cemento no será en ningún caso mayor de 50°C. a la hora de la entrega.

**Almacenamiento** - El cemento deberá estar en almacenes techados, bien ventilados, separados del suelo para evitar humedad y de tal manera que se evite el deterioro o la contaminación de cualquier naturaleza. El cemento almacenado por más de un mes, deberá verificarse que no ha sufrido deterioro alguno y no se utilizará aquel cemento que esté parcialmente humedecido, apelmazado o deteriorado en otra forma.

**Agua** - El agua que se utilice en la fabricación del concreto deberá estar limpia, potable y libre de aceites, ácidos, hidróxidos, aguas negras, materia orgánica y otras sustancias que puedan ser nocivas para el concreto o para el acero de refuerzo. Si así lo requiere, la supervisión solicitará análisis físico-químico del agua que se utilizará en el concreto, para determinar su dureza (contenido de sales) y alcalinidad (determinación del PH), así como color, olor, sedimentación, turbiedad y conductividad específica.

## Agregados

**Obtención y manejo** - Las fuentes donde se intenta obtener los agregados deberá ser aprobada por la supervisión de obra, quien antes de otorgarla puede solicitar las pruebas que considere necesarias.

La aprobación de un banco de materiales, en su caso, no se interpretará como aprobación de todos los materiales tomados de ese banco y se hará responsable al contratista por la calidad especificada de todos esos materiales usados en la obra.

**Depósito de agregados** - El contratista desmontará y desplantará cuidadosamente el área del depósito en el cual serán colocados los agregados eliminando árboles, raíces, matorrales, césped, tierra vegetal, arena, grava inapropiada, etc.

**Requisitos para agregados en general** - Los agregados se ajustarán a la especificación ASTM C33, "Standard Specification for Concrete Aggregates", y deberán provenir de minas de arena azul o plantas trituradoras de basalto (para concreto) y bancos de materiales clasificados (para rellenos y terraplanes).

**Agregados para fabricar concreto** - El agregado fino consistirá en arena limpia angulosa lavada, natural o triturada de graduación uniforme. El agregado grueso será grava lavada o roca triturada que consista de fragmentos duros, fuertes y durables; el agregado fino y el grueso se consideran constituyentes diferentes de la mezcla y por lo tanto, deben almacenarse por separado.

**Agregados para elaborar rellenos o terraplenes** - Para el caso de rellenos se utilizará un material fino y cohesivo (tepetate), esto con la finalidad de garantizar la compactación solicitada por la supervisión ya que difícilmente se podrán hacer pruebas de compactación en el sitio.

Para el caso de terraplenes, se utilizará la grava cementada cuidando de respetar la proporción y/o graduación de los agregados finos y gruesos que posteriormente se indicarán.

## Graduación

**Agregado fino (arena)** - El agregado fino tendrá un módulo de finura no menor de 2.5 mm ni mayor de 3.1 mm y se rechazará aquel agregado que contenga material fino que atraviese la malla N° 200 con

exceso de 7%. Al ser sometido a 5 ciclos de la prueba de sanidad con sulfato de sodio (ASTM C88), no deberá producirse una pérdida mayor al 10% en peso y no debiendo contener arcilla o materia orgánica.

**Agregado grueso (grava)** - Al ser sometido a la prueba de sanidad con sulfato de sodio, el promedio pesado de la pérdida en peso no será mayor del 12%, el tamaño máximo será de 1 ½" (38 mm) a menos que se indique otra cosa, sin presentar forma de laja.

### **Aditivos**

El concreto podrá contener un agente inclusor de aire y un agente reductor de agua.

El contratista especificará por nombre y marca, el agente inclusor de aire que pretenda utilizar, deberá estar de acuerdo con las especificaciones ASTM C260 y será capaz de incluir de 3 a 6% de aire, será completamente soluble en agua y al entrar en la mezcla estará totalmente disuelto.

El agente reductor de agua se ajustará a la especificación hasta C494, tipos A y D, el tipo A se utilizará cuando la temperatura ambiente sea menor a 21°C y el D cuando la temperatura ambiente sea mayor de 21°C.

### **Acero de refuerzo**

El acero de refuerzo se ajustará a la especificación ASTM A615, grado 60 ( $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ ).

Las varillas del N° 2, serán de grado estructural  $f_y = 2,320 \text{ kg/cm}^2$ , y se ajustarán a la especificación ASTM correspondiente.

La malla de refuerzo se ajustará a la especificación ASTM A185.

Todo refuerzo con excepción del N° 2 será corrugado.

**Colocación de refuerzo** - Las barras longitudinales se colocarán según el diseño, pero en paquetes de 2 varillas como máximo, alojando los paquetes próximos a las esquinas de la sección.

Los recubrimientos y separaciones entre varillas serán de 3 a 5 cm (recubrimiento) de acuerdo al tipo de desplante (plantilla o terreno natural) la separación entre varillas será de acuerdo a como lo indiquen los

planos. El refuerzo se amarrará y separará en tal forma que las operaciones de alto grado no alteren su forma o posición y queda prohibido mover el acero de refuerzo durante el colado.

En losas con doble capa de refuerzo, la superior se ligará a la inferior por medio de separadores de acero de refuerzo, de modo que la distancia entre varillas superiores e inferiores sea la indicada en el proyecto. Los separadores se sujetarán por medio de amarres de alambre o puntos de soldadura.

**Dobleces y ganchos** - Las varillas de cualquier diámetro se doblarán en frío y de la siguiente manera. En varillas menores del N° 8 los ganchos de anclaje deberán hacerse alrededor de una pieza cilíndrica, con un diámetro igual o mayor a 6 veces el de la varilla, a 90° ó 180°.

**Anclaje y traslapes** - Los empalmes podrán ser traslapados para varillas hasta No. 6 y soldados a tope para varilla N° 8 ó mayores, y no deben ser en la misma sección, sino alternados.

Los empalmes traslapados tendrán una longitud de 40 veces el diámetro para varillas corrugadas y 60 veces el diámetro para varilla lisa o circular.

Si en una sección se empalma más de la tercera parte del refuerzo, la longitud de traslape debe incrementarse en un 50%

**Separaciones y silletas** - El contratista suministrará y colocará todos los dispositivos (grapas, separadores, silletas) que se necesiten para asegurar que después del colado, el acero de refuerzo cumpla con las tolerancias que se fijan para las varillas del lecho superior.

**Limpieza** - En caso de tener óxido suelto o escamas, estas se removerán utilizando cepillo de alambre o chorro de arena a presión. No se requerirá obtener una apariencia lisa y brillante, sino únicamente la remoción del material suelto, la grasa o aceite se removerán con antorcha de propano o limpiando las varillas con solventes como gasolina.

## **Cimbra**

La cimbra deberá ser lo suficientemente fuerte para resistir la presión resultante del vaciado y vibración del concreto, estar sujeta rigidamente en su posición correcta y lo suficientemente impermeable para evitar la pérdida de la lechada.

**Materiales** - La cimbra podrá ser metálica, de duela cepillada o de triplay impermeable de 1.8 cm. En caso de emplearse triplay o duela se deberá cepillar después de cada uso y el número de éstos estará limitado al espesor y al estado del material.

**Lubricación, limpieza e impermeabilización** - Antes de colocar el refuerzo, se barnizará la cimbra con una capa de aceite mineral ligero u otro lubricante que no manche el concreto. Al iniciar el colado, la cimbra deberá estar limpia y exenta de toda partícula suelta, se regará con agua la cimbra antes de colar.

**Aberturas** - Según sea el caso, la parte inferior de la cimbra estará provista de aberturas que permitan la inspección del fondo para ejecutar y verificar su limpieza antes del colado. En miembros de gran peralte, se dispondrá de aberturas para facilitar el colado en una altura de caída máxima de 3.5 m.

**Descimbrado** - Los moldes deberán ser removidos sin hacer daño al concreto. El contratista será responsable de cualquier descimbrado que se lleve a cabo antes de que el concreto alcance los 28 días, si se uso cemento tipo I o II, o la edad en que alcance la resistencia especificada; sin embargo, la resistencia mínima de concreto para que se pueda descimbrar se indica en la Tabla 4.4, así como el número de días aproximados en que la alcance, si se trata de cemento tipo I y temperatura ambiente superior a 10°C en todo momento.

**Tabla 4.4 - Resistencia mínima alcanzada del concreto**

Concepto	Resistencia mínima kg/cm <sup>2</sup> (f' = 200 kg/cm <sup>2</sup> )	No. de días
Muros sin carga, cimentaciones y paredes laterales de vigas	35	1
Columnas y muros de carga	90	4
Losas, paredes inferiores de viga (dejar puntales en vigas)	120	6

#### 4.3.3. Fabricación del concreto

**Composición** - El concreto estará compuesto de cemento Portland tipo I, II ó III, según el caso, arena agregado grueso, agua y aditivos como se especifique, todo bien mezclado y con la consistencia apropiada.

**Proporción de mezclas** - Las mezclas se diseñan de manera que se ajusten a los requisitos de la estructura y siguiendo las recomendaciones de la especificación ACI 613, pero en nuestro caso se recomiendan las indicadas en la Tabla 4.5 y el uso de ellas se deja a criterio de la supervisión de obra.

**Tabla 4.5 - Resistencia del concreto alcanzado según su proporción**

T.M.A.	20 mm (3/4")					38 mm (1½)				
$f_c = \text{kg/cm}^2$	100	150	200	250	300	100	150	200	250	300
Proporción cemento volumétrica	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Arena	6 ½	5	4	3	2 1/3	6 1/3	5	4	3 ½	4 ¾
Grava	7	5 ¾	5	4	3 ½	9	7 ¼	6 ½	5 ½	4 ¾

**Concreto premezclado** - Se puede utilizar alternativamente concreto premezclado siempre y cuando, tanto la planta como el equipo de transporte satisfagan los requisitos de la especificación ASTM C94 "Specification for Ready Mixed Concrete". La selección del proveedor y elección del tipo de concreto en este caso deberá ser aprobado por la supervisión de obra, la documentación que deberá certificar será lo siguiente:

- Tipo de concreto
- Tipo de cemento.
- Cantidad de concreto.
- Hora de iniciación de mezclado con agua.
- Hora de descarga del concreto.
- Revenimiento.
- Aditivos utilizados.

La entrega de concreto para un mismo colado deberán ser hechas de manera que no transcurra más de media hora entre dos sucesivas. El concreto se entregará y descargará en la obra antes de una hora, después de mezclar el cemento con agua.

Si al llegar a la obra el tiempo de revoltura hubiera expirado o el revenimiento señalado no satisface a lo requerido, la carga será desechada.

El control y pruebas de laboratorio se dejarán a consideración de la supervisión de obra.

**Revenimientos** - En elementos con altura de colocado mayor de 2.5 m, no se permitirán revenimientos mayores de 11 a 12 cm.

Cuando la facilidad de colado lo amerite o el empleo de vibradores especiales lo justifique, el supervisor de obra podrá utilizar otros revenimientos.

### **Colocación del Concreto**

**Vaciado** - El contratista dará aviso a la supervisión de obra, por lo menos con 24 horas de anticipación al momento de iniciar el colado, esto es con la finalidad de que esté presente en el sitio durante el colado.

En colados en superficies grandes o no confinadas, se iniciará la colocación del concreto por el perímetro

En el caso de muros y trabes, se empezará colocando el concreto en los extremos de la sección respectiva y progresando hacia el centro. En todos los casos el procedimiento evitará la acumulación de agua en las esquinas o de bolsas de aire próximas a la cimbra.

El colado se efectuara con una rapidez tal que el concreto esté en todo momento plástico y fluya fácilmente en los espacios entre varillas del refuerzo.

La capacidad del equipo y personal de colocación serán tales que el colado se mantenga activo en todo momento y libre de juntas frías. no se permitirá que el concreto caiga directamente desde una altura mayor de 1.20 m. cuando se requieran alturas mayores se usarán embudos u otros métodos.

Cuando se presente el caso de juntas de construcción, éstas se harán donde lo indiquen los planos y de acuerdo a especificaciones. Las capas deben ser horizontales, no mayores de 45 cm, evitándose de hacer fluir el concreto de un lado a otro.

En caso de lluvia, el colado se podrá realizar siempre y cuando se proteja esta área, en caso de que se presente lluvia durante el colado, deberán protegerse convenientemente las superficies de concreto fresco.

Cuando se utilicen canalones serán de metal o recubrimiento metálico, con una pendiente 1:3.

Cuando se presente la necesidad de una junta, ésta se hará en planos horizontales o verticales y perpendicular a una de las direcciones del refuerzo.

Cuando se presente la junta en una parte de la estructura en la cual necesariamente debe ser continua se formará una llave de corte en el plano de la liga.

Cuando no se indique en los planos, éstas se harán centradas y de un tercio de la anchura del elemento estructural, con una altura de  $1/3$  a  $1/2$  de su ancho.

**Vibrado** - Todo colado de concreto se compactará por vibración, se picará y moverá con herramienta adecuada haciéndolo fluir completamente alrededor del refuerzo, de elementos empotrados, hacia las esquinas y lugares remotos de la cimbra para que de esta manera se eliminen bolsas de aire o aglomeraciones de agregado grueso.

Los vibradores se utilizarán bajo programa y con supervisión, insertándolos sucesivamente en lugares que no tengan separadores mayores al rango de 50 a 75 cm durante un tiempo de inserción de 5 a 15 segundos. La vibración debe ser transmitida directamente al concreto y no a través del refuerzo, cimbra u otro método.

La cabeza del vibrador se introducirá verticalmente, sin remover con ellos el concreto. No se permitirá aplicarlo horizontalmente.

**Curado y protección** - En toda estructura el concreto fabricado con cemento tipo I, se mantendrá en condiciones de humedad, y protegido según lo apruebe la supervisión de obra, por lo menos los primeros 7 días después de su colocación, y en concreto de alta resistencia (tipo III) será mantenido en forma durante tres días por lo menos. Para fines de curado para cualquier tipo de concreto, se empleará

un compuesto de curado con membrana para conseguir la humedad. El compuesto utilizado se ajustará a la norma ASTM C309 y de acuerdo a la información del fabricante.

De acuerdo el periodo de curado y fraguado, el concreto deberá ser protegido de influencias dañinas esfuerzos, golpes, lluvia, agua corriente, etc.

La resistencia alcanzada al terminar el curado será:

- Con concreto normal el 60% del  $f_c$  del concreto.
- Con cemento resistencia rápida (RR) el 80% del  $f_c$  del concreto.

Una vez terminado el proceso, se seguirá curando el concreto con agua o con algún otro procedimiento establecido

#### **4.3.4 Proceso constructivo**

##### **Rellenos**

Las losas de cimentación o plataformas de concreto, se apoyarán sobre terreno mejorado, siguiendo este procedimiento:

- a) Excavación en caja en el área de proyecto, incluyendo banquetas y a la profundidad especificada. Como recomendación se sugiere 0.60 m mínimo, en terrenos de baja resistencia (arcillas o limos blandos) o rellenos heterogéneos y de 0.40 m en terrenos uniformes y resistencia media (tepetate).
- b) La excavación se rellenará con material de banco compactado al 90% de su PVSM en capas no mayores de 15 cm, hasta alcanzar un nivel de 0.30 m en el área de la losa y 0.10 m en el área de banqueta.
- c) En el área de la losa de cimentación y sobre el relleno se colocarán dos capas de 15 cm de espesor de grava cementada con un grado de compactación del 90% de su PVSM, después de concluir estos trabajos se coloca una lámina de polietileno grueso,

traslapándose en sus puntas al menos 35 cm quedando para recibir la losa de cimentación.

**Losa de cimentación** - Se deberán de hacer los trabajos preliminares como es la instalación de la cimbra. Al tener habilitada e impermeabilizada la cimbra, se procede a colocar el acero de refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  así como también se colocará el concreto  $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$  para la losa de cimentación. De acuerdo con la supervisión de obra se podrá dar un acabado a la superficie.

**Banquetas perimetrales** - Para banquetas perimetrales y pisos, el concreto será  $f_c = 150 \text{ kg/cm}^2$  y se colocará sobre el relleno de tepetate en forma alternada para realizar las juntas de construcción, así como la expansión (entre banqueta y losa). El colado se realizará después de haber fijado correctamente la malla electrosoldada 6X6-10/10.

#### 4.3.5. Mortero en bases de equipos y placas

Las placas base de equipos se colocarán a los niveles y alineamientos indicados por supervisión de obra y a continuación se colocará mortero o aditivo estabilizador de volumen, la definición del material será dada por la supervisión de obra, en función de las necesidades o características del equipo a instalar. En caso de utilizar aditivo estabilizador se recomienda el festergROUT NM o similar.

A satisfacción de la supervisión de obra, el espacio en que se inyectará el mortero o aditivo quedará confinado, con aberturas estratégicamente dispuestas para verificar que el llenado es total y para evitar que se formen bolsas de aire. La operación se planeará en tal forma que todo mortero de una base quede totalmente lleno y compactado dentro de los 30 minutos siguientes a la adición de agua a la primera porción de mortero que se prepare.

#### 4.3.6. Disposiciones generales

Para toda estructura de concreto se deberán seguir las especificaciones indicadas en estas Normas para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto (NDCEC).

El incumplimiento a las presentes NDCEC será responsabilidad de la supervisión de obra.

## **4.4 Normas para diseño y construcción de estructuras de acero**

Estas normas tienen el propósito de fijar criterios y métodos que deben considerarse en el diseño y construcción de estructuras de acero, para ello se requiere delimitar las características que deben cumplir los diversos materiales que se seleccionen para el efecto, mismas que rigen en la fabricación, conexiones, soldadura, pruebas, acabados y en sí la construcción de estructuras de acero.

### **4.4.1 Códigos y especificaciones**

El acero estructural será del tipo definido en el "Code of Standard Practice for Steel Building and Bridges" del AISC, última edición.

La fabricación se llevará a cabo de conformidad con la "AISC Specification for the Design, Fabrication and Erection of Estructural Steel for Building" octava edición.

Las conexiones y materiales en que se utilicen pernos de alta resistencia se ajustarán a lo prescrito en la "Specification for Structural Joints Using ASTM A325 o A490 Bolts" del AISC.

Los procesos de soldadura manual que se usen estarán de acuerdo con el "Structural Welding Code D1. 1.75. apendice E y revision 1.76 AWS".

Se deberá tomar en consideración el RCDF y sus Normas Técnicas Complementarias vigentes, así como el Manual del Instituto Mexicano de la Construcción en Acero (IMCA).

### **4.4.2. Materiales**

Acero estructural ASTM A36 "Standard Specification for Structural Steel".

Pernos de alta resistencia ASTM A325 "Standard Specification for High Strengh Bolts for Structural Steel Joints, including suitable Nuts and plain hardened Washers".

Pernos comunes ASTM A307 "Standard Specifications for low carbon Ssteel externally and internally threaded standard fasteners". las tuercas serán hexagonales pesadas "American Standard".

Los electrodos para soldadura manual al arco eléctrico con electrodos metálicos recubiertos, se ajustarán a la especificación AWS A 5.1 "Specifications for mild Steel covered and welding electrodes", la especificación AWS A 5.5 "Specifications for low alloy steel covered and welding electrodes".

#### **4.4.3. Fabricación**

Los detalles de fabricación se ajustarán estrictamente a los planos finales de diseño.

Las piezas se fabricarán correctamente de los tamaños y dimensiones mostradas en estas Normas para Diseño y Construcción de Estructuras de Acero (NDCEA). Los cortes y perforaciones se harán de manera que produzcan superficies y líneas continuas, fieles a los detalles indicados, no se permitirán cortes con soplete de piezas que vayan a quedar expuestas.

Solo se harán aquellas modificaciones en los perfiles o detalles indicados, que sean aprobados por la supervisión de obra

La mano de obra será de buena calidad. las operaciones de corte, punzonada y soldadura se harán con limpieza y se removerán todas las rebabas. Todas las juntas soldadas que vayan a quedar expuestas, se esmerilarán al ras de la superficie circundante.

La soldadura en las juntas a tope de barandales será enrasada.

El fabricante considerará tolerancias al detallar aquellos elementos que se deban ensamblar en otros y proveer holguras razonables para el ajuste de las partes.

El corte del material se efectuará mediante el uso de soplete guiado mecánicamente.

Las juntas deberán estar antes del montaje y en el momento de soldarlas libres de escorias, moho, pintura, tierras, aceite y óxidos debiendo limpiarse con esmeriladora y cepillo de alambre accionado por motor eléctrico, hasta quedar sin rebabas ni gránulos de material.

La soldadura de las juntas deberá hacerse de preferencia con soldadura de arco eléctrico sumergido en aquellas juntas que lo permitan.

Todos los elementos serán fabricados en el taller con las dimensiones anotadas, de manera de que no haya empalmes de campo, excepto en los lugares específicamente indicados y salvo autorización escrita por la supervisión de obra.

#### **4.4.4. Conexiones pernadas o atornilladas**

Todas las conexiones se ajustarán a lo detallado y a lo que se especifica en los planos correspondientes.

Todas las conexiones pernadas o atornilladas se harán utilizando pernos de alta resistencia, pernos normales de acuerdo a las especificaciones ASTM A325 y A307 respectivamente.

#### **4.4.5. Soldadura**

Toda la soldadura deberá ser llevada a cabo por uno de los procesos siguientes:

Soldadura al arco eléctrico con electrodo recubierto.

Soldadura del arco eléctrico sumergido.

En ningún caso se empleará la soldadura al arco eléctrico en gas inerte.

Todos los soldadores que se empleen, deberán estar calificados de acuerdo con las pruebas descritas en el capítulo 4.4.8 de estas NDCEA.

#### **4.4.6. Electrodo**

Todas las soldaduras al arco eléctrico con electrodo metálico recubierto se efectuarán con electrodo E70XX. Las soldaduras al arco eléctrico sumergido se realizará con electrodos F7-EXXX.

Los electrodos E70XX que no se usen dentro de las 4 horas siguientes de haber abierto el empaque o haber sido retirados del horno, se sacarán en la forma descrita, no se debe permitir el uso de electrodos que hayan sido mojados.

Todos aquellos electrodos que llegaran a humedecerse serán rechazados.

La soldadura deberá protegerse de la lluvia hasta que se haya enfriado totalmente.

#### 4.4.7. Proceso de soldadura

El precalentamiento y la temperatura entre "pasadas" estará de acuerdo con lo expresado en la Tabla 4.6.

**Tabla 4.6 - Precalentamiento de la soldadura**

Proceso de soldadura	Espesor de la placa mas gruesa por soldar	Temperatura minima	
Soldadura de arco electrico metalico recubierto Usando electrodos que no sean de bajo hidrogeno	Hasta ¼"	No requiere	
	Mayor a ¼" hasta 1 ½"	150	66
	Mayor a 1 ½ hasta 2 ½"	225	107
	Mayor de 2 ½"	300	150
Soldadura al arco con electrodo metalico recubierto Usando electrodo de bajo hidrogeno soldadura de arco sumergido	Hasta ¼"	No requiere	
	Mayor a ¼" hasta 1 ½"	50	10
	Mayor a 1 ½ hasta 2 ½"	150	66
	Mayor de 2 ½"	107	

Cuando el metal base este a una temperatura igual o menor que 0°C (32°F) se precalentará cuando menos a 21°C (70°F).

Toda soldadura que se aplique debe ser uniforme en ancho y espesor en toda su longitud y cada pasada de soldadura debe ser uniforme, libre de escorias, grietas, porosidades, burbujas y socavaciones, quedando totalmente fundida junto con las pasadas adyacentes de soldadura y con el metal base. Además, la pasada final de cobertura, quedará libre de ondulaciones, no quedará sobredimensionada, ni subdimensionada, ni con depresiones profundas en sentido longitudinal.

Las soldaduras de filete serán del tamaño especificado con garganta completa y piernas de tamaño uniforme

El emparejado, esmerilado y reparacion en general de soldadura, se hara siempre en forma tal que no provoque ranuras, resagues o reduzca el espesor de metal base

En el ensamblado y unión de las partes de una estructura o un miembro compuesto y cuando se soldan placas y piezas diversas de refuerzo a un miembro, la forma de proceder y el orden en que se hagan las soldaduras será tal, que se eviten deformaciones innecesarias.

#### **4.4.8. Pruebas de soldadura**

Las pruebas de soldadura consisten en: pruebas para soldaduras de ranura, pruebas de tensión, pruebas de doblado en la base, pruebas de doblado en la cara, pruebas de doblado lateral, pruebas para soldadura de filete.

Los especímenes para pruebas de tensión sin ser relevados de esfuerzos, deberán cumplir con los esfuerzos de fluencia y ruptura, así como con el alargamiento especificado para el material base.

Las pruebas de doblado deberán hacerse con el dispositivo especial para pruebas de doblado guiado, después de doblar a la probeta ésta no debe mostrar ninguna grieta u otro defecto de abertura que exceda de 3.2 mm medido en cualquier dirección. Las probetas para prueba de soldadura de filete estarán libres de grietas y otros defectos.

La preparación de material base, el tipo de electrodo, su inclinación, a posición de placas de prueba para soldaduras planas, horizontales, verticales y sobre cabeza, deberán ajustarse a lo indicado en los "procedimientos estándar de calificación" de la AWS.

#### **4.4.9. Controles para la soldadura**

##### **Control visual**

La calidad de la soldadura debe ser tal que permita una completa fusión entre metal de aporte y el base.

Toda junta defectuosa se reparará removiendo la soldadura por medio de ARC-AIR y reponiendo en forma adecuada el cordón. Por ningún motivo se permitirá el uso de soplete para remover soldaduras.

La aprobación o rechazo de una junta soldada queda a juicio de la supervisión de obra, quien podrá hacer inspección y pruebas no destructivas de la soldaduras a su criterio.

Los métodos de pruebas podrán ser radiográficas, ultrasónicas y de partículas magnéticas.

**Control radiográfico** - La soldadura de campo será controlado mediante el examen de radiografía o gramografías de las uniones soldadas, la localización de las juntas por radiografías, podrá ser sistemática a juicio del supervisor, quien podrá incluso someter a este control las juntas de taller que le parezcan adecuadas.

De las conexiones principales deberán radiografiarse un 25% en placa superior y 10% en la inferior, el porcentaje de juntas radiografiadas quedará a juicio de la supervisión de obra.

#### **4.4.10 Acabados y tolerancias**

Los miembros terminados deberán quedar bien alineados, sin torceduras, dobleces, juntas y en aquellos que van a quedar aparentes, todas las juntas deberán ser perfiladas con esmeril.

Todos los miembros no deberán tener una variación lateral mayor que 1:1000 de su longitud entre dos puntos consecutivos arriostrados lateralmente; en miembros con longitud menor o igual a 3.0 m, la tolerancia no será mayor a 1.6 mm.

#### **4.4.11. Pintura de taller**

##### **Preparación de la superficie**

No se llevara a cabo la limpieza de la superficie si se presenta o sospecha de alguna de las condiciones siguientes:

- Hay humedad sobre las superficies a limpiar.
- La temperatura superficial está a menos de 2°C sobre el punto rocío.
- La humedad relativa es mayor de 80%.
- En periodos en que sea inminente la condensación de humedad.
- Está lloviendo o a punto de llover, si se ejecuta el trabajo al aire libre.
- Si la operación interfiere con la operación de pintado.

- En malas condiciones de iluminación.
- Si el equipo no se encuentra en buenas condiciones de operación.

**La limpieza de la superficie se efectuará por alguno de los siguientes métodos:**

- Sopletear con abrasivos secos, incluyendo todos los rincones y depresiones, eliminando toda la grasa, aceite, mugre, óxido y materiales extraños, pueden dejarse ligeras manchas, estrias o decoloraciones causadas por óxido o escama de laminación, y la pintura vieja bien adherida, soplete con gravilla de acero G-25, munición de acero S-330, o arena silice (malla 16) si la gravilla o munición son reutilizados, debe quitarseles toda contaminación.
- Mordentado químico, de acuerdo a la especificación SSPC-SP-8-63
- Limpieza mecánica

Después de la limpieza, la superficie se aspirará y soplará con aire a presión (libre de aceite y agua). Antes de aplicar la primera capa se removerán completamente todos los productos de limpieza. Si después de la limpieza queda cualquier impureza, aceite, grasa u otra, adherida a la superficie, ésta será removida lavando con solventes y aplicando de nuevo la limpieza especificada.

Finalmente con una lima se eliminarán rugosidades y los bordes agudos, en particular los producidos por soldaduras

Para evitar la corrosión en los largueros formados por dos perfiles tipo monten, se deberá sellar la unión entre perfiles con sellador tipo festacril o similar.

Dentro de las ocho horas siguientes a la limpieza y antes de que ocurra oxidación alguna, se aplicará el recubrimiento primario.

Si ha ocurrido oxidación antes de pintar, se cepillarán las superficies afectadas hasta eliminarla.

#### **4.4.12. Aplicación del recubrimiento**

El recubrimiento será de tipo amercoat 38, o un similar; asimismo el acabado será de esmalte alquídico tipo amercoat 52 o similar, con película seca de 0.5 mm aplicado en dos capas mínimo; en

ambos casos y considerando las recomendaciones del fabricante, para su inspección habrá en el sitio instrucciones impresas por el fabricante de la pintura aprobada.

Los recubrimientos se aplicarán con un equipo que incluya un aparato de agitación mecánica automática, que mantenga en suspensión el pigmento durante la aplicación. No es aceptable el mezclar únicamente antes de la aplicación. Además, no se utilizarán solventes y adelgazadores a menos que lo recomiende el fabricante y respetando la cantidad de solvente descrita por el fabricante y en ningún caso se autorizará el uso de solventes y adelgazadores sustitutos.

Todo el trabajo de recubrimiento queda sujeto a inspección y aprobación de la supervisión de obra. Dicha inspección se llevará a cabo en cualquier momento, teniéndose como fin el asegurar el estricto apego a la calidad especificada en las NDCEA.

El espesor de la película seca puede verificarse con calibradores magnéticos u otros medios a juicio de la supervisión de obra

Visualmente se puede determinar la calidad de la capa terminada, observando si hay grietas, exceso de pintura, perforaciones y rugosidad y se rechazarán aquellas áreas que presenten estos defectos.

#### **4.4.13. Montaje de la estructura**

El contratista presentará su plan y/o programa de montaje a la supervisión, para que ésta a su vez lo autorice.

La supervisión deberá verificar que las piezas, juntas y sistemas de montaje de las estructuras de acero, así como el manejo será con el debido cuidado, de no ser así, serán rechazadas las piezas que se encuentren dañadas.

Todos los elementos deberán transportarse y manejarse de forma tal que no se produzcan deformaciones permanentes en las piezas, ya sea por esfuerzos o golpes, por lo que se recomienda almacenarlas sobre plataformas adecuadas.

#### **4.4.14. Disposiciones generales**

Para toda estructura metálica se deberán seguir las especificaciones y códigos indicados en las NDCEA.

La correcta ejecución de los trabajos y el cumplimiento a las NDCEA será responsabilidad de la supervisión de obra.



# Capítulo 5

## Diseño y Costo del Proyecto



## 5. DISEÑO Y COSTO DEL PROYECTO

Una vez que se mencionaron en los capítulos anteriores, los elementos que constituyen una torre de telecomunicación y un shelter, así como las Especificaciones y Normas para el diseño de un proyecto específico, en este capítulo se describen los lineamientos aplicados para determinar la factibilidad de instalar una torre de telecomunicación, caseta telefónica (Mini pop o shelter) y planta eléctrica sobre la azotea de un edificio de 75.0 m de altura, ubicado en Avenida Nuevo León N° 210, Colonia Condesa, en la Ciudad de México (Figura 5.1).

Dicho análisis está integrado por las siguientes partes: primero el cliente definió los alcances que debería cubrir el proyecto propuesto, después se procedió a revisar estructuralmente el edificio considerando las sobrecargas que actuarían al momento de instalar la nueva estructura, posteriormente se diseñaron todos los elementos constituyentes del proyecto ejecutivo, para que finalmente con base a los números generadores se cuantificaran las cantidades de obra y los conceptos que intervienen en el costo total.

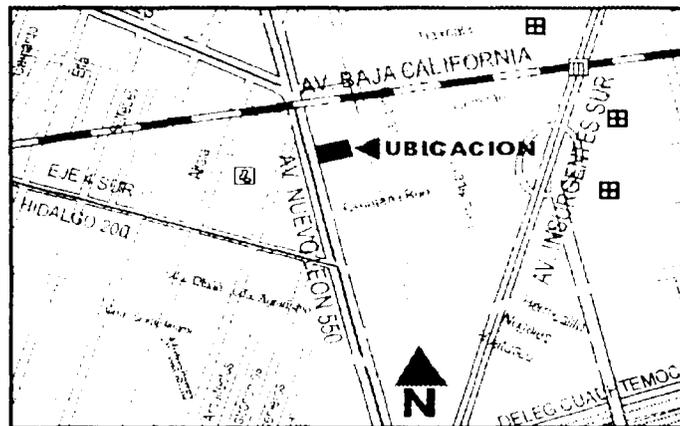


Figura 5.1 - Plano de localización del edificio en Avenida Nuevo León 210

### 5.1 Alcances del proyecto

Los puntos que se consideraron para determinar la factibilidad de la instalación del equipo son:

### **Ubicación del shelter.**

El shelter que se instalará en la azotea tendrá las dimensiones exteriores de 7.0 x 5.0 m y una altura de 3.0 m, constituido por material de multypanel, lo que le da ligereza; la base donde estará montado el shelter será de un bastidor de traves metálicas a base de viguetas IPR de 12" mínimo de peralte, el cual se desplantará desde las columnas existentes del edificio, desde el eje 4 hasta el eje 6 y del eje A hasta el eje B, a fin de que el peso de los equipos se transmita a las traves metálicas, mismas que se apoyarán en las columnas existentes, tal como se muestra en los Plano 21 y 23 del Anexo A.

### **Ubicación de la planta de energía eléctrica**

La planta se localizará en la azotea del edificio, a un lado del shelter, desplantándose en la misma base de traves metálicas (Plano 23 del Anexo A).

La planta eléctrica es de tipo intemperie, acústica de 65 decibeles (sin ruido) y de una capacidad de 35 kw, sus dimensiones en planta son de 3.0 x 1.0 m, con 1.5 m de altura.

### **Ubicación de la Torre Arriostrada para microondas y de la respectiva escalerilla.**

Se instalará en la azotea una torre de comunicación tipo arriostrada, con 3 retenidas desplantadas desde las columnas existentes. La base de la torre estará ubicada en una trabe del edificio en el eje 5, entre los ejes A y B. La escalerilla a utilizar entre el minipop y la torre es de aluminio con un ancho de 12" y con su tapa para protección; la altura de esta escalerilla con respecto al nivel de la losa del edificio es de 2.5 m, entre la torre y el shelter (Planos 31 y 32 del Anexo A).

### **Trayectoria de la acometida eléctrica**

La instalación eléctrica iniciará desde el sótano, en el muro de fuerza del edificio donde se encuentran los medidores de luz hasta la entrada del minipop, ver Plano 24 del Anexo A. La canalización de la alimentación eléctrica se realizará con tubería conduit galvanizada de pared gruesa, de 51 mm de diámetro, y se irá por todo el cubo de instalaciones.

### **Trayectoria del sistema de tierras.**

El sistema de tierras del shelter será a base de tubería de pvc, de 2" de diámetro y se iniciará desde el sótano del edificio, consiste en realizar una delta (triángulo) con una excavación en el piso de concreto, para instalar 3 varillas coperweld de 3.0 m de profundidad y de 5/8" de diámetro, todas unidas entre si con cable de cobre desnudo calibre 4/0, separadas por una distancia de 3 m. luego se dirigirá la tierra física con cable calibre 4/0 por todo el cubo de instalación, ubicado a un lado de las escalerillas hasta la entrada del shelter: todo protegido con tubería de pvc de 2" de diámetro. Por último se realizará una prueba de tierra certificada por un perito.

### **Trayectoria de acceso y de retorno de la fibra óptica.**

La trayectoria de la fibra optica iniciara a partir de un registro de concreto ubicado en la calle Nuevo León, cuyas dimensiones son de 1.0 x 1.0 x 1.3 m, de ahí entrará al edificio por la misma trayectoria de la acometida electrica y sistema de tierras por el cubo de instalación, hasta llegar al shelter, ver Plano 26 del Anexo A. La canalizacion de la fibra optica es de tubería conduit galvanizada pared gruesa, de 10 cm de diámetro, los que para este proyecto son dos tuberías.

## **5.2 Estudio Estructural del edificio**

El edificio en cuestión es de oficinas, consta de un nivel de sótano cuya altura de entrepiso es de 3.1 m, 3 niveles para estacionamiento incluida la planta baja y 20 niveles tipo, con alturas de entrepiso de 2.40 m. Dicho inmueble esta estructurado a base de columnas y trabes de concreto reforzado, formando marcos: contando con muros de contencion y cortante a nivel de sótano, y con un cubo para elevador a base de muros de concreto ubicado entre los ejes B, C, 1, 2, 3 y 4. Con relación al sistema de piso este se resolvió a base de losa reticular en todos los niveles

El objeto del estudio fue analizar este edificio por cargas verticales, cargas horizontales (sismo) y combinación de estas, tomando en cuenta la densidad de carga por metro cuadrado derivada del peso propio (carga muerta) y cargas vivas, agregando a nivel losa de azotea el peso que se proyecta

implementar por concepto de montaje de torre, shelter y planta de emergencia; donde el primer parámetro a revisar fueron los esfuerzos actuantes en elementos existentes, que tomando en cuenta el incremento de las cargas deberían ser menores a los resistentes, planteando en caso de que dichos esfuerzos se vieran excedidos se aplicarían los refuerzos necesarios. El segundo parámetro a revisar fue la compatibilidad de deformaciones, es decir ante un sismo el edificio se mueve de una manera y la torre, poco susceptible a este efecto, se mueve de otra. De igual manera ante viento en donde el edificio es poco susceptible pero la torre no.

### **Condiciones de carga del inmueble.**

En las Tablas 5.1 y 5.2 se presenta un desglose del peso por metro cuadrado de losa, tanto de entrepiso como de azotea. Las cargas referentes al inmueble, al peso del Shelter, planta eléctrica y banco de baterías, se consideraron como distribuidas por unidad de área, y la de la torre (descarga axial) como carga concentrada (Tabla 5.3).

### **Análisis y revisión por cargas verticales y sísmicas.**

Este análisis estructural lineal se realizó con el fin de determinar cuáles son los elementos mecánicos, generados por las descargas de los equipos y torre, sobre los elementos estructurales existentes; es decir, se revisó si las trabes y columnas que servirán para soportar estos equipos, cuentan con la sección transversal y refuerzo suficiente para resistir el incremento en carga vertical producida por el peso de los equipos, así como el incremento de cortante generado por esta misma causa, o bien habrá necesidad de reforzarlos.

De acuerdo con los resultados arrojados por el análisis estructural del inmueble, los elementos resistentes existentes son correctos, por lo tanto lo único que se deberá garantizar, será el adecuado anclaje de las estructuras que se proyecten para el desplante de los equipos mencionados a las columnas existentes, así como una revisión de los armados existentes en las columnas durante la construcción.

**Tabla 5.1 – Relación de Cargas en Losa de Azotea**

Descripción	Carga en kg / m <sup>2</sup>
Losa nervada, con peralte de 60 cm	900.0
Trabes y columnas	450.0
Yeso	40.0
Relleno	120.0
Entortado	100.0
Enladrillado	40.0
Adicional	20.0
Suma carga muerta (CM)	1670.0
Carga viva (CV)	100.0
Carga de diseño (CM + CV)	1770.0

**Tabla 5.2 – Relación de Cargas en Losa de Entrepiso (Oficinas)**

Descripción	Carga en Kg / m <sup>2</sup>
Losa nervada, con peralte de 60 cm	900.0
Trabes y columnas	500.0
Yeso	40.0
Terminado	120.0
Adicional	40.0
Suma carga muerta (CM)	1600.0
Carga viva (CV)	180.0
Carga de diseño (CM + CV)	1780.0

**Tabla 5.3 – Relación de Cargas de Estructuras en el Sitio**

Descripción	Peso en ton
Peso de la Torre	10.0
Peso de la Planta Eléctrica	1.5
Peso del banco de baterías	2.0
Descarga axial de Torre	4.0

## Conclusiones.

Después de haber realizado un análisis estructural tridimensional lineal del edificio, considerando cargas verticales y horizontales, así como la combinación de estos efectos se llegó a las conclusiones siguientes:

- Se tomó en cuenta la ubicación propuesta para los equipos proyectados a instalar, bajo el criterio de que van a ser colocados de tal manera que las descargas generadas por el peso de estos equipos se transmitan directamente a columnas existentes.
- Se recomienda, dada la ubicación propuesta para la torre, shelter y planta de emergencia, construir un bastidor rectangular a base de traveses metálicas y losacero, ubicado entre los ejes 4, 6, A y B, apoyando las traveses de dicho bastidor tanto en columnas como muros de concreto existentes, de tal manera que tanto la torre, el shelter y la planta de emergencia se desplanten en esta plataforma metálica, cuyas descargas pueden ser perfectamente resistidas por los elementos estructurales existentes, los cuales a pesar de no contar con información relativa a armados, calidad y resistencia del concreto se consideran como correctos, dada la buena calidad que se aprecia en la construcción del edificio.
- Es inaceptable desplantar los equipos mencionados a partir de traveses o directamente de losa, aunque esta sea reticular, ya que podrían presentarse deformaciones mayores a las permitidas por el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal (RCDF), falla por estado límite de servicio. Asimismo, los muros de concreto deberán desplantarse a partir de columnas. En este caso se podrá aceptar el desplante de estos muros o columnas cortas a partir de nudos formados por traveses o nervaduras (previo diseño de columna y anclaje) en caso de que el trazo de estos elementos no coincida con columna.
- Como conclusión global se puede establecer que los elementos estructurales que constituyen el edificio son lo suficientemente resistentes para soportar el equipo proyectado a instalar. Asimismo, las deformaciones o desplazamientos tanto del edificio ante sismo, como los desplazamientos o deformaciones de la torre ante viento, se encuentran dentro de los límites aceptados por el RCDF, razón por la cual no es necesario refuerzo alguno para el edificio motivo de este estudio.

### 5.3 Análisis de cargas actuantes sobre la torre.

Revisada la factibilidad de que sobre el edificio se instale una torre de telecomunicación y demás equipo, sin que los elementos estructurales existentes requieran reforzarse; se procedió a efectuar el análisis de cargas actuantes sobre la torre.

El alcance del presente análisis es garantizar la estabilidad estructural de la torre, así como la obtención de las fuerzas que intervienen en el diseño de la obra civil que servirá de sustento a la torre; las normas y especificaciones aplicables a dicho análisis se mencionan en el Capítulo 4 de esta tesis. Los materiales utilizados son: acero estructural A-36,  $f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$ ; acero en tornillería A-325.

En las acciones sobre la estructura de la torre se consideran las cargas gravitacionales y la fuerza del viento aplicada sobre antenas, tubos y cama guía de ondas, así como también la fuerza sísmica actuante. Para el diseño de la torre se tomaron en cuenta los siguientes conceptos, que corresponden a información técnica

Antena de microondas (MW) - 2 pares de 1.83 m (6") de diámetro, cada una con un peso de 250 kg y 2 antenas de 0.61 m (2') de diámetro, cada una con un peso de 30 kg.

Antena de radiofrecuencia (RF).- 18 paneles de 112" x 8" x 0.75" sobre plataforma, nueve tipo uno, colocadas en la parte superior de la estructura, los cuales serán montadas a una altura de 27 m, sobre el nivel inferior de la torre.

Cama guía de ondas - Para este concepto se considera un ancho tributario de 60 cm, obtenido conforme al desglose en la Tabla 5.4 y sobre el cual actuará el viento en los elementos de obstrucción del mismo. La cama guía de ondas al ser cables con un diámetro pequeño se considera como área plana, por lo que el área total plana será la suma del área plana de la torre, más las áreas circulares de piernas y las áreas planas provenientes de la cama guía, travesaños y diagonales de la torre.

Para introducir las fuerzas del viento sobre la torre, se considera la fuerza  $F_z$  actuando en los nodos, de tal forma que esta fuerza que actúa en un tramo se divide en los seis nodos que existen en cada tramo

y se aplica la carga correspondiente. Con las fuerzas obtenidas, se procede a analizar la torre con el programa de diseño STAAD III. Las fuerzas de viento y sismo se multiplicarán por 0.75 para diseño de acero por ser cargas accidentales.

### **Cargas gravitacionales.**

En la consideración de las cargas gravitacionales se incluye el peso propio de las antenas y el peso propio de la estructura de acero, como es la torre. Cabe mencionar que dicho peso de estructura es considerado directamente por el programa de análisis STAAD III. Para dichos pesos se tomaron en cuenta los pesos volumétricos máximos de los materiales de construcción y equipos; para lo cual se realizó el desglose de cargas como se muestra en las Tablas 5.5 y 5.6, cabe aclarar que el peso debido a carga viva se considera actuando sólo para servicio de mantenimiento.

El valor de las cargas gravitacionales de escalera y cama guía se obtendrá de la siguiente manera: la carga total será dividida en el número de nodos de la estructura en una cara y esta será aplicada a la torre en estos nodos. Para el caso de la plataforma, carga viva y antenas RF será de la misma manera; la carga total por cada concepto será dividida entre 3 para ser aplicada a los 3 nodos en el nivel al que correspondan.

### **Determinación de fuerzas de viento.**

La fuerza del viento que soporta la estructura de la torre y los equipos, se determinó considerando las recomendaciones del Manual de Diseño de Obras Civiles (MDOC), Diseño por Viento (DV), editado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE); cuyas expresiones y fórmulas se mencionan en el capítulo 4 de este trabajo. Además para considerar la fuerza del viento en las antenas, se tomó en cuenta lo establecido en el manual "Structural Standards for Steel Antenna Towers and Antenna Supportings".

### **Presiones de viento análisis dinámico.**

**Clasificación de la estructura según su importancia** - Las torres de telecomunicación son consideradas por el MDOC en su sección 4.3 como pertenecientes al grupo "A".

**Tabla 5.4 – Desglose de cables con sus dimensiones en Cama Guía de Onda**

Concepto	Cantidad	Dimensión (cm)	Dim total (cm)
Lineas de 7/8"	18	2.22	39.96
Lineas de 3/8"	3	0.96	2.85
Cable pararrayos de 7/8"	1	2.22	2.22
Cable de aterrizaje líneas 7/8"	1	2.22	2.22
Ángulos L.L. de cama guía de 2" X 1/4"	2	5.07	10.14
Suma total			57.29

**Tabla 5.5 – Desglose de cargas gravitacionales en la Torre**

Concepto	Cantidad	Peso (ton)	Peso total (ton)
Torre	1	2.610	2.610
Plataforma	1	0.662	0.662
Cama guía	1	0.270	0.270
Escalera	1	0.118	0.118
Antenas MW 6'	2	0.250	0.500
Antenas MW 2'	2	0.030	0.060
Antenas RF DBS – S64	9	0.022	0.198
Antenas RF SS – 6515	9	0.016	0.144
Carga viva	1	0.450	0.450
Suma			5.012

**Tabla 5.6 – Desglose de la Carga de Diseño**

Descripción	Carga en kg/m <sup>2</sup>
Peso del techo de multypanel	15.00
Peso del larguero 2-5MT14	3.70
Peso de instalacion eléctrica	5.00
Peso de tableros, controles y alarmas	2.00
Peso de aire acondicionado ET 059	28.60
Peso de muros de multypanel	45.30
Peso de banco de baterias	57.10
Peso de loseta vinilica	2.00
Peso de triplay tres capas	30.00
Peso de lamina galvanizada calibre 22	6.10
Peso propio del bastidor PTR 4" X 3"	33.50
Peso de planta electrica	42.90
Suma carga muerta (CM)	271.20
Carga viva (CV)	250.00
Carga de diseño ( CM + CV)	521.20

**Clasificación de la estructura según su respuesta ante la acción del viento** - Por ser una estructura con una alta relación de aspecto, el MDOC en su sección 4.4 la identifica como estructura tipo 2. Para las estructuras clasificadas como de tipo 2 se deben considerar los efectos dinámicos causados por la turbulencia del viento esto se toma en cuenta mediante la aplicación del factor de respuesta dinámica debido a ráfagas.

**Categoría del terreno** - Por ser un terreno de área urbana se considerará categoría 3, según Tabla 1.1 "Categoría del terreno según su rugosidad" sección 4.6.1 del MDOC de la CFE.

**Clase de estructura según su tamaño** - La torre tiene su mayor longitud en la dirección vertical y es de 27 metros, por lo que pertenece a la clase B, según tabla 1.2 del MDOC de la CFE.

**Determinación de la velocidad de diseño** - La velocidad de diseño es la velocidad del viento considerada para el cálculo de los efectos del viento sobre la estructura, y se determina con la siguiente expresión

$$V_d = V_r F_c F_{rz} F_t$$

donde

- V<sub>d</sub> velocidad de diseño
- V<sub>r</sub> velocidad regional
- F<sub>c</sub> factor de tamaño
- F<sub>rz</sub> factor de rugosidad y altura
- F<sub>t</sub> factor de topografía.

Ya que la velocidad del viento varía con la altura, se dividirá la torre en secciones tipo, cada sección se representa con su área expuesta al flujo del viento en tramos de 6 m de longitud.

A continuación se definen los valores de velocidad regional, factor de tamaño, factor de rugosidad y altura y factor de topografía.

**Velocidad regional** - Es la velocidad máxima media probable de presentarse con cierto periodo de recurrencia en una región determinada; para estructuras del grupo A se recomienda tomar un periodo

de recurrencia de 200 años. Para las coordenadas: Longitud 93° 05' 46", Latitud 16° 46' 15" y Altitud 2100 msnm, que corresponde a la Ciudad de México, se considera una velocidad regional de viento de 125 km/hr.

$$V_r = 125 \text{ km/hr}$$

**Factor de tamaño** - El factor de tamaño para un análisis dinámico deberá considerarse igual a 1, de acuerdo a la sección 4.9.2 del MDOC de la CFE.

$$F_c = 1$$

**Factor de rugosidad y altura** - Este factor establece la variación de la velocidad del viento con la altura, en función de la categoría del terreno y del tamaño de la construcción. Para nuestro caso a alturas menores de 10.0 m se aplica la expresión

$$F_{rz} = 1.56 \left( \frac{10}{\delta} \right)^\alpha$$

y para alturas mayores a 10 m, el valor del factor se obtiene:

$$F_{rz} = 1.56 \left( \frac{Z}{\delta} \right)^\alpha$$

donde

- $\delta$  altura gradiente, en metros.
- $\alpha$  exponente que determina la variación de la velocidad del viento con la altura.
- $Z$  altura a la cual se requiere calcular la velocidad del viento.

Para categoría de terreno 3 y clase de la estructura tipo B, se recomienda de tabla 1.4 del MDOC de la CFE, en donde se obtienen los valores de  $\alpha = 0.16$  y de  $\delta = 390$  m.

**Factor de topografía** - Este factor considera el efecto topográfico del sitio en donde se desplantará la estructura, para nuestro caso con terreno natural prácticamente plano con ausencia de cambios topográficos importantes, se recomienda un factor de topografía  $F_t = 1.0$ , según Tabla 1.5 del MDOC de la CFE. En la Tabla 5.7 de este documento se muestran los valores obtenidos para velocidades de diseño en las diversas alturas promedio.

## Determinación de la presión dinámica de base

La presión dinámica de base es la presión que ejerce el flujo del viento sobre una superficie plana perpendicular y se determina con la siguiente ecuación:

$$Q_z = 0.0048 G V_d^2$$

donde

- Qz presión dinámica de base, en kg/m<sup>2</sup>
- G factor de corrección
- Vd velocidad de diseño en km/hr

**Factor de corrección** - El factor de corrección considera los efectos de la temperatura y la altura, con respecto al nivel del mar, y se calcula con la siguiente expresión:

$$G = (0.392 P) / (273 + C)$$

donde

- G factor de corrección
- P presión barométrica en mm de mercurio
- C temperatura ambiente

Considerando la altura sobre el nivel del mar se tiene una presión barométrica P de 600 mm de mercurio, según tabla 1.7 del manual de CFE y una temperatura ambiente de C de 24.7°C, según tabla III.1(b) del mismo manual. Aplicando la fórmula de presión dinámica de base, en las tablas 5.8 y 5.9 de este documento se aprecian los resultados obtenidos.

**Cálculo de presiones totales en dirección del viento** - Esta presión se calcula con la siguiente fórmula:

$$P_z = F_g C_a q_z$$

donde

- Fg factor de respuesta dinámica debida a ráfagas, adimensional
- Ca coeficiente de arrastre, adimensional
- Qz presión dinámica de base en la dirección del viento en kg / cm<sup>2</sup>, a la altura considerada.

El factor de respuesta dinámica  $F_g$  debida a ráfagas, toma en consideración los efectos dinámicos debidos a la turbulencia en la dirección del viento, y se determina como sigue:

$$F_g = 1 / g^2 ( 1 + g_p (\sigma / \mu) )$$

donde

- $g$  factor de ráfaga, variable con la altura
- $g_p$  factor de efecto máximo de las cargas por viento
- $\sigma / \mu$  relación entre la desviación estándar y el valor medio de la carga por viento

Realizando los cálculos pertinentes, los resultados se observan en la tabla 5.9.

El factor de ráfaga  $g$ , varía con la altura  $Z$ , y se calcula con las expresiones siguientes :

para  $Z$  menor a 10 m

$$g = k' ( 10 / \delta )^{\eta}$$

y para  $Z$  mayor que 10 m y menor que  $\delta$

$$g = k ( Z / \delta )^{\eta}$$

Donde las variables  $k'$  y  $\eta$ , adimensionales dependen de la rugosidad del sitio de desplante, y  $\delta$  es la altura gradiente en metros. Para nuestro caso con categoría de terreno 3, los valores  $k'$ ,  $\eta$  y  $\delta$  se obtendrán de la tabla 1.29 del MDOC de la CFE.

La relación  $\sigma / \eta$ , que representa la variación de la carga debido a la turbulencia se calcula como:

$$\sigma / \eta = ( ( Kr / C\alpha ) ( B + S E / \zeta ) )^{1/2}$$

donde:

- $Kr$  es un factor relacionado con la rugosidad del terreno
- $\zeta$  el coeficiente de amortiguamiento crítico
- $B$  factor de excitación de fondo
- $S$  factor de reducción por tamaño
- $E$  factor que representa la relación de energía de ráfaga con la frecuencia natural de la estructura

**Tabla 5.7 Determinación de la velocidad de diseño**

Sección	Altura torre (m)	Frz	Ft Frz Fc	VD (km/hr)
1	3.00	0.868	0.868	108.509
2	9.00	0.868	0.868	108.509
3	15.00	0.926	0.926	115.781
4	21.00	0.977	0.926	122.185
5	25.50	1.008	1.008	126.041

Coefficientes para la determinación del valor de Frz:

Altura de edificio = 0.0 m

Altura gradiente  $\delta = 390$  m

Exponente de variación de la velocidad del viento con la altura  $\alpha = 0.16$

**Tabla 5.8 - Áreas expuestas**

Altura (m)	Piernas (m)	Travesaño lado (m)	Diagonal lado (m)	Plana (m <sup>2</sup> )	Circular (m <sup>2</sup> )	A.cam. (m <sup>2</sup> )	A. exp.tot. plana (m <sup>2</sup> )	A total (m <sup>2</sup> )
3.00	0.141	0.076	0.076	2.193	1.692	3.600	5.793	17.446
9.00	0.114	0.076	0.076	1.919	1.368	3.600	5.519	14.484
15.00	0.114	0.064	0.064	1.383	1.368	3.600	4.983	11.684
21.00	0.089	0.051	0.051	0.947	1.068	3.600	4.547	8.734
25.50	0.073	0.051	0.051	0.559	0.438	1.800	2.359	3.269

Cierre de torre	0.90 m
Arranque de torre	3.00 m
Altura de la torre	27.00 m
Altura entre trabe	2.00 m
Ancho de cama	0.60 m

**Tabla 5.9 - Viento sobre torre y cama guía**

Sección	Qz (kg/cm <sup>2</sup> )	Plana	Circular	b (m)	z	g	Fg
1	53.193	5.793	1.692	0.104	3.00	1.946	0.803
2	53.193	5.519	1.368	0.104	9.00	1.946	0.803
3	60.561	4.983	1.368	0.104	15.00	1.872	0.867
4	67.446	4.547	1.068	0.104	21.00	1.812	0.926
5	71.770	2.359	0.438	0.104	25.50	1.779	0.961

Qz = presión dinámica de base

Valores de  $K_r$  según categoría del terreno

- Terreno con categoría 1 = 0.06
- Terreno con categoría 2 = 0.08
- Terreno con categoría 3 = 0.10
- Terreno con categoría 4 = 0.14

Valores de  $\zeta$ 

- Para construcciones formadas por marcos de acero,  $\zeta = 0.01$
- Para aquellas formadas por marcos de concreto,  $\zeta = 0.02$
- Para armaduras de acero,  $\zeta = 0.005$

El factor  $C_{\alpha}$  se define con las expresiones siguientes:

SI  $H < 10 \text{ m}$

$$C_{\alpha} = 3.46 (F_T)^2 (10/\delta)^{2\alpha}$$

SI  $10 < H < \delta$

$$C_{\alpha} = 3.46 (F_T)^2 (H/\delta)^{2\alpha}$$

SI  $H > \delta$

$$C_{\alpha} = 3.46 (F_T)^2$$

donde

- $F_T$       factor de topografía  
 $\delta$         altura gradiente, en metros  
 $H$         altura total de la estructura, en metros

Valores de  $\alpha$  según categoría de terreno

- Para categoría de terreno 1,  $\alpha = 0.13$
- Para categoría de terreno 2,  $\alpha = 0.18$
- Para categoría de terreno 3,  $\alpha = 0.275$
- Para categoría de terreno 4,  $\alpha = 0.31$

Realizando los cálculos pertinentes, los resultados se muestran en la Tabla 5.10.

### Presiones de viento en antenas.

Con el manual "Structural Standards for Steel Antenna Towers and Antenna Supportings", se obtienen los siguientes factores y fuerzas que actuarán sobre las antenas.

**Factor ráfaga** - Se considera para el cálculo de los efectos del viento sobre la estructura y se obtiene como sigue:

$$G_h = 0.65 + 0.60(h/10)^{1/7}$$

donde

$h$  altura total de la torre

$A_e$  área proyectada de la estructura en una cara

$A_r$  área total del perímetro de estructura para tomar en cuenta la carga de nieve.

**Cálculo del coeficiente de exposición de las antenas** - El valor de este coeficiente está en el rango 1.0  $K_z = 2.58$  y se calcula con la siguiente fórmula:

$$K_z = (Z/10)^{2.77}$$

donde

$Z$  altura de cálculo del viento.

**Viento sobre antenas** - La fuerza axial en dirección del viento en una antena se calcula con la siguiente fórmula (el resultado es en libras):

$$F_a = C_a A K_z G_h V^2$$

donde

$C_a$  coeficiente de fuerza axial del equipo, ver Tablas B1 a la B6 del MDOC de la CFE

$\theta$  ángulo de viento, en grados ver figuras B1 a la B5 del MDOC de la CFE

$V$  velocidad regional del viento

$A$  área de exposición de la antena

Los resultados obtenidos en este análisis se muestran en la Tabla 5.11.



### **Determinación de fuerzas sísmicas.**

Se realizó un análisis sísmico estático, tomando en cuenta los factores que se determinan a continuación, tomando en cuenta que el sismo se aplique al 100 % en una dirección y el 30% en el otro sentido.

**Clasificación de la estructura según sus destino** - De acuerdo al MDOC de la CFE, las torres son consideradas pertenecientes al grupo A.

**Zona sísmica** - En base a la localización del sitio, ubicándolo respecto a la regionalización sísmica de la República Mexicana, dicho sitio se localiza en la zona C.

**Coefficiente sísmico** - Determinado un suelo tipo III para la zona C, y basándonos en las tablas del MDOC de la CFE, se tendrá un valor de  $C_s$  igual a 0.64 para estructuras del grupo B, por lo que dicho coeficiente debe ser afectado por 1.5 veces para obtener el  $C_s$  igual a 0.96 para estructuras tipo A.. El desarrollo de este análisis se muestra en las Tablas 5.13 y 5.14 anexas.

## **5.4 Análisis y diseño estructural de la torre**

Con el fin de obtener las secciones de la torre (ángulos y OC), así como los elementos mecánicos para las diferentes combinaciones de carga que actuarán en la base de la torre, se empleó un modelo tridimensional con el programa de análisis estructural STAAD III. De igual manera se verificaron que los desplazamientos sean menores que los permitidos, para garantizar la correcta señal de comunicación.

### **Datos de entrada.**

Los datos que deben suministrarse al programa STAAD III son :

- Coordenadas de cada nodo ( 126 nodos ).
- Elementos constitutivos ( 291 )
- Módulo de elasticidad, peso volumétrico y módulo de Poisson del material de las barras.
- Apoyos y tipo de apoyos (articulación) : nodos 1,29 y 57.

**Tabla 5.12 - Cortante total y Momento de volteo total**

Elementos	Mv (ton-m)	V total (ton)
Antenas	38.999	1.455
Torre	39.856	2.933
Suma	78.855	4.388

Suma de Tablas 5.10 y 5.11

**Tabla 5.13 - Análisis sísmico estático**

Análisis de cargas	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	Total
Torre	0.580	0.580	0.580	0.580	0.290	2.610
Plataforma	0.000	0.000	0.000	0.000	0.662	0.662
Cama guía	0.030	0.030	0.030	0.030	0.150	0.270
Escalera	0.026	0.026	0.026	0.026	0.013	0.118
9 antenas DB-S64	0.000	0.000	0.000	0.000	0.198	0.198
9 antenas SS-6515	0.000	0.000	0.000	0.000	0.144	0.144
2 antenas MW 6"	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0.500
2 antenas MW 2"	0.000	0.000	0.000	0.000	0.060	0.060
Carga viva	0.000	0.000	0.000	0.000	0.450	0.450
W x TMO (ton)	0.636	0.636	0.636	0.636	2.467	5.012

**Tabla 5.14 - Análisis sísmico estático**

Nivel	Wi	H	WiHi	Fi	Vi	Mv
5	2.467	27.00	66.61	1.53	1.53	41.29
4	0.636	24.00	15.27	0.35	0.35	8.42
3	0.636	18.00	11.45	0.26	0.26	4.73
2	0.636	12.00	7.64	0.18	0.18	2.10
1	0.636	6.00	3.82	0.09	0.09	0.53
Suma	5.012		104.79			57.07

$$F_i = W_i H_i W_t C_s / [(\sum W_i H_i) Q]$$

### Combinaciones de carga:

- Combinación 1 Peso propio ( PP ) + carga muerta ( CM ) + carga viva ( CV )
- Combinación 2 ( PP + CM + Viento ) 0.75
- Combinación 3 ( PP + CM + CV + Sismo ) 0.75
- Combinación 4 ( PP + CM + Viento ) 1.0
- Combinación 5 ( PP + CM + CV + Sismo ) 1.0
- Combinación 6 ( PP + CM + CV ) 1.4
- Combinación 7 ( PP + CM + Viento ) 1.1
- Combinación 8 ( PP + CM + CV + Sismo ) 1.1

### Reacciones sobre apoyos de torre.

De acuerdo al arreglo de la torre, los nodos 1, 29 y 57 son los apoyos de la torre. Los valores que a continuación se enlistan son para el diseño de la cimentación y estos no están afectados por ningún factor de carga :

Tensión máxima	27.655 Ton
Compresión máxima	32.100 Ton
Cortante total	32.100 Ton
Momento de volteo	78.855 Ton-m

Las combinaciones de carga 2 y 3 están factorizadas por 0.75 y la combinación 1 está factorizada por 1. para ser usada en diseño de acero (anclas, placas de apoyo u otros accesorios). Las combinaciones de carga 7 y 8, están factorizadas por 1.1 y la combinación 6 por 1.4, para diseño de concreto en apoyos, aplicando el RCDF.

### Revisión de desplazamientos de la torre.

Para este caso las combinaciones de carga 4 y 5 no se factorizan para revisión de desplazamientos; es decir el factor es 1.

Los nodos 28, 56 y 84 están ubicados en la parte más alta de la torre, por lo que se revisará que el movimiento producido por la combinación de carga no origine un desplazamiento que impida la correcta señal de la torre. Condición de carga: CM + Viento en la dirección x

$$\text{Angulo} = \tan^{-1} \Delta / h = \tan^{-1} ( 12.4072 / 2700 ) = 0.26^\circ$$

como  $0.26^\circ$  es menor que  $0.75^\circ$  cumple.

### Elementos mecánicos.

Para el diseño de las conexiones, se utilizarán las mismas combinaciones de carga señaladas anteriormente (4 y 5), usando también un factor de 1.0 y de acuerdo al manual del Instituto Mexicano de la Construcción en Acero (IMCA)

### Peso propio de la torre

Como se determinó anteriormente (Tabla 5.5), el peso propio de la torre resulta de 2610 Kg

### Conexiones.

Tomando los valores obtenidos de los elementos mecánicos se procedió a diseñar los siguientes tipos de conexiones

**Conexión Diagonal- Diagonal-Travesaño.** - Para esta conexión se diseñaron los tornillos, la placa y la soldadura en placa de conexión (Figura 5.2).

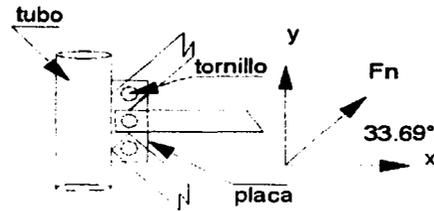


Figura 5.2 – Diagrama de conexión Diagonal-Diagonal-Travesaño

**Diseño de tornillos.**

Del miembro 266. combinación 4, nudo 58  $F = 1230 \text{ kg}$

A-325  $F_v = 1027 \text{ kg/cm}^2$  (página.252 del manual AHMSA)

$F_n = 1230 \text{ kg}$

$A = F_n / F_v$

$A = 1230 / 1054 = 1.17 \text{ cm}^2$

1 tornillo de  $\frac{3}{4}$ " ó 2 tornillos de  $\frac{1}{2}$ " (página 255 del manual de AHMSA)

**Diseño de placa.**

Del miembro 85. combinación 4, nudo 4  $F = 780 \text{ kg}$

$FT = [(2 F_n \text{ sen } 33.69^\circ)^2 + (F + F_n \text{ cos } 33.69^\circ)^2 + (F + F_n \text{ cos } 33.69^\circ)^2]^{1/2}$

$FT = [(2 (1230) (\text{sen } 33.69^\circ))^2 + (930 + 1230 \text{ cos } 33.69^\circ)^2]^{1/2} = 2382 \text{ kg}$

Si PL 20 cm x  $\frac{1}{4}$ "

$f = F_b L e$

$f = 0.63 (2530) (20) (0.6) = 19126 \text{ kg}$

$f > FT$

**Diseño de soldadura en placa de conexión**

E-70XX 6 FILETE

$$F_v = 933 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{\text{soldadura}} = l F_v \text{ sen } 45^\circ$$

$$F_{\text{soldadura}} = 933 \times 20 \times \text{sen } 45^\circ = 13194 \text{ kg}$$

### Conexión Diagonal – Diagonal.

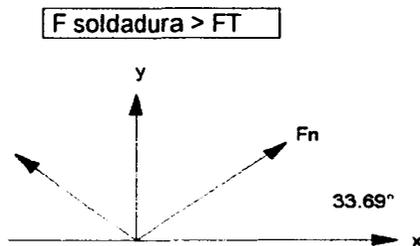


Figura 5.3 – Diagrama de conexión Diagonal-Diagonal

Del miembro 266. combinación 4. nudo 100  $F = 1230 \text{ kg}$

Del miembro 239. combinación 4. nudo 100  $F = 490 \text{ kg}$

$$FT = [ ( F_n \text{ sen } 33.69^\circ - \text{sen } 33.69^\circ )^2 + ( F_n \text{ cos } 33.69^\circ \text{ cos } 33.69^\circ ) ]^{1/2}$$

$$FT = [ ( 1230 \text{ sen } 33.69^\circ - 490 \text{ sen } 33.69^\circ )^2 + ( 1230 \text{ cos } 33.69^\circ + 490 \text{ cos } 33.69^\circ )^2 ]^{1/2}$$

$$FT = 1590 \text{ kg}$$

### Diseño de tornillos

A-325  $F_v = 1054 \text{ kg/cm}^2$  (página.252 del manual AHMSA)

$$A = FT / F_v$$

$$A = 1590 / 1054 = 1.51 \text{ cm}^2$$

1 tornillo de ¾" (página 255 del manual AHMSA)

### Conexión Pierna – Pierna

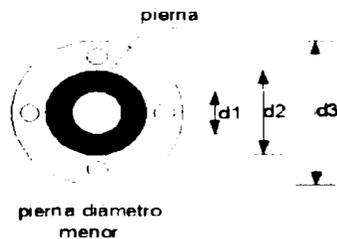


Figura 5.4 – Diagrama de conexión Pierna-Pierna

## Tornillos

$$f = \frac{3}{4}''$$

$$A_s = 2.01 \text{ cm}^2$$

$$F_b = 2230 \text{ kg/cm}^2$$

## Tensión

$$T = 13.51$$

$$\text{No ANC.} = T / A_s f_b$$

$$\text{No TORN.} = 3.01 \text{ piezas.}$$

## Brida

$$D_1 = 11.40 \text{ cm}$$

$$D_2 = 14.10 \text{ cm}$$

$$D_3 = 30.00 \text{ cm}$$

$$e = \frac{3}{4}$$

$$f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$$

$$S = 3.5 \text{ cm}$$

## Compresión

$$C = 25.41 \text{ Ton}$$

$$\sigma = C / (D_3^2 \pi / 4 - D_1^2 \pi / 4)$$

$$\sigma = 42.02 \text{ kg/cm}^2$$

$$M = 1327.89 \text{ kg/cm}^3$$

$$S = 1.21 \text{ cm}^3$$

$$f_b = M / S$$

$$f_b = 1097.72 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_b = 1518.00 \text{ kg/cm}^2 > f_b$$

**Placa base y anclas.**

Anclas

$$f = 7/8''$$

$$A_s = 2.71 \text{ cm}^2$$

$$f_y = 2230 \text{ kg/cm}^2$$

Tensión

$$T = 15.31 \text{ ton}$$

$$N_{ANC} = T / 0.6 A_s f_y$$

$$N_{ANC} = 4.22 \text{ piezas.}$$

Placa Base

$$D_1 = 14.10 \text{ cm}$$

$$D_2 = 32.00 \text{ cm}$$

$$F_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$$

Compresion

$$C = 32.10 \text{ Ton}$$

$$f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{conc} = 0.35 f_c$$

$$\sigma = C / (D_2^{3/4})$$

$$\sigma_{conc} = 87.50 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma = 39.91 \text{ kg/cm}^2$$

$$e = 6M / (0.75 F_y)^{1/2}$$

$$e = 2.25 \text{ cm}$$

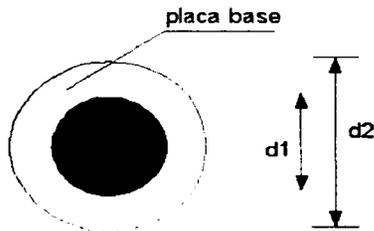


Figura 5.5 – Diagrama de conexión de Placa Base y Anclas

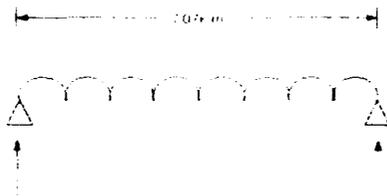
## 5.5 Análisis y diseño de la estructura donde se apoya el shelter

El shelter está estructurado a base de muros y multipanel de 3". La estructura de apoyo será a base de vigas IPR, simplemente apoyadas en sus extremos y dados de concreto reforzado, ubicados en los ejes A-B y 4-6. Las constantes de acero son:  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  y esfuerzo de fluencia mínimo igual a  $2530 \text{ kg/cm}^2$ . El método de diseño es el de los esfuerzos permisibles, descrito en el manual del IMCA; en lo siguiente se mencionan el análisis de cargas y revisión de los esfuerzos en las traveses de apoyo de la estructura.

### Análisis de cargas.

Las cargas referentes al peso del banco de baterías, equipo de aire acondicionado y planta eléctrica se consideran como distribuidas por unidad de área  $7.00 \times 5.00 \text{ m}$ .

### Trabe T1



$$W = (0.521 \times 14.74) / 7.076 = 1.085 \text{ ton/m}$$

$$A = 14.74 \text{ m}^2$$

$$M = 6.791 \text{ ton-m al centro}$$

$$V = 3.839 \text{ ton}$$

$$S_{\text{min}} = 447 \text{ cm}^3$$

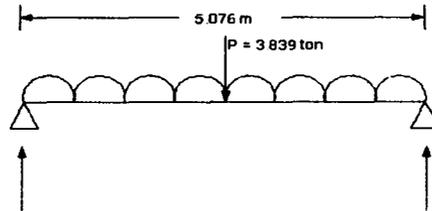
Si IPR 16" x 7" de 74.5 kg/m

$$MR = (1322 \times 1000) = 13.220 \text{ ton-m}$$

### FLECHA

$$D_{\text{max}} = (5) (7.728) (707.6)^4 / (384) (2.1 \times 10)^8 (27280) = 0.4 \text{ cm}$$

$$D_{\text{perm}} = 707.6 / 360 = 2.0 \text{ cm} > D_{\text{total}}$$

**Trabe T2**

$$A = 8.28 \text{ m}^2$$

$$W = (8.28 \times 0.521) / 5.076 = 0.850 \text{ ton/m}$$

$$M = 7.610 \text{ ton-m al centro}$$

$$V = 4.077 \text{ ton}$$

$$S_{\text{min}} = 501 \text{ cm}^3$$

$$\text{Si IPR } 16'' \times 7'' \text{ de } 74.5 \text{ kg/m}$$

$$\mathbf{MR = (1322 \times 1000) = 13.220 \text{ ton-m}}$$

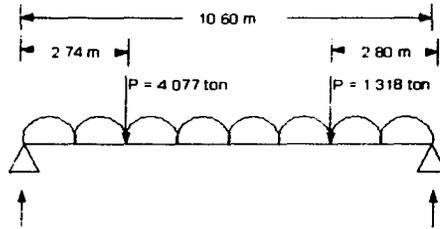
**F L E C H A**

$$D_{\text{max 1}} = (5) (6.05) (507.6)^3 / (384) (2.1 \times 10)^8 (27280) = 0.1 \text{ cm}$$

$$D_{\text{max 2}} = (3839) (507.6)^3 / 48 (2.1 \times 10)^8 (27280) = 0.2 \text{ cm}$$

$$D_{\text{total}} = 0.3 \text{ cm}$$

$$\mathbf{D_{\text{perm}} = 507.6 / 360 = 1.4 \text{ cm} > D_{\text{total}}}$$

**Trabe T3**

$$A = 20.1 \text{ m}^2$$

$$W = (20.1 \times 0.521) / 10.6 = 0.988 \text{ ton/m}$$

$$M1 = 13.876 \text{ ton-m al centro}$$

$$M2 = 8.252 \text{ ton-m a } 2.724 \text{ m}$$

$$M3 = 0.975 \text{ ton-m a } 9.80 \text{ m}$$

$$M_{\text{total}} = 15.384 \text{ ton-m a } 2.724 \text{ m}$$

$$V_A = 8.454 \text{ ton}$$

$$S_{\text{min}} = 1012 \text{ cm}^3$$

$$\text{SI IPR } 16'' \times 7'' \text{ de } 74.5 \text{ kg/m}$$

$$MR = (1322 \times 1200) = 15.864 \text{ ton-m}$$

**FLECHA**

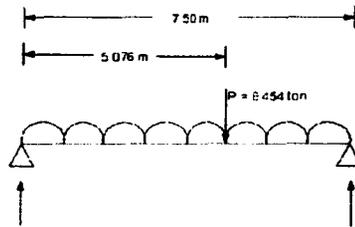
$$D_{\text{max } 1} = (5) (7.04) (1060)^3 / (384) (2.1 \times 10)^6 (27280) = 2.0 \text{ cm}$$

$$D_{\text{max } 2} = (4077) (1060)^3 / 48 (2.1 \times 10)^6 (27280) \times (3 \times 272.4) / 1060 - 4 (272.4 / 1060)^3 = 1.2 \text{ cm}$$

$$D_{\text{max } 3} = (1318) (1060)^3 / 48 (2.1 \times 10)^6 (27280) \times (3 \times 980) / 1060 - 4 (980 / 1060)^3 = 0.2 \text{ cm}$$

$$D_{\text{total}} = 2.2 \text{ cm a } 2.724 \text{ m}$$

$$D_{\text{perm}} = 1060 / 360 = 2.9 \text{ cm} > D_{\text{total}}$$

**Trabe T4**

$$A = 5.06 \text{ m}^2$$

$$W = (5.06 \times 0.521) / 7.50 = 0.352 \text{ ton/m}$$

$$M1 = 2.475 \text{ ton-m al centro}$$

$$M2 = 13.869 \text{ ton-m a } 5.076 \text{ m}$$

$$M_{\text{total}} = 15.469 \text{ ton-m a } 5.076 \text{ m}$$

$$V_B = 7.042 \text{ ton}$$

$$S_{\text{min}} = 1018 \text{ cm}^3$$

$$\text{SI IPR } 16'' \times 7 \text{ de } 74.5 \text{ kg/m}$$

$$MR = (1322 \times 1200) = 15.864 \text{ ton-m}$$

**FLECHA**

$$D_{\text{max } 1} = (5) (2.5) (750)^4 / (384) (2.1 \times 10)^6 (27280) = 0.2 \text{ cm}$$

$$D_{\text{max } 2} = (8454) (750)^3 / (48) (2.1 \times 10)^6 (27280) \times (3 \times 507.6) / 750 - 4 (507.6 / 750)^3 = \text{cm}$$

$$D_{\text{total}} = 1.4 \text{ cm a } 5.076 \text{ m}$$

$$D_{\text{perm}} = 750 / 360 = 2.1 \text{ cm} > D_{\text{total}}$$

## **5.6 Costo del Proyecto Ejecutivo**

Señalados todos los elementos que constituyen el Shelter y la Torre de Telecomunicación, se procedió a definir los números generadores de cada uno de los conceptos que intervienen en la ejecución del proyecto, determinándose con base a estos generadores, el catálogo de conceptos, las cantidades de obra y el costo total. En el Anexo C se muestran los números generadores mencionados.

### **Planos del proyecto ejecutivo.**

En la ejecución de cualquier obra se requiere contar con toda la información que ilustre lo que se desea construir, sin que existan dudas de ubicación, dimensiones, materiales y equipo a instalar; para ello se elaboraron los planos del proyecto que constituye la torre, el shelter y la planta de cimentación incluyéndose la ubicación de los sistemas de tierra y demás instalaciones. En el Anexo A se muestran los planos utilizados en la construcción de la obra

### **Catálogo de conceptos y costo del proyecto.**

En las Tablas 5.15 y 5.16 se muestra el catálogo de conceptos, las cantidades de obra, los importes y el costo de la obra civil, de la obra electromecánica y los equipos correspondientes al proyecto estudiado.

**Tabla 5.15 – Catálogo de Conceptos y Costo del Proyecto por Obra Civil**

No.	Concepto	Unidad	Cantidad	Importe
1	Elaboración de Proyecto Ejecutivo	Estudio	1	75,896.40
2	Trabajos preliminares			
2.1	Permisos y Licencias de construcción	Permiso	1	22,340.00
2.2	Contrato de luz y fuerza	contrato	1	17,660.00
2.3	Demolición de losa de concreto armado, de 20 cm de espesor para anclaje de dados.	m <sup>3</sup>	0.864	2,717.39
2.4	Trazo y nivelación de dados	m <sup>2</sup>	88	4,076.09
3	Estructura de concreto			
3.1	Suministro, habilitado y armado de acero de refuerzo para dados	Kg	157	6,521.74
3.2	Suministro, habilitado y ambrado de dados	m <sup>2</sup>	5.8	2,717.39
3.3	Suministro y elaboración de concreto para dados	m <sup>3</sup>	0.864	5,978.26
3.4	Suministro, habilitado y colocación de anclas y placas para apoyo de estructura	Juego	4	8,152.17
4	Estructura de acero			
4.1	Suministro, habilitado, armado y montaje de estructura para Shelter y planta eléctrica	Kg	7482	108,016.30
4.2	Suministro, habilitado y colocación de piso a base de rejilla Irving	m <sup>2</sup>	36	24,592.39
4.3	Suministro y aplicación de primer y pintura a estructura	Kg	8532	9,510.87
5	Maniobras y elevación de material y equipo a una altura de 70 m, de forma manual, con polpastos y malacate	Lote	1	50,000.00
6	Instalaciones eléctricas			
6.1	Suministro y colocación de tubería de 2" conduit galvanizada pared gruesa, con caja de registro a cada 15 m y 820 m de cable 2/0 color negro TN para alimentación de AC, interruptor de cuchillas de 30 x 100 amperes y sistema de fijación de unicanal en dos camas, según plano para Corriente Eléctrica	m	150	72,358.83
6.2	Instalaciones de transfer automático, planta de emergencia, contacto de precalentador y control de planta eléctrica	lote	1	27,173.91
7	Suministro y colocación de tubería de 1 1/4" conduit galvanizada pared gruesa, con registro hímel a cada 15 m y sistema de fijación de unicanal en dos camas, según plano para Fibra Óptica	m	990	124,407.88
8	Sistema de Tierras			
8.1	Suministro y colocación de tubería de 1 1/4" conduit PVC pesado, con caja de registro a cada 15 m, 200 m de cable 2/0 THW color negro, tres varillas Cadwell de 5/8" x 3.0 m, 12 m de cable 2/0 desnudo, 3 cargas de soldadura Cadwell 150, según plano Sistema de Tierras	m	150	34,731.39
8.2	Suministro y colocación de sistema de tierras externo con unión a la delta, con 40 m de cable 2/0 forrado y conector mecánico de compresión	lote	1	10,284.51
9	Limpieza general de obra	lote	1	5,434.78
10	Suministro y aplicación de impermeabilizante prefabricado de asfalto modificado y sellador hidropriemer para dados y losa de azotea	m <sup>2</sup>	26	7,960.00
11	Suministro e instalación de Shelter de 5.0 x 7.0 x 3.0 m	pieza	1	414,966.00
12	Suministro e instalación de torre amostrada, de 30 m de altura	pieza	1	520,000.00
		<b>Subtotal</b>		<b>1 547,344.13</b>

**Tabla 5.16 – Catálogo de Conceptos y Costo del Proyecto por Obra Civil  
Adicionales para pasillo de Planta Eléctrica**

No.	Concepto	Unidad	Cantidad	Importe
4.1.A	Suministro, habilitado, armado y montaje de estructura para pasillo de mantenimiento de planta eléctrica	kg	1450	20,000.00
4.2.A	Suministro, habilitado y colocación de piso a base de rejilla Irving, para pasillo de mantenimiento	m <sup>2</sup>	9	6,000.00
4.3.A	Suministro y aplicación de primer y pintura a estructura de antena	kg	1675	2,800.00
6.1.A	Modificación de tubería de 2", 1" y ¾" y colocación de cable calibre 2/0 y calibre 12, del Shelter a planta de emergencia	lote	1	3,530.00
6.2.A	Suministro de 200 litros de diesel para planta de emergencia.	l	200	1,200.00
7.1.A	Modificación de tubería de 1 ½" y colocación de registro himel al pasamuro de fibra óptica	lote	1	4,850.00
8.1.A	Suministro y colocación de dos electrodos químicos para delta de tierras	pieza	2	1,600.00
8.2.A	Cerrar el halo del sistema de pararrayos, suministro y colocación de soldadura cadwell 1" molde y cable 2/0	lote	1	2,500.00
10.1.A	Resane de huecos en muros para paso de tuberías de fibra óptica, de sistema de tierras y corriente eléctrica	lote	1	2,472.00
10.2.A	Demolición de piso de concreto armado de 10 cm de espesor para delta de tierras	m <sup>3</sup>	1.20	3,774.20
10.3.A	Fabricación y colado de concreto hidráulico para delta de tierras, incluye registro con tapa, bombeo de agua del nivel freático y aditivo obturador de fugas de agua	m <sup>3</sup>	1.20	4,800.00
10.4.A	Lavado, pulido y encerado de loseta vinílica de Shelter	m <sup>2</sup>	35	1,400.00
			<b>Subtotal</b>	<b>54,926.20</b>
			<b>Total</b>	<b>1 602,270.33</b>

Al importe total de \$ 1 602,270.33 deberá agregarse el 15%, correspondiente al impuesto al valor agregado (IVA).

# Capítulo 6

## Trámites y Permisos



## **6. TRÁMITES Y PERMISOS**

Una de las fases del proceso constructivo de una obra civil, y en el caso particular de este trabajo de tesis, para un Sitio de Telecomunicaciones, es la de realizar los trámites y obtener los diversos permisos que por reglamento, las dependencias de gobierno demandan en estos casos. Para el Distrito Federal las dependencias en donde se obtienen los permisos para la ejecución de cualquier obra civil son las Oficinas Delegacionales y en los demás Estados de la República corresponde a las cabeceras Municipales.

Para llevar a cabo los Trámites y Permisos correspondientes, en algunos de ellos, se requiere de cierta información que sólo es posible tenerla cuando se ha elaborado la mayor parte del diseño del proyecto. Los Trámites y Permisos a que nos referiremos son: a) Constancia de Alineamiento y Número Oficial, b) Licencia y Uso de Suelo, c) Licencia Única de Construcción y d) Contrato de Luz y Fuerza.

Se describe en forma breve, las características de cada uno de estos trámites, los nombres de las oficinas responsables de emitir estos permisos y la información requerida para el llenado de formatos de solicitudes, se puntualizan algunos riesgos en el caso de falsear la información o no contar con los datos suficientes. Por ejemplo en el caso de que la información proporcionada fuese falsa se incurrirá en una falta administrativa que se sanciona de acuerdo al artículo 32 de la Ley de Procedimientos Administrativos del Distrito Federal.

### **6.1 Alineamiento y Número Oficial**

La Constancia de Alineamiento y Número Oficial se expide en la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda del GDF en oficinas de cualquiera de las Delegaciones del Distrito Federal que corresponda al sitio del cual se solicitan las constancias mencionadas. Los datos deberán proporcionarse a máquina o letra de molde en una forma impresa y foliada AU-05 (Formato 1, Anexo B), acompañada de tres copias.

#### **Datos requeridos.**

- Datos del Interesado.

1. Nombre completo.
  2. Domicilio.
  3. Número de teléfono.
- **Datos del Representante Legal (si procede).**
    1. Nombre completo.
    2. Domicilio.
    3. Número de teléfono.
    4. Documento con el que se acredite la personalidad.
    5. Domicilio para las notificaciones.
    6. Nombre de una persona autorizada para recibir las notificaciones.
  - **Datos del Predio.**
    1. Domicilio completo.
    2. Boleta predial (en su caso).
  - **Croquis de localización del predio – En el espacio de la solicitud (Formato 2, Anexo B) se debe dibujar el croquis de localización con tinta negra y regla, en donde se indique:**
    1. La superficie del predio en m<sup>2</sup>.
    2. El nombre de las calles que limitan la manzana donde se localiza el predio.
    3. Distancia de las dos esquinas hasta los linderos del predio.
    4. Medidas del frente en m.
    5. Medidas de los linderos interiores en m.
    6. Orientación.
  - **No procede la expedición de Constancia de Alineamiento y Número Oficial en los siguientes casos:**
    1. Predios con frente a la vía pública no reconocidos oficialmente (artículos 9 y 12 del RCDF).
    2. En predios que no cumplan con la medida de frente mínimo de 6.0 m ó superficie mínima de 90 m<sup>2</sup> reglamentarios, a menos que esté registrado en planos con lotificación autorizada con medidas menores a las descritas (artículo 58 del RCDF).
    3. En predios que resulten afectados totalmente por algún proyecto de planificación (artículo 9 del RCDF).

Al expedirse la Constancia de Alineamiento y Número Oficial (Formato 3, Anexo B) se indica la dirección del predio y el Número Oficial asignado, así como las características de la zona, esto es, si es Zona Histórica, si es Zona Patrimonial o si es Zona Afectada por proyectos de planificación actual o futura (artículo 27 del RCDF). La Constancia del Número Oficial aprobada debe traer el sello de autorización y la firma del responsable de la oficina.

## **6.2 Licencia de Uso del Suelo**

El Certificado de Zonificación para Uso del Suelo Específico lo expide el Registro de Planes y Programas de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda del GDF. Para obtener este certificado se llena la solicitud correspondiente, los datos proporcionados deben ir en una forma impresa y foliada (Formato 4, Anexo B) que proporciona la Delegación. Al entregar la solicitud con los datos, debe ir acompañada de tres copias.

### **Datos requeridos.**

- Fecha de ingreso de la solicitud.
- Ubicación del Predio – Domicilio completo con un croquis de localización con el nombre de las calles que limitan la manzana donde se localiza el predio.
- Uso de Suelo (actual) – Descripción breve del uso de suelo actual que tiene el predio.
- Superficie total del predio en m<sup>2</sup>.
- Superficie total construida en m<sup>2</sup>.
- Uso de Suelo (solicitado) – Descripción breve del uso que se pretende dar al predio.
- Superficie ocupada por Uso de Suelo solicitada en m<sup>2</sup>.
- Indicar (marcando un cuadro) el trámite que se va a realizar.
  1. Construcción.
  2. Apertura.
  3. Regularización.
  4. Escrituración.
  5. Otros (indicar en espacio proporcionado).

- **Datos del Solicitante o Representante Legal.**

1. Nombre.
2. Domicilio.
3. Teléfono.
4. Copia de documento de identificación.
5. Firma.

La Delegación emite un certificado foliado, papelería especial, en donde se autoriza o prohíbe el uso de suelo solicitado (Formato 5, Anexo B).

### **6.3 Licencia de Construcción**

La Licencia de Construcción la expide la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda del GDF. Los datos proporcionados deberán ir en un formato impreso (AU-02) y foliado (5 formas tamaño carta con información en ambas caras).

Las licencias de construcción que la Delegación expide, se refieren a diferentes tipos de obra como son: obra nueva, ampliación, modificación, demolición, registro, reparación, instalaciones subterráneas y otros. Nos referiremos al caso de Obra Nueva.

#### **Requisitos para la expedición de Licencia de Construcción para Obra Nueva.**

- Certificado de Zonificación de Uso del Suelo (original y copia).
- Constancia de Alineamiento y Número Oficial vigente (original y copia).
- Proyecto arquitectónico de la obra en planos a escala, debidamente acotados y con las especificaciones de los materiales, acabados y equipos a utilizar. Firmados por el propietario, el director responsable de obra y los corresponsables en diseño urbano, arquitectónico e instalaciones, que correspondan (en cuatro tantos).
- Memoria descriptiva del proyecto.

- Memoria de cálculo.
- Registro y carnet del director responsable de obra y de los corresponsables en seguridad estructural, diseño urbano, arquitectónico e instalaciones que corresponda (original y copia).
- Proyecto estructural, firmados por el director responsable de obra y el corresponsable en seguridad estructural ( dos tantos).
- Comprobante de pago de contribución de mejoras por obra de agua potable y drenaje proporcionado por el Gobierno del Distrito Federal y el pago de derechos por expedición de licencia en caso de proceder la solicitud (original y copia).
- Autorización para el derribo de árboles (original y copia).
- Estudio de Mecánica de Suelos (original y copia).
- Licencia, autorización o permiso del Instituto Nacional de Antropología e Historia y del Instituto Nacional de Bellas Artes (original y copia).
- Proyecto de protección a colindancias (original y copia).
- Autorización de impacto ambiental (original y copia).
- Documento con el que se acredite la personalidad del representante legal (original y copia).

### **Datos requeridos para solicitar Licencia Única de Construcción.**

Información general de la solicitud (Formato 6, Anexo B).

- Datos del Propietario – Nombre, domicilio, teléfono, domicilio para recibir notificaciones y nombre de la persona autorizada para recibir notificaciones.
- Datos del Representante Legal - Nombre, domicilio, teléfono, domicilio para recibir notificaciones y documento con el que se acredita la personalidad.
- Datos del Director Responsable de Obra – Número de registro, nombre, domicilio y teléfono.
- Datos del Corresponsable de Obra – Nombre, número de registro y número de teléfono.
- Datos del predio – Domicilio o en su caso Boleta Predial.

**Características generales, específicas y descripción del proyecto (Formato 7, Anexo B).**

- Características Generales – Se debe notificar si existe una solicitud para Uso de Suelo, si para efectos de solicitar el permiso de construcción se requiere la Licencia de Uso de Suelo y si la licencia de construcción aplica para: obra nueva, ampliación, remodelación, etc.

- **Características Especificas** – Superficie del terreno en m<sup>2</sup>, superficie total construida, área libre, número de niveles, superficie de estacionamiento, superficie ocupada en la planta baja, número de viviendas (en su caso), altura máxima de la construcción sobre el nivel de banquetta, número de elevadores y número de cajones de estacionamiento.
- **Descripción del Proyecto** (superficies, usos y número de niveles) – Aquí se indica por nivel, el área en m<sup>2</sup> y el uso específico que se dará a esa área.

**El espacio para la descripción general del proyecto y el Fundamento Jurídico (Formato 8, Anexo B).**

- **Descripción del Proyecto** (Generalidades arquitectónicas) – “Construcción de una cabina telefónica o shelter de telecomunicación que ocupará un área de 35.0 m<sup>2</sup> (5.0 x 7.0 m). Se apoyará en una estructura metálica de vigas IPR de 16” x 7”. Para armar el shelter se utilizará multitecho y multimuro de 3 pulgadas de espesor. Se colocará loseta vinilica antiestática como piso. Se utilizarán 2 unidades de aire acondicionado de 3.0 ton cada uno, marca Liebert para evitar que los equipos electrónicos se sobrecalienten. Se instalará una planta eléctrica de 35 kw para casos de falla de corriente. Se colocará una Torre Arriostrada de 30.0 m de altura para recibir la señal repetidora. Por último se aterrizarán estos equipos a una delta de tierras, localizada en el sótano del edificio”.
- **Fundamento Jurídico** – Los fundamentos jurídicos en la expedición de licencias de construcción son:
  1. Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, artículos 10 y 11.
  2. Ley de Desarrollo Urbano del distrito Federal, artículos 2,7,8 y 72.
  3. Ley Ambiental del Distrito Federal, artículos 6, 26, 27, 31 y 32.
  4. Código Financiero del Distrito Federal, artículos 190, 206 y 207.
  5. Reglamento de la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, artículo 54.

**Vigencia de la Licencia** – La vigencia de las licencias de construcción es variable y de acuerdo a la naturaleza y magnitud de la obra a ejecutar. Para superficies de hasta 300 m<sup>2</sup> la vigencia máxima es de 12 meses, para superficies de hasta 1000 m<sup>2</sup> la vigencia máxima es de 24 meses y en superficies de más de 1000 m<sup>2</sup> la vigencia máxima es de 36 meses.

En el caso de registro de obra terminada, la vigencia es permanente (Formato 9, Anexo B).

### **Autorización de la Licencia de Construcción.**

En el formato 10 del Anexo B, se manifiesta el otorgamiento de la Licencia de Construcción en base a las características generales, a las características específicas y a la descripción del proyecto declarado. Se anota el número de licencia, la fecha de expedición y la fecha de vencimiento. Debe contener: a) Nombre, cargo y firma del funcionario que entrega el permiso, b) El Sello de autorización del Gobierno del Distrito Federal y c) El sello de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica.

### **Prórroga de Licencia de Construcción.**

Se puede solicitar prórrogas de la Licencia de Construcción de acuerdo al artículo 60 Bis del RCDF. Los requisitos son los siguientes:

- Descripción de los trabajos que se van a llevar a cabo para continuar con la obra.
- Porcentaje de avance de la obra ejecutada.
- Comprobante de pago de derechos por expedición de prórroga de Licencia.
- Registro y carnet del Director Responsable de Obra y de los Corresponsables que procedan.
- Documento con el que se acredite la personalidad en caso de Representante Legal.

En la Solicitud de Prórroga (Formato 11, Anexo B) deberá incluirse el Número de Licencia de Construcción, fecha de expedición y el porcentaje de avance de la obra. Nombre y firma del Propietario, nombre y firma del Director Responsable de Obra y nombre, número de registro y firma de los Corresponsables de obra.

### **Manifestación de terminación de obra.**

Se deberá notificar a la Delegación la terminación de la obra (Formato 12, Anexo B) habiendo cumplido los requisitos siguientes:

- Licencia de construcción previamente autorizada.
- Proporcionar los datos de manifestación de obra terminada, firmadas por el propietario, el director responsable de obra y los corresponsables que corresponda (original y copia).

- Visto bueno de seguridad y operación (original y copia).
- Documento que acredite la personalidad del representante legal (original y copia).
- Datos de la inversión hecha: valor del terreno, valor de la construcción y el total.

### **Autorización de ocupación.**

Se deberá solicitar a la Delegación correspondiente el documento de Autorización de Ocupación (Formato 13, Anexo B), habiendo cumplido los siguientes requisitos:

- Acuse de recibo de la manifestación de terminación de obra suscrita por el propietario, el director responsable de obra y los corresponsables en seguridad estructural, diseño urbano y arquitectónico y en instalaciones que corresponda (original y copia).
- Planos arquitectónicos (2 tantos).
- Visto bueno de seguridad y operación (original y copia).
- Documento que acredite la personalidad del Representante Legal (original y copia).

## **6.4 Contrato de Luz y Fuerza**

La empresa Luz y Fuerza del Centro es la entidad autorizada por el Gobierno Federal para emitir los contratos de servicio de energía eléctrica a usuarios, personas físicas o morales, en la zona centro de la República Mexicana. Para obtener el Contrato de Luz y Fuerza es necesario contar con toda la información técnica al respecto y llenar una serie de requisitos y recomendaciones generales.

### **Requisitos para obtener el servicio.**

- Llenar una solicitud de servicio de energía eléctrica bajo el régimen de aportaciones (Formato 14, Anexo B) en donde se indica si es para obtener un nuevo servicio de energía eléctrica o si se requiere la modificación a uno ya existente.
- El solicitante debe entregar toda la información y documentación necesaria para la elaboración del proyecto y presupuesto correspondientes, una vez que la empresa Luz y Fuerza notifique que no existe ningún impedimento técnico.

- Los tiempos de respuesta de Luz y Fuerza del Centro serán en días hábiles y empiezan a contar a partir del siguiente día en que la oficina acuse recibo de la información y documentación solicitada.
- Para solicitudes de servicio de alta tensión, una vez hecho el requerimiento, deberá entablarse una coordinación más estrecha entre el solicitante y Luz y Fuerza a fin de precisar la información técnica necesaria.
- Cubrir las cuotas que indique Luz y Fuerza del Centro conforme a convenio.
- Cuando sea requerido, estar terminada la obra específica ó la modificación de las instalaciones.
- Cuando el caso lo amerite, entregar a Luz y Fuerza el original del certificado expedido por la unidad verificadora.
- Celebrar el contrato de suministro solicitado.

#### **Recomendaciones generales.**

- Anexar una relación de cargas que ampare la carga por contratar considerando la capacidad expresada en watts en motores, lámparas, contactos y cargas especiales como soldadoras, hornos, aparatos de rayos X, entre otros.
- Para facilitar la localización del lugar donde se solicita el servicio anexar en la solicitud un croquis de localización.
- Cuando se trate de suministros de media o alta tensión, Luz y Fuerza proporcionara el nivel de corto circuito en el punto de suministro y en su oportunidad el solicitante deberá proporcionar marca, tipo y capacidad interruptiva del medio de protección y desconexión instalada en la subestación de su propiedad, con el fin de asegurar la correcta coordinación de protecciones entre ambos.
- Contar con las licencias y permisos pertinentes, tales como licencia de construcción, uso de suelo, número oficial, etc., para la autorización de fraccionamientos habitacionales, parques industriales, entre otros.

#### **Datos requeridos en la solicitud de servicio de energía eléctrica.**

- Datos del solicitante.
  1. Nombre, denominación o razón social.
  2. Domicilio en donde se requiere el servicio.

3. Domicilio para recibir notificaciones.
  4. Número de teléfono.
- Características del servicio solicitado.
    1. Tipo de servicio (nuevo, modificación o provisional).
    2. Tipo de tensión requerida (baja, media o alta).
    3. Número de fases solicitadas (1, 2 o 3 fases).
    4. Clase de servicio, se refiere al destino que se le **va a dar a la energía suministrada** (doméstico, comercial, industrial, oficinas, etc.).
    5. Número de solicitud de servicio definitiva.
    6. Número de servicios requeridos.
    7. Fecha en la que se requiere el servicio.
    8. En el caso de servicio de baja tensión indicar la distancia que hay entre el registro de Luz y Fuerza y las instalaciones del solicitante.
  - Datos de carga y demanda de servicio.
    1. Si es servicio nuevo o provisional indicar la carga por contratar en kw y la demanda solicitada en kw.
    2. Si es modificación de servicio indicar carga y demanda actual en kw y carga y demanda por contratar en kw.
    3. Indicar el número de fases.
  - Datos adicionales para servicios en media y alta tensión.
    1. Capacidad de la subestación del solicitante en kw.
    2. Tensión primaria en kw.
    3. Tensión secundaria en kw.
    4. Ubicación de la subestación del solicitante (planta baja, sótano, etc.).
    5. Uso de la subestación (individual o compartida).
    6. Tipo de subestación si es encapsulada, blindada, intemperie, poste, pedestal u otro tipo.
  - Luz y Fuerza comunicara al solicitante el nivel de tensión óptima a la solución técnica más económica.
  - Modificación de instalaciones – Si la modificación solicitada involucra postes, líneas, acometidas, equipos de medición, subestación eléctrica u otros.
  - La solicitud deberá ir firmada por el solicitante o responsable legal.

# Capítulo 7

## Construcción del Sitio



## **7. CONSTRUCCIÓN DEL SITIO**

Para la construcción de cualquier sitio de telecomunicaciones, a nivel de terreno natural o en azoteas de edificios, se deberá tener el proyecto ejecutivo totalmente revisado, corregido y aceptado por los supervisores de la empresa contratante (capítulo 5 y anexo A). Antes de empezar cualquier tipo de trabajo en la obra se deberá tener planeado y estudiado todos los pasos a seguir desde el inicio de la obra hasta su total terminación.

En este capítulo se describe el proceso administrativo y constructivo del sitio de telecomunicaciones de Alestra "Mini pop Nuevo León", ubicado en Avenida Nuevo León N° 210, Colonia Condesa México, DF. Por instrucciones de la empresa contratante y como parte del programa de construcción de su infraestructura de telecomunicación, se instalará una radiobase en la azotea de un edificio de 75.0 m de altura, que consiste de los siguientes elementos: una torre de telecomunicación arriostrada de 30.0 m de altura, la instalación de un shelter de Multypanel de 5.0 x 7.0 x 3.0 m, de una planta de emergencia de 3.50 x 1.0 x 1.50 m de 35 kw, trifásica, de la trayectoria de acceso y de retorno de fibra óptica, de la trayectoria de la acometida eléctrica y de la trayectoria del sistema de tierras (Fotografías 7.1 y 7.2).

### **7.1 Proceso Administrativo**

Los pasos a seguir en términos generales en la ejecución de toda obra, los trataremos de dividir en partidas de cada especialidad o ramo de trabajo en la construcción. Esta clasificación solamente es para dar una idea de la forma en que se lleva a cabo; y no se deberá tomar como norma, sino únicamente como puntos básicos ya que cualquier organización de este trabajo dependerá del realizador. Cada constructor tendrá su plan elaborado de trabajo según su criterio, sus conocimientos, y el caso especial del proyecto.

#### **7.1.1 Actividades del residente de obra**

Las actividades que debe desarrollar el residente de obra son variadas y van desde las técnicas hasta las administrativas, donde en todo momento el residente debe coordinar los trabajos a desarrollar con

sus jefes de frente, aplicando en ello todos sus conocimientos, experiencia y don de mando, sujetándose a las normas y especificaciones de construcción que procedan.

El residente ocupa un puesto muy importante dada la gran responsabilidad que representa la labor que desempeña en el desarrollo de la obra, controlando y dirigiendo los recursos materiales y humanos asignados, asimismo, supervisando los procedimientos constructivos y condiciones de seguridad de la obra, verificando que se cumpla con lo establecido en el proyecto ejecutivo.

Las actividades del residente de obra se han dividido en cuatro tiempos con la finalidad de que cada una de las actividades se dé con la calidad y en los tiempos establecidos, siendo éstas:

- Al asignársele la obra.
- Al llegar a la obra.
- Semana a semana durante el proceso de la obra.
- Al terminar la obra.

### **7.1.2 Actividades al asignarle la obra**

Para iniciar una obra el residente debe conocer el proyecto, analizando y verificando que dicho proyecto contenga la información y especificaciones necesarias, y en caso contrario notificarlo al supervisor encargado del proyecto de la empresa de telecomunicaciones para aclararlo de inmediato. De igual manera debe verificar que exista un anticipo por parte de la empresa de telefonía para iniciar la obra.

Debe conocer y conciliar con la empresa de telecomunicaciones, la infraestructura que se envía a la obra tomando en cuenta el tiempo establecido en el programa de obra para poder determinar el avance mínimo de cada semana.

Debe conocer la ubicación de la obra para determinar el importe de la solicitud de fondos para el inicio de la obra, para la compra de materiales, los sueldos y viáticos tanto suyos como del personal a su cargo durante su estancia en la obra.

Posteriormente debe recabar los formatos y papelería que debe emplear en la obra para registrar en ellos todas sus actividades durante el proceso de obra, así como los documentos necesarios para dar de alta la obra ante el Seguro Social y el alta del 2% estatal en su caso.

### **7.1.3 Actividades al llegar la obra**

Al llegar a la obra, antes que nada, debe de presentarse ante el cliente, identificar a los supervisores con quienes tendrá trato directo en lo referente, para conciliar y tramitar todo documento que se genere durante el desarrollo de la obra.

Debe de solicitar una copia de los planos del proyecto ejecutivo vigente, para que a través de ellos pueda definir su plan de trabajo, investigar si el cliente cuenta con los permisos de construcción necesarios para iniciar la obra y en caso contrario, tramitarlos como se describe en el Capítulo 6 y Anexo B.

Posteriormente debe de revisar el área de construcción, verificando que ésta cumpla con los servicios requeridos de energía eléctrica y de agua potable o en su caso suministrarlos.

**Oficina** - Debe ser instalada en una zona tal que permita observar desde su interior la zona de habilitado y de ser posible la zona de armado.

En la oficina se abrirá una carpeta para guardar en forma ordenada los documentos o informes que se generen diariamente durante el desarrollo de la obra.

Debe contar con un pizarrón de 90 x 150 cm aproximadamente, en el cual se asienten y actualicen periódicamente los datos que se generen de acuerdo al tipo de obra y que pueden ser:

- Avances de obra de cada frente.
- Fuerza de trabajo semanal por frente.
- Suministro y consumo semanal de materiales.
- Suministro semanal de maquinaria y equipo.

- Programa de obra semanal.
- Pendientes.
- Otros, propios de la obra.

**Área de habilitado de materiales** – Debe ser ubicada lo más cercano posible a la zona de armado y ensamble, minimizando así los acarreos y que, salvo casos extraordinarios, no deberá ser movida hacia otra área ya que ello implica gastos en tiempo y costos considerables. Es importante dejar bien definidas las subareas del centro de habilitado:

- Estiba de material sin habilitar.
- Zona de corte
- Zona de dobleces.
- Estiba de material habilitado.
- Area de material sobrante.

**Comedor** – El comedor debe instalarse lo más cercano a la zona de trabajo evitando así emplear demasiado tiempo en transportarse de la obra a éste.

**Dormitorio** – En lo posible debe ser instalado en la zona de trabajo a manera de campamento, de no ser así, se aconseja que sea lo más cercano a la obra para que el tiempo de transportación de un lugar a otro sea lo mas corto posible

**Sanitarios** – Se instalaran en uno o dos núcleos, dependiendo del número de trabajadores (20 por mueble) y las distancias entre sus áreas de trabajo, sin que contaminen o vicien el área laboral.

**Seguro Social** – Debe de dar de alta la obra ante el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), presentándose en las oficinas administrativas de la localidad con los documentos requeridos para ello (Contrato de obra y Licencia de construcción), recibiendo del IMSS el registro patronal y la credencial del patrón por medio de la cual podra realizar los trámites correspondientes durante todo el proceso de la obra, conciliando con el representante del IMSS la periodicidad y las fechas de pago correspondientes

**Secretaría de Finanzas** – Asimismo, debe investigar en la Secretaría de Finanzas del Gobierno del Estado si en esa localidad es necesario pagar el 2% estatal del impuesto sobre sueldos pagados al personal contratado en obra. De ser así, debe entregar en dichas oficinas la documentación requerida en original y copia, quedando registrado de esta manera y conciliando con el representante de dicha Secretaría, la periodicidad y fechas de pago correspondientes.

Debe abrir una cuenta bancaria, a nombre de la empresa, en el mismo banco en el que el cliente le girará los cheques del pago de las estimaciones y en esa misma cuenta se le deposite el importe total de la nómina a pagar, los viáticos y la compra de materiales.

**Bitácora de obra** – Una vez instalado el centro de trabajo el residente debe de abrir una bitácora de obra donde se asienten todos los incidentes que requieran una constancia por escrito para que en determinado momento se puedan fundamentar con ésta algunos trabajos extraordinarios para su cobro o bien, deslindar responsabilidades para cada parte de algún evento acontecido tomando en cuenta que la bitácora es un documento legal.

Por lo anterior las notas de bitácora no deben dar margen a interpretaciones, es decir, dichas notas deben ser concretas y establecer los compromisos de cada parte. Se abrirá la bitácora de obra con los siguientes datos y una primera nota como se indica a continuación:

- Tipo de obra.
- Nombre de la Delegación o Municipio.
- Número de Licencia de construcción.
- Número de registro.
- Tipo de obra.
- Fecha.
- Ubicación – Calle, número oficial, colonia y ciudad.
- Director Responsable de Obra – Nombre y número de registro.
- Nombre del propietario y domicilio.
- Valor del terreno.
- Valor estimado de la construcción.

- Tomar nota de la redacción de la licencia de construcción.
- Importe total de derechos.
- Número de recibo.
- Vigencia de la licencia de construcción.

La primera nota de la bitácora de obra, se abrirá como se indica a continuación:

#### Nota N° 1 y fecha

Con esta fecha se inician los trabajos de construcción del Sitio de telecomunicaciones de Alestra "Mini pop Nuevo León", en la azotea del edificio ubicado en Avenida Nuevo León N° 210. Colonia Condesa, México, DF. Para estas actividades Servicios Alestra SA de CV contrata los servicios de Telemática y Procesos SA de CV, siendo las siguientes personas autorizadas para utilizar esta bitácora (se anotan los nombres de las personas autorizadas por ambas empresas).

**Programa de obra** – Para la ejecución de la obra, se necesita tener el conocimiento de todas las actividades que intervienen en la construcción del sitio. Para así programar con anticipación la compra: de materiales, de equipos y accesorios que se emplearán durante la construcción.

El programa de obra debe generarse una vez conciliado con el cliente el tiempo de inicio y terminación de la obra. Siempre que en alguna etapa del proceso de la obra se desfase el programa por cualquier circunstancia, será necesario ajustar nuestro programa de obra y presentar una nueva propuesta de tiempos al cliente especificando en el mismo, las nuevas fechas de entrega como se muestra en la Figura 7.1.

Es muy importante terminar la obra en el tiempo que marca el programa, ya que de lo contrario el retraso que se genera tiene como consecuencia, un impacto económico tanto para la empresa que construye como para la empresa contratante. Para la contratista se incrementan los costo de mano de obra y para el cliente repercute en el tiempo de recuperación de su inversión, ya que no podría ofrecer los servicios de telecomunicaciones en los tiempos programados.

OBRA: Instalación del "Mini pop Nuevo León" en Avenida Nuevo León N° 210 en la Cd. de México

DESCRIPCION DE PARTIDA		PROGRAMA DE OBRA																								
		1ra Semana Noviembre					2da Semana Noviembre					3ra Semana Noviembre					4ta semana noviembre									
NUM.	DIAS TIEMPO CALENDARIO	30	31	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18	20	21	22	23	24	25	
1	DEMOLICION DE LO QUE HAY DEL ARMADO DE LOS DADOS PARA LA PLANTA DE CADUCOS DEL SHELTER Y TORRE	■	■	■																						
2	TRAZO Y NIVELACION DE DADOS DEL SHELTER Y TORRE	■					■																			
3	ACARRIO Y ELEVACION DE MATERIAL PARA DADOS Y ESTRUCTURA DEL SHELTER			■	■	■	■	■	■	■																
4	HABILITADO Y ARMADO DE CÁMERA Y AGUERO DE REFUERZO PARA DADOS DEL SHELTER Y TORRE. INCLUYE SOLDADO Y DESCOMBRADO DE DADOS				■	■	■																			
5	COLOCACION DE PLACA BASE Y ANCLAS PARA APOYO DE ESTRUCTURA DEL SHELTER Y TORRE						■																			
6	HABILITADO ARMADO Y MONTAJE DE ESTRUCTURA DEL SHELTER A BASE DE VIGAS PRIMARIAS, PUNOS, BARANDAL Y ESCALERA INCLUYE APLICACION DE PRIMER PINTURA							■	■	■	■	■	■	■	■											
7	MANOBRAS Y ELEVACION DE MATERIAL Y EQUIPO A UNA ALTURA DE 7.5 METROS PARA SHELTER, PLANTA ELECTRICA Y TORRE																■	■								
8	ARMADO DE SHELTER INCLUYE INSTALACION DE ELECTRICA CHAROLA Y EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO																■	■	■	■	■	■				
9	INSTALACION DE PLANTA ELECTRICA INCLUYE COLOCACION DE TRANSFER A CLIMATICO Y CONTACTO DE PRECALENTADOR																				■	■				
10	INSTALACION DE TORRE ARRISTRADA DE 30 CM DE ALTURA INCLUYE COLOCACION DE REJERCAS																						■	■	■	
11	ADMETIDA DE LUZ Y FUERZA DE SOTANO A SHELTER								■	■	■	■	■	■	■											
12	SYSTEMA DE TIERRAS DE SOTANO A SHELTER INCLUYE REGISTRO														■	■	■	■	■							
13	ADMETIDA DE FIBRA OPTICA DE CALLE A SHELTER INCLUYE REGISTRO																			■	■	■	■	■	■	
14	AMBIENZA GENERAL DE OBRA			■	■					■	■						■	■				■	■	■	■	
15	PERMISOS DE OBRA DE SINDICATO DE MANIOBRAS Y DE LUZ Y FUERZA	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

Figura 7-1 - Programa de obra

### 7.1.4 Actividades semana a semana

**Diario** – A partir de que se inicia el proceso de obra, cada día el residente pasa lista al personal a su cargo, con la finalidad de llevar el récord de la asistencia y puntualidad de los mismos para que basándose en éste, se determine el monto del sueldo semanal a pagar de cada trabajador.

Asimismo, el residente coordina los trabajos a desarrollar durante el día con el Cabo o maestro de obra, verificando que todos tengan asignadas sus actividades de la jornada y que cuenten con el equipo de seguridad, material y herramienta necesarios para trabajar sin contratiempos.

De acuerdo al programa de obra se determinan los grupos y horarios de trabajo. Normalmente el personal sale a comer de las 13:00 a las 14:00 horas pero dependiendo de las características de cada obra, el horario de comida se puede dividir en dos o tres grupos de tal manera que la hora de comida sería a las 12:00, 13:00 y 14:00 horas, regresando una hora después de su salida.

Asimismo, de acuerdo a las necesidades de la obra también los horarios de entrada y salida se recomienda dividirlos en dos o tres turnos de tal manera que los horarios serían: de 8:00 a las 18:00, de 12:00 a las 22:00 y de 18:00 a las 4:00 horas.

Al inicio de cada jornada laboral el residente de obra entrega las órdenes de trabajo al Cabo, quien es el encargado de organizar y distribuir el trabajo entre sus grupos. Al término de cada jornada el residente actualiza su carpeta y su bitácora de obra, capturando la información a través del área de cómputo, imprimiéndola y archivándola en sus carpetas correspondientes, de igual manera el Cabo le reporta al residente la producción generada durante la jornada, por medio de la cual el residente analizará el rendimiento por jornada, verificando que dicho rendimiento se apegue al programa de obra estipulado en el contrato.

Cada día y en forma constante se debe tener contacto con los supervisores de la empresa de telecomunicaciones para mantener las buenas relaciones y asegurarse de que todo se esté llevando sin contratiempos para ambas partes.

**Lunes** – Llevar a cabo las actividades que se deben realizar cada día. Los días lunes y martes, de acuerdo a las necesidades de la obra, se contrata al personal requerido para trabajar durante toda la semana, tomando en cuenta que nadie puede empezar a trabajar si no ha firmado su contrato y no se le ha asignado bajo resguardo su equipo de seguridad y herramienta.

**Martes** – Llevar a cabo las actividades que se deben realizar cada día. Los martes, se concilia con el supervisor asignado por el Cliente los números generadores para avalar nuestro trabajo, la estimación de la semana anterior (normalmente se estima lo trabajado del miércoles anterior al martes en que se concilió la estimación) donde el residente debe precisar el alcance de la estimación sobre la base de los trabajos que se desarrollaron durante el período establecido, verificando que todos los trabajos que se llevan a cabo estén especificados en el contrato tanto en especie como en costo de cada uno de ellos, en caso de no ser así debe elaborar el análisis del precio unitario y se concilie con el Cliente o en su defecto se suspendan esos trabajos.

Una vez conciliada la estimación se elaboran los documentos con los montos acordados y se entregan al Cliente, quedándonos siempre con una copia que firman de recibido (recabando nombre, firma y fecha de quien recibe).

De igual manera, en su caso, se deben llevar a cabo las mismas actividades para conciliar con los jefes de cuadrilla o cabos por los trabajos que se pagarán como destajo por lo realizado en el mismo periodo.

Después de haber dado de alta la obra, se debe de dar de alta a todo el personal contratado ante el IMSS (afiliación 02) para lo cual se tienen cinco días a partir del primer día de labores. La no presentación del aviso dentro de esos cinco días causa una multa por cada trabajador de hasta cincuenta veces el salario mínimo.

Debe de dar de baja al personal que dejó de laboral para la empresa (Afiliación 04), también se debe de presentar dentro de los cinco días hábiles siguientes. La no presentación dentro de ese plazo, también causa multa, además de que siguen cobrando las cuotas.

Al trabajador se le debe de entregar la copia rosa después de que el IMSS los selló de recibido y por ningún motivo se le entregará la copia azul. Todos los avisos deben de contener el sello de recibido y los números de afiliación del patrón y del trabajador porque de otra manera no son validos.

Los martes se debe de preparar la documentación que se enviará a las oficinas centrales ya que ésta debe de llegar los miércoles a primera hora

**Miércoles** – Llevar a cabo las actividades que se deben realizar cada día. Cada miércoles a primera hora se debe de enviar a las oficinas centrales:

- Solicitud de fondos.
- Comprobación de gastos.
- Lista de asistencia.
- Notas de bitácora.
- Estimación.
- Destajo.
- Reporte del avance de obra.

De igual manera se debe de reportar el número de guía del envío semanal de paquetería la cual contendrá:

- Copia de la estimación junto con el comprobante del depósito en el banco.
- Copia del destajo.
- Contratos originales del personal.
- Copia de los avisos de alta del personal contratado.
- Copia de los avisos de baja del personal que dejó de trabajar para la Empresa.

**Jueves** – Llevar a cabo las actividades que se deben realizar cada día.

**Viernes** – Llevar a cabo las actividades que se deben realizar cada día. Todos los viernes se debe conciliar con el supervisor del Cliente las tareas a cubrir la semana siguiente, debiendo asentar dicho compromiso en la bitácora de obra, firmando de aceptado tanto el residente como el supervisor facultado por el Cliente para conciliar el tramo correspondiente.

Debe recoger el cheque con el Cliente por el importe total de lo estimado y depositarlo de inmediato a la cuenta correspondiente de la empresa, reportar el depósito por teléfono a las oficinas centrales informándose al mismo tiempo dónde y a qué hora le depositarán el importe de la nómina para el pago del personal a su cargo y el destajo correspondiente.

Para retirar el depósito de la nómina, antes debe de preparar una relación de cómo va a requerir que le paguen dicho depósito, para que posteriormente pueda ensobretar adecuadamente el importe total del pago correspondiente para cada trabajador.

Debe ensobretar el pago de cada trabajador, elaborando a su vez el recibo de nómina correspondiente en original y copia donde el trabajador debe de quedarse con el original y firmar la copia que quedará a resguardo del residente de obra

**Sábado** – Llevar a cabo las actividades que se deben realizar cada día. Todos los sábados al final de la jornada debe de tomar fotografías del avance de obra, con la finalidad de tener un registro tangible del mismo.

De igual manera cada sábado antes de pagarle al personal, el residente debe de recoger todo el equipo y herramienta que entregó bajo resguardo al personal a su cargo, previendo así que si algunos de los trabajadores ya no regresan a laborar la siguiente semana no se lleven dicho equipo.

Al término de la jornada debe pagarles a todos los trabajadores a su cargo, verificando que todos cobren y sobre todo que no haya inconformidades. En caso de haber inconformidades debe de separarlos del grupo y al terminar de pagar analizar el motivo de la inconformidad junto con sus jefes de cuadrilla y establecer lo conducente.

Una vez pagado al personal a su cargo, se le pagará al maestro de obra lo estimado en su destajo debiendo firmar de recibido el documento correspondiente, entregando factura, ya sea en blanco o bien, llenada con los datos correctos de acuerdo a la conciliación definida el martes anterior.

### **7.1.5 Actividades al terminar la obra**

Una vez terminados los trabajos, se debe de dar de baja a los trabajadores de dichos frentes ante el IMSS. Es importante que ya para terminar nuestras actividades en la obra se revise con mayor detalle el que se hayan cobrado todos los trabajos realizados, semana a semana, revisar el estado de cuenta de la obra y con esto determinar si debemos cobrar algún pendiente, si amortizamos en su totalidad el anticipo recibido y si tenemos finalmente, un saldo a favor o en contra, si hemos pagado en su totalidad los impuestos correspondientes sobre el IMSS y el 2% estatal, así como el estado de cuenta con el maestro de obra.

Con esta información, se debe de conciliar con el Cliente el formato que contendrá el Acta de Terminación (entrega-recepción) de la obra realizada (anexo C).

Una vez conciliada y firmada la Acta de Terminación de Obra, con este documento se dará de baja la obra ante el IMSS y la Secretaría de Finanzas de la localidad sobre el pago del 2% estatal y se retirará la fianza correspondiente.

Asimismo se conciliará con las oficinas centrales la solicitud de fondos para regresar el equipo, herramienta y material sobrante, verificando no tener deudas pendientes en cuanto a copias, faxes, papelería, cargos de hospedaje, etc.

Programar el flete de regreso preparando el equipo para su embarque, supervisará dicho embarque (revisando que se incluya todo en el mismo) y enviarlo a la empresa, reportando a las oficinas centrales la fecha y hora de salida, así como fecha y hora estimada de su llegada.

Una vez realizado lo anterior se notificará a la empresa la fecha y hora de regreso del personal y al llegar presentarse en las oficinas, se debe elaborar un reporte general de la obra realizada.

## **7.2 Procesos de protección y seguridad**

La vía pública es todo espacio de uso común que por disposición del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, se encuentra destinado al libre tránsito, así como todo inmueble que se utilice para ese fin. Es característica propia de la vía pública servir para la aeración, iluminación y asoleamiento de los edificios que la limiten, para acceso a los predios colindantes o para alojar cualquier instalación de una obra pública o de un servicio público.

Durante la ejecución de una obra deberán de tomarse las medidas necesarias para no alterar el comportamiento ni el funcionamiento de las construcciones e instalaciones en predios colindantes o en la vía pública (Fotografía 7.3).

### **7.2.1 Tapial de paso cubierto**

En obras cuya altura sea mayor de 10 m o en aquellas en que la invasión de la banqueta lo amerite, se colocará un tapial de paso cubierto, para salvaguardar la integridad física de los transeúntes. Tendrá, cuando menos, una altura de 2.40 m y una ancho libre de 1.20 m

Para hacer el tapial, se procede en primer lugar a colocar los "pies derechos" o postes sobre el firme de la banqueta a una altura de 2.40 m. Los postes se distribuyen a una distancia de 1.00 m entre cada uno de ellos, en ambos sentidos de la banqueta.

Al mismo tiempo y con el objeto de ir sosteniendo los postes, se colocan en la parte superior, vigas de madera de 4" x 8", que corren en el sentido de los postes, a estas vigas se les llama "vigas madrinas". Sobre éstas y colocados en el otro sentido (perpendicular), se ponen polines o piezas de madera de 4" x 4", espaciados a un metro de distancia unos de otros.

La unión de vigas madrinas y postes se hace mediante "cachetes" o tiras de madera clavadas. Es conveniente verificar con la plomada que queden verticales los postes, una vez que se han colocado

polines, vigas y postes se procede a clavar la plataforma de tabla o de tarimas de 2.44 x 1.22 m de  $\frac{3}{4}$ " de espesor, esta superficie tiene la finalidad de proporcionar seguridad al paso de los peatones.

Debe tenerse la precaución de "contraventear" los pies derechos del tapial, esto es con la finalidad de evitar derrumbes por falta de rigidez en los soportes. El contraventeo se hace mediante tablas clavadas en forma de "equis" entre los postes de la cimbra.

### **7.2.2 Maniobras de elevación**

Para las maniobras de elevación, de cualquier obra civil en azoteas de edificios, se deberá tener el permiso correspondiente de Protección Civil y Vialidad para cerrar la calle al paso de automóviles y peatones (Fotografía 7.4). Antes de empezar cualquier tipo de maniobra se deberá tener planeado y estudiado los pasos a seguir desde el inicio de la maniobra hasta su terminación.

Los pasos a seguir en términos generales en las maniobras de elevación se describen a continuación. Esta secuencia solamente es para dar una idea de la forma en que se lleva a cabo y no se deberá tomar como norma, ya que cualquier organización de este trabajo dependerá del constructor.

### **7.2.3 Medidas de seguridad**

Antes de iniciar las maniobras de elevación de: materiales, equipo, estructura y accesorios del shelter y de la torre, el responsable de la obra o el propietario de la misma, tomarán las precauciones, adoptarán las medidas técnicas y realizarán los trabajos necesarios para proteger la vida y la integridad física de los trabajadores y la de terceros.

Se deberán usar redes de seguridad donde exista la posibilidad de caída de los trabajadores o cuando no se puedan usar cinturones de seguridad, líneas de amarre y andamios. Los trabajadores deberán usar los equipos de protección personal en los casos que se requiera (cascos, guantes de carnaza, zapatos de seguridad, caretas de soldar, goggles, etc.).

Asimismo, deberá mantenerse en la obra un botiquín con medicamentos e instrumentales de curación necesarios para proporcionar primeros auxilios.

El día de la maniobra para cerrar la calle se colocarán: conos de seguridad, cinta de precaución y señalamientos de paso cerrado por maniobras, asimismo, estarán presentes: policías y patrullas de tránsito con las luces encendidas de la torreta.

#### **7.2.4 Permiso de Protección Civil y Vialidad**

Un día antes de la fecha programada para realizar las maniobras de elevación, se debe acudir a Protección Civil y Vialidad de la Delegación o Municipio correspondiente, para solicitar unidades y personal de tránsito que abandere, el cierre de la calle o avenida en donde se realizarán dichas maniobras.

#### **7.2.5 Horario de maniobras**

Estos trabajos se permiten realizar de 10:00 PM a 6:00 AM, por lo que es importante que en el transcurso del día se suministre en la obra: los materiales, equipos, estructura y accesorios: del shelter y de la torre, para evitar contratiempos y hacer doble maniobra.

#### **7.2.6 Tipo de grúa**

Para iniciar las maniobras de elevación se recomienda que la grúa llegue a la obra a las 9:00 PM, una hora antes, ya que aproximadamente es el tiempo que se lleva en armarse y posicionarse en su sitio. Para la realización de los trabajos se necesita una grúa con las siguientes características:

- Capacidad de carga de 120.0 ton
- Altura de izamiento libre de 90.0 m
- Radio de trabajo de la grúa de 20.0 m
- Capacidad mínima de carga en el extremo de 2.0 ton
- Eslingas planas de poliéster de 5.0 ton de capacidad de carga

## **7.3 Cimentación del shelter**

La cimentación o anclaje u obra civil para desplantar el shelter (Fotografías 7.5 y 7.6), es de suma importancia, ya que de ésta depende la seguridad de la caseta, así como la de mantener el correcto y constante funcionamiento del equipo en su interior.

Antes de iniciar la cimentación del shelter se requiere realizar la limpieza del área a construir, quitando basura, escombros o restos de construcciones anteriores. El escombros, producto de la limpieza del área a construir, debe de sacarse de la obra o colocarse en un lugar donde no estorbe, si es que el tamaño del edificio así lo permite.

Se seguirán los lineamientos establecidos en el Capítulo 4, relativos a normas para diseño y construcción de estructuras de concreto. Los pasos a seguir, en términos generales, en la construcción de la cimentación del shelter se describen a continuación.

### **7.3.1 Trazo de la obra**

El trazado es el primer paso necesario para llevar a cabo la construcción. Consiste en marcar sobre la azotea las medidas que se muestran en el proyecto. Es recomendable que el trazado se haga cuando menos entre tres personas, debido a que para una sola resulta demasiado difícil y no queda exacto.

Es necesario para llevar a cabo este trabajo lo siguiente: cinta métrica o flexómetro, carretes de hilo de varios metros de largo, clavos de concreto de 2", martillo o maceta, cal para marcar en la azotea y nivel de manguera para fijar la altura a la que deberá ir la estructura del shelter sobre los dados.

Para hacer el trazado de la obra, se toma como referencia alguno de los muros de la construcción existente o alguna de las líneas de colindancia. Una vez hecho esto, tómesese como base el muro existente de la construcción, marcando sobre éste los puntos en los que se va encontrar los ejes de los dados ubicados entre los ejes 4 y 6 de las columnas.

Cuando estos puntos se han medido en forma precisa a partir del alineamiento y se han marcado con lápiz sobre el muro de la construcción existente, se colocan hilos perpendiculares en cada uno de estos puntos usando una escuadra de madera o metálica. Sobre cada una de estas líneas deben tenderse nuevos hilos sostenidos por clavos de concreto, para localizar los ejes de los dados ubicados entre los ejes de las columnas A y B. Posteriormente se realiza la demolición de manera manual de la losa de azotea de concreto armado hasta descubrir las varillas de las columnas existentes.

### 7.3.2 Armado del acero de refuerzo

El primer paso para construir los dados es hacer el armazón de acero de refuerzo de dicho dado, que se hace con varilla corrugada grado 60 (subcapítulo 4.3.2), con una resistencia a la tensión de  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ , se utilizarán 4 varillas de  $\frac{3}{8}$ ", 4 varillas de  $\frac{1}{2}$ " y 2 juegos de estribos de  $\frac{3}{8}$ " a cada 10 cm, amarrados a las varillas por medio de alambre recocido calibre 18

Para el habilitado y armado del acero de refuerzo es necesario contar con la siguiente herramienta: grifa, martillo, cincel para cortar el alambre y gancho para hacer los amarres del mismo. Para cortar la varilla se requiere de un arco y segueta y para doblar la varilla, se utiliza una grifa

El corte y doblado de las varillas se debe de hacer de acuerdo con las indicaciones de los planos estructurales. Las varillas se deben de cortar después de hacer la primera muestra y no antes para evitar desperdicios por errores de corte.

El armado de la varilla se lleva acabo sobre la azotea del edificio, en el lugar donde se ubicarán los dados. Enseguida se anclan las varillas de los dados con las varillas existentes de las columnas. Asimismo se colocan y se nivelan los cuatro juegos de anclas de  $\frac{3}{4}$ " de cold rolled con una plantilla de madera o de lámina, dichas anclas se sueldan con el electrodo E-90 de  $\frac{1}{8}$ ".

### 7.3.3 Cimbrado

Una vez que se tiene todo el armado colocado en su lugar, procédase a cimbrar (subcapítulo 4.3.2) los "cachetes" o caras laterales de los dados. Para el habilitado y armado de la cimbra, se necesita de martillo, serrote, nivel de burbuja e hilo.

A continuación se procede a hacer los moldes o cimbra de los cuatro dados de 0.40 x 0.40 x 0.40 m, la cimbra será aparente con tablas y chaflán de pino de  $\frac{3}{4}$ ". Con este tipo de tablas de 4" de ancho se fabrican las caras laterales, tapando todos los agujeros para evitar que escape el concreto que se vaciará en su interior: las uniones entre tablas se hacen mediante travesaños de madera de 1" x 2" convenientemente espaciados.

Con el objeto de asegurar los "cachetes" de la cimbra y evitar que se muevan al vaciar el concreto, se usarán separadores de madera y de varilla, así como troqueles de madera de 2" x 4" y amarres de alambre recocado.

Antes de fijar en forma definitiva los "cachetes", es necesario comprobar que el alineamiento de los dados coincida con los ejes trazados al iniciar la obra. Para esto colóquense hilos sobre los puntos marcados para el trazo y verifíquese si los dados quedan centrados con relación a los hilos.

Una vez que se verificó el trazo de los dados se plomea la cimbra con un nivel de burbuja, asimismo, se nivela el acero de refuerzo. Para pasar niveles, la manguera se llena de agua hasta las marcas, procurando que no queden burbujas de aire en su interior. Para pasar niveles al armado de los dados, coloque un extremo de la manguera en la raya que sirve de base o referencia marcada sobre el muro existente o en su caso sobre un polin y el otro punto en el dado donde se desea pasar el primer nivel.

Esta operación debe de hacerse entre dos personas y debe de procurarse que los niveles de agua de la manguera dejen de moverse. Cuando esto suceda márquese con lápiz el nivel sobre la cimbra, esta

marca servirá tanto para determinar el nivel del acero de refuerzo y así como para determinar el nivel de concreto terminado y el nivel de la placa base.

### 7.3.4 Concreto

Antes de llevar a cabo el vaciado del concreto o "colado", es necesario que con una estopa se aplique aceite quemado o diesel sobre la cara de la cimbra que va a quedar en contacto con el concreto para evitar que la cimbra se pegue. Asimismo, es recomendable que momentos antes del colado se moje la cimbra para evitar que ésta absorba el agua de la mezcla de concreto, lo que produciría pequeñas grietas en el mismo.

Para la fabricación del concreto hecho en obra (subcapítulo 4.3.3), con una resistencia a la compresión de 250 kg/cm<sup>2</sup> se necesita de: palas, cuchara de albañil, escantillón y botes para la preparación de las mezclas. En caso de que se desee tener un menor tiempo de fraguado en el concreto, con el objeto de acelerar el proceso de la obra, se recomienda el empleo de cemento de tipo "alta resistencia y fraguado rápido", que permite descimbrar a los 7 días, en lugar de a los 15 como acontece en el cemento de tipo normal.

Este tipo de concreto se ejecuta sobre un entarimado (duela o tablonés) impermeable o bien sobre una superficie plana, seca y limpia, ya que si la mezcla se revuelve con tierra pierde resistencia. Se extiende en primer lugar la arena, a continuación se vacía el cemento mezclando con pala (la arena y el cemento) hasta que se obtenga un color uniforme (generalmente con 2 o 3 vueltas completas es suficiente).

Después de tener la arena y el cemento perfectamente revueltos se extenderá la mezcla obtenida, agregando la grava hasta que quede una capa uniforme muy bien mezclada, procediéndose a abrir un cráter, añadiendo la cantidad necesaria de agua. Es necesario tener cuidado de no vaciarle demasiada agua debido a que se reduce la resistencia del concreto.

Luego de derrumbar las orillas del cráter se mezcla el conjunto de un lado hacia otro hasta que se observe que la revoltura presenta un color uniforme

Una vez que se preparó la mezcla de acuerdo a las proporciones (subcapítulo 4.3.3) necesarias para alcanzar la resistencia del concreto que se especifica, la forma mas adecuada para llevar a cabo un colado es la siguiente: una o dos personas atienden la fabricación del concreto: un grupo de personas se dedica al transporte en botes y una persona vibra el concreto en el lugar donde se está vaciando, con el objeto de evitar que queden huecos en el interior del colado.

El nivel del concreto deberá de cubrir cuando menos 2.5 cm. la parte superior del armado. La terminación de la cara superior del dado debe ser uniforme para lo cual se debe de emplear la cuchara emparejando la superficie.

### **Vibrado**

El vibrado del concreto (subcapítulo 4.3.3), es de mucha importancia para un colado efectivo y su aplicación correcta es factor esencial en todo tipo de obra. El uso del vibrador en un colado puede favorecer a la resistencia del concreto, ya que es posible utilizar menor cantidad de agua en la revoltura, haciendo que la mezcla sea más fluida, y por consiguiente facilitando el colado y mejorando el acabado por la misma uniformidad lograda por este medio

Los vibradores que se utilizan generalmente son los de 7.000 rpm con un diametro de 1 ½" y puede ser: de gasolina de 4 HP o en su caso eléctricos de 2 HP 110 volts con extension. Será preciso tener cuidado de colocar los vibradores a suficiente profundidad para agitar efectivamente el fondo de cada capa de concreto: los vibradores se introducirán y retirarán lentamente y deberán operarse continuamente mientras se extraen

Los vibradores para colados se colocarán verticalmente y nunca horizontalmente (siendo probable que la segregación se produzca), recomendándose unos 15 segundos de vibrado por cada 10 cm<sup>2</sup> de la

superficie en cada capa, ya que si se usa en exceso se estancan los agregados gruesos en el fondo, mientras que el cemento queda en la parte superior.

### **Curado**

Asimismo es necesario tomar en cuenta que todo el trabajo del colado, debe de hacerse en forma continua, ya que el concreto se endurece y pierde su resistencia al fraguar antes del vaciado en la cimbra.

La revoltura no debe de estar fuera de la cimbra más de 45 minutos, ya que es el tiempo de fraguado inicial para todo tipo de concreto (el cual ya no es manejable), y el tiempo de fraguado final es de 10 horas dependiendo de la sección.

Una vez que se ha realizado todo el colado, debe de procederse a la operación de "curado" (subcapítulo 4.3.3), que consiste en mojar la superficie del colado dos o tres veces al día durante el periodo de una semana o en su caso se puede utilizar una membrana de curado "Curacreto". Esto tiene por objeto evitar que los dados se agrieten por la pérdida excesiva del agua del concreto.

### **Revenimiento**

Debido a la importancia que tiene el grado de plasticidad o facilidad del manejo de un concreto, se recomienda que durante el colado en la obra, se determine mediante ensayos los hundimientos de las mezclas; este ensayo es el llamado "revenimiento" (subcapítulo 4.3.3).

El revenimiento consiste en medir el hundimiento que sufre un tronco de cono de concreto fresco al retirarle el apoyo. Para hacer la prueba se usa un molde metálico, cuyas medidas son de 30 cm de altura, 10 x 10 cm en su base superior y 20 x 20 cm en su base de apoyo (llamado cono de Abrams).

La prueba se lleva a cabo colocando el molde sobre una superficie horizontal y se vacía en él hasta llenarlo con tres capas de igual espesor con la revoltura cuya plasticidad se desea clasificar, picando cada una de las capas de 20 a 25 veces con una varilla de 5/8" para apisonar el material.

Se enrasa el concreto a nivel de la base superior del molde, el cual se saca cuidadosamente hacia arriba. Sobre la superficie horizontal donde descansa el cono queda la revoltura, que por falta de apoyo de las paredes laterales se reventará mas o menos, según su fluidez.

La diferencia en centímetros entre la altura del molde y la final de la pasta seca, se denomina revenimiento y es tanto mayor cuanto más fluida es la revoltura. Los revenimientos mas usuales según la clase de obra a que se destina el concreto son:

- Para presas, puentes, cimentaciones, muros de contención, pavimentos, etc., será una fluidez de la mezcla de tipo seca y revenimiento mínimo de 0, máximo de 8 y promedio de 4.
- Para losas, traveses, muros de gran sección, piezas de pequeñas dimensiones con bastante armado, etc., será una fluidez de la mezcla de tipo plástica y revenimiento mínimo de 8, máximo de 12 y promedio de 10.
- Para formas chicas y difíciles (muros y columnas), será una fluidez de la mezcla de tipo fluida y revenimiento mínimo de 10, máximo de 20 y promedio de 15.

#### **7.4 Plataforma metálica del shelter**

La fabricación de la estructura de acero para desplantar el shelter y la planta de emergencia (Fotografías 7.7 y 7.8), es de vital importancia, ya que ésta garantiza la estabilidad estructural tanto del edificio como la del Mini pop.

Por lo anterior es necesario fijar los criterios que deben de considerarse en la construcción y en el montaje de la plataforma metálica, para ello se requiere delimitar las características que deben de cumplir los diversos materiales que se seleccionen para el efecto, mismas que rigen en la fabricación, montaje, conexiones, soldadura, acabados y en si la construcción de estructuras de acero (Capítulo 4).

### **7.4.1 Fabricación en taller**

La fabricación de la estructura de acero se realizará de acuerdo a los planos de diseño y a las especificaciones, cualquier procedimiento, detalle, nota, etc., indicado en los planos de diseño deberá ejecutarse en taller o en campo, siguiendo la buena práctica de la ingeniería constructiva.

Los planos de taller deben de incluir la información necesaria y suficiente para la fabricación de cada parte componente de la estructura, elementos estructurales, placas, anclas (si se especifican), tipo y tamaño de tornillos y remaches (si se especifican), tipo de electrodos y dimensiones de soldadura. En general todo aquello que complemente lo indicado en los planos de diseño.

La fabricación de la estructura de acero en el taller debe siempre procurar producir los elementos o miembros estructurales de manera que los trabajos de conexión, nivelación y montaje en el campo se reduzcan y simplifiquen.

Se harán en el taller la mayor cantidad de conexiones y empalmes en los elementos estructurales. Las limitaciones del taller estarán sujetas exclusivamente a dimensiones máximas para transporte, por capacidad de montaje, por capacidad de galvanizado (cuando se requiera), por las juntas indicadas en planos de diseño, o cuando por necesidades de transporte, los elementos estructurales o placas de conexión que sobresalgan puedan sufrir algún daño.

Para la alineación o corrección de algún material, se requerirá la aprobación del cliente, pero deberá preferirse el enderezado mecánico antes que el que requiera calentamiento; todo enderezado por temperatura no rebasará los 600 °C para acero A 36.

La línea de centros de elementos estructurales será la siguiente: en ángulos simples y ángulos dobles espalda / espalda, si van unidos con soldadura, la línea centroidal y si van unidos con tornillos, la línea de gramil.

Se seguirán los lineamientos establecidos en el Capítulo 4, relativos a normas para diseño y construcción de estructuras de acero:

**Material** – El material por emplear en la fabricación de estructuras de acero, debe cumplir con las tolerancias indicadas en el subcapítulo 4.4 titulado “Acabados y tolerancias”.

**Cortes** – Los cortes en el material de fabricación serán efectuados por medio de cizalla o soplete, de acuerdo con las limitaciones que se indican en el subcapítulo 4.4.3.

Todas las superficies del corte deberán ser esmeriladas. No se permitirán grietas mayores de 2 mm de profundidad; el material con grietas mayores será desechado o cepillado por cuenta y riesgo del contratista.

No deberá cortarse con cizalla las superficies que serán unidas por soldadura en conexiones de cortante y flexión (trabes, placas o columnas inclusive).

**Agujeros** – Los agujeros en el material de fabricación serán efectuados por punzones y taladros con las limitaciones que se indican en los subcapítulos 4.4.3 y 4.4.4.

Los agujeros para tornillos serán de 1.6 mm mayores que el diámetro de los mismos. Queda prohibido hacer agujeros con soplete (en vez de punzones y taladros).

**Juntas atornilladas** – Las tuercas, rondanas (de cabeza o tuerca), longitud, agarre, etc., se obtendrán del manual IMCA. La longitud de agarre se calculará considerando los espesores de las partes conectadas.

El método recomendado para apretar los tornillos será el sistema de apriete por el método “Turn of Nut”, indicado por AISC. El apriete o torque en kg-m que debe de tener cada tornillo, se puede determinar experimentalmente apretando uno de ellos hasta lograr su ruptura, anotando el valor que lo logró; el torque apropiado será el 50% o 60% de dicho valor.

**Soldadura** – Toda soldadura se harán según las limitaciones que se indican en los subcapítulos 4.4.5, 4.4.6, 4.4.7, 4.4.8 y 4.4.9.

El trabajo de soldadura de taller deberá de hacerse de acuerdo al siguiente procedimiento: se limpia la superficie, se dará el primer paso del cordón, se quitará la escoria residual cuando la conexión tenga temperatura admisible al tacto, se dará el siguiente paso del cordón de soldadura, se quitará la escoria excedente, etc., tantos ciclos como se requiera hasta dar el espesor total indicado en los planos de diseño.

El resultado del trabajo presentará una mezcla homogénea y sólida de los materiales unidos sin presentar picaduras, deformaciones, escorias, etc.

**Plantillas** – Se fabricarán en el taller las plantillas que servirán para el montaje o colocación de anclas para la cimentación. Las plantillas se fabricarán de lámina calibre 12, con sus agujeros, dimensiones, orientaciones y localización indicados en los planos de diseño.

Las plantillas deberán estar en la obra, con la suficiente anticipación para no retrasar los trabajos de las cimentaciones

**Limpieza y pintura de taller** – Se ejecutará de acuerdo a la especificación que se indique en los planos de diseño y a lo indicado en los subcapítulos 4.4.11 y 4.4.12.

La limpieza deberá de hacerse por medio de cepillos de alambre, o cualquier otro sistema, con el objeto de que las superficies permanezcan libres de moho, escamas, rebabas, salpicaduras o cualquier materia extraña hasta antes de aplicar la pintura.

La pintura será aplicada una vez que la estructura procesada y terminada se inspeccione y apruebe.

#### **7.4.2 Montaje de estructuras de acero**

Antes de iniciar el montaje de la estructura de acero de apoyo del shelter y la planta de emergencia, se deberá revisar la cimentación (dados), placas bases, anclas y elementos estructurales fabricados, así

como la localización, orientación, dimensiones y niveles, de acuerdo a los planos y las especificaciones (anexo A y subcapítulo 4.4), con la necesaria anticipación, de manera que puedan hacerse las correcciones necesarias y pertinentes.

El montaje de las estructuras se basará en los planos de taller y de montaje, preparados de antemano, en los que se proporciona toda la información necesaria para el montaje de los elementos que las componen, incluyendo posición, tipo y tamaño de todas las soldaduras, tornillos y remaches. Se distinguirán claramente los elementos de conexión que se colocarán en taller de los que se pondrán en obra.

Los planos de montaje deben de contener: la posición definitiva de cualquier elemento fabricado (orientación, nivel y posición), la conexión con elementos contiguos, los pesos de los elementos por montar, cuando estos rebasan los 1000 Kg.

El fabricante de la estructura, tiene la obligación de proponer un sistema de nomenclatura para nombrar las piezas en los planos y marcarlas en el taller, lo cual necesariamente hace que: todas las piezas y elementos estructurales deben de incluirse en este sistema; los elementos que por necesidades de transporte deban de llevarse por separado, tendrán las referencias necesarias, para que facilite el montaje.

El montaje debe efectuarse con equipos apropiados que ofrezcan la mayor seguridad posible. Durante la carga, transporte y descarga del material y durante el montaje, se adoptarán las precauciones necesarias para no producir deformaciones ni esfuerzos excesivos.

Si a pesar de ello, algunas de las piezas se maltratan y deforman, deben ser enderezadas o repuestas, según sea el caso, antes de montarlas, permitiéndose las mismas tolerancias que en los trabajos de taller.

Se seguirán los lineamientos establecidos en el Capítulo 4, relativos a normas para diseño y construcción de estructuras de acero:

### 7.4.3 Montaje de la plataforma metálica del Mini pop

Los pasos a seguir en términos generales en el montaje de la estructura de acero, para desplantar el shelter y la planta de emergencia (Fotografías 7.7 y 7.8) se describen a continuación. Esta secuencia solamente es para dar una idea de la forma en que se lleva a cabo y no se deberá tomar como norma, ya que cualquier organización de este trabajo dependerá del constructor.

En general las actividades de montaje consistirán en suministrar el equipo, materiales, mano de obra y supervisión técnica, para ejecutar los trabajos indicados a continuación: colocar, nivelar, plomear, erigir, ensamblar y montar la estructura de acero de acuerdo con: los planos de diseño, las especificaciones y los planos de montaje. Así como las maniobras necesarias para ejecutar los trabajos siguientes:

- Conexiones soldadas de campo incluyendo el material de soldadura.
- El resane de la pintura de taller de acuerdo a las especificaciones de pintura aplicable.
- Placas, lanas, cuñas y elementos similares que se requieren para el montaje.
- El relleno de mortero (grouting) que se especifiquen en los planos de diseño y de acuerdo a las especificaciones correspondientes (anexo A y subcapítulo 4.4).
- Los contravientos y puntales provisionales.

Cada elemento estructural debe mantener las tolerancias con que ha sido fabricado, para erigirse adecuadamente. Las tolerancias que rigen en el montaje serán las establecidas en el subcapítulo 4.4.10 y las que se indican a continuación:

Las traveses se consideran alineadas, si la desviación vertical u horizontal es menor que 10 mm de la posición indicada por las dimensiones en los planos. En elementos estructurales que soportan equipo, la posición relativa de agujeros para su anclaje tendrá una tolerancia de 1.6 mm.

La estructura se montará estrictamente con los perfiles, alineamiento, elevaciones, localizaciones, orientaciones, dimensiones y ejes mostrados en los planos de diseño y montaje.

Dicha estructura a base de traves principales de acero al carbón A 36 IPR de 16" x 7" de 67.1 kg/m, se montarán sobre los cuatro dados de concreto, ubicados entre los ejes de las columnas 4, 6 y A, B y se nivelarán a su elevación proyectada por medio de placas o lamas de acero; toda vez que garantice la estabilidad de las mismas en su posible posición definitiva, se procederá a colocar el fester groud con aditivo estabilizador de volumen entre los niveles tope de concreto y de desplante de estructura.

Para así poder colocar y nivelar las placas bases de acero al carbón A 36, de 0.35 x 0.35 m en planta y ½" de espesor, dichas placas se fijan con tuercas 2h, arandelas de presión y arandelas planas de ¾", éstas a su vez todas son galvanizadas.

Los miembros estructurales a base de traves secundarias de acero al carbón A 36 IPR de 10" x 4" de 28.3 kg/m, se conectarán temporalmente, con el número suficiente de tornillos de montaje o en su caso con puntos de soldadura que garantice su seguridad y firmeza hasta verificar su correcto alineamiento, se plomeen y se conecten en forma definitiva.

De acuerdo como se describe en el Capítulo 5, las traves se apoyan simplemente, por lo que únicamente se realiza la conexión a cortante. Por lo anterior las traves se unen en sus extremos con dos ángulos de acero al carbón A 36 de 3" x 3" , de ¼" de espesor y 20 cm de largo, mediante soldadura de filete por ambos lados con el electrodo: E 6010 de ¼" para penetración y E 7018 para fondeo.

Enseguida se coloca: el barandal con tubo de 1 ½" cédula 40 y la escalera con canal de acero al carbón A 36 "CE" de 8" y 17.1 kg/m, las huellas de la escalera y los pasillos de la plataforma serán a base de rejilla Irving IS-05 de 1" x 1/8". Una vez soldada la estructura metálica se le aplican dos manos de primer anticorrosivo y dos manos de pintura de esmalte negro mate.

Para mantener el alineamiento, nivel, verticalidad, firmeza y seguridad de todos los elementos por conectar, y para tal fin, se deberán colocar los contravientos, cuñas y puntales necesarios y mantenerlos en posición hasta que se hayan ejecutado las conexiones definitivas o cuando la estructura ya no los requiera.

Deberán de preverse todas las precauciones necesarias a fin de evitar que los miembros estructurales tengan esfuerzos imprevistos por efectos de plumas, malacates, colgantes, etc.

## **7.5 Ensamble del shelter**

El shelter es un sistema integral autoportante, capaz de salvar claros hasta de 3.00 m, tanto en muros como en techos manteniendo una excelente estabilidad de conjunto.

Antes de iniciar la instalación del shelter se deberá contar con un firme de concreto o para nuestro caso con una base metálica nivelada, con las dimensiones correctas de acuerdo al proyecto arquitectónico (Anexo A) de que se trate.

La herramienta básica necesaria para la instalación se compone de: taladro tipo industrial, destornillador, remachadora, pistola de calafatear, sierra caladora, sierra sable o disco abrasivo y pistola de fijación Hilti o similar.

Como se mencionó en el capítulo 3, se fabrican shelters de acuerdo a las necesidades de la industria de las telecomunicaciones y el equipo a instalarse dentro de los contenedores depende directamente de las necesidades de cada compañía telefónica. El shelter en cuestión de 5.0 x 7.0 m en planta y 3.0 m de altura, se fabricará de Multypanel y se transportará desarmado para armarse en sitio.

### **7.5.1 Instalación de la base del shelter**

Una vez que se subió la base de perfil estructural rectangular "PTR" de 4" x 3" blanco (Fotografía 7.10), hasta la azotea del edificio con las medidas necesarias de seguridad, como se indica en la sección 7.3, se coloca la base en las traveses principales de 16" x 7". Dicha base consta de seis módulos, unidos entre sí mediante un par de tornillos de ¾" galvanizados en los extremos de cada módulo (Anexo A).

Posteriormente, en la parte superior de la base se coloca una doble capa de triplay de pino de ¼" de espesor y una tercera capa de triplay de pino de ½". Las tres capas de triplay se unen con pijas autorroscantes galvanizadas de ¼" x 1", utilizando una broca de 7/32".

### 7.5.2 Instalación del Multymuro del shelter

Antes de iniciar la instalación del multymuro, es necesario revisar la estructura de soporte, verificar que esté perfectamente instalada, alineada y pintada, con el fin de asegurarse que esta en condiciones de recibir los paneles. Enseguida se colocan los muros del shelter, la fijación de los paneles a la canaleta galvanizada de 3" (Fotografía 7.10), de desplante de los muros se hace mediante pijas autorroscantes galvanizadas de ¼" x 2", utilizando una broca de 7/32"

Como se menciona en el subcapítulo 3.1, son paneles prefabricados a base de multypanel de 3" de espesor y están compuestos por dos láminas de acero galvanizado calibre 24, unidas por un núcleo de espuma rígida de poliuretano, formando un elemento tipo sándwich y con diseño de junta del tipo hembra y macho

Esto permite que el ensamble entre los paneles sea de tipo machimbre, por lo que el sellado es hermético y este mecanismo impide el paso al interior del shelter de agentes tales como agua o humedad (Fotografía 7.9)

Después se colocan los esquineros interiores y exteriores en las uniones de los muros, a base de lámina pinto calibre 24 (Fotografía 7.9). En ambientes normales como en la Ciudad de México, los remaches "pop" que se utilizan para fijar las esquinas del shelter son AM-54.

Para la fijación de los esquineros interiores y exteriores, se deberán colocar los remaches "pop a cada 0.35 m, alternados, repartidos a lo largo de los mismos. Se recomienda que la remachadora sea del tipo acordeón para lograr una óptima calidad en la fijación.

### 7.5.3 Instalación del Multytecho del shelter

Antes de iniciar la instalación del multytecho, es necesario revisar la estructura de soporte y muros de Multypanel, verificar que estén perfectamente instalados, alineados y pintados, con el fin de asegurarse que están en condiciones de recibir los paneles del techo.

**Enseguida se coloca el plafón del shelter, la fijación del multytecho a la canaleta galvanizada de 3" de cerramiento de los muros y al monten 5MT12, se hace mediante pijas autorroscantes galvanizadas de ¼" x 4", utilizando una broca de 7/32". Después se coloca: un tapagoteros de protección en todo el perímetro del techo y un tapajuntas en el parteaguas de dicho techo, a base de lámina pinto calibre 24 (Fotografía 7.9).**

En ambientes normales como en la Ciudad de México, las pijas que se utilizan para fijar paneles en los traslapes, así como las tapajuntas, tapagoteros, etc., son galvanizadas de ¼" x ¾" de largo con arandelas metálica y plástica integrada.

Para la fijación de la tapajunta y tapagotero, se deberán colocar 2 pijas al frente y después 1 pija a cada 1.50 m, alternadas y repartidas a lo largo de estas tapas. Se recomienda que el destornillador sea de un mínimo de 4 amperes y tenga un rango de 0 a 2000 rpm, para lograr una óptima calidad en la fijación.

Como se menciona en el subcapítulo 7.6.3, en el multytecho también son paneles prefabricados a base de multypanel de 3" de espesor y están compuestos por dos láminas de acero galvanizado calibre 24, unidas por un núcleo de espuma rígida de poliuretano, formando un elemento tipo sandwich y con diseño de junta del tipo hembra y macho.

Esto permite que el ensamble entre los paneles sea de tipo machimbre, por lo que el sellado es hermético y este mecanismo impide el paso al interior del shelter de agentes tales como agua o humedad (Fotografía 7.9).

#### **7.5.4 Instalación del piso y puerta del shelter**

**Piso** – Una vez ensamblados el multymuro y el multytecho, se coloca con pegamento Resikon la loseta vinilica de 30 x 30 cm y 3 mm de espesor marca Vinilasa, color gris jaspeado, que es resistente, de fácil manejo e instalación, el requerimiento de mantenimiento es mínimo y de fácil limpieza. Enseguida para lograr una óptima calidad en la fijación, se aplica calor al piso de loseta vinilica mediante el empleo de un soplete y gas butano.

**Puerta** – Se coloca la puerta de 0.90 m de ancho y 2.25 m de altura y el anillo perimetral que no permite la entrada de agentes exteriores (humedad, polvo, smog) que dañen el equipo. En el mecanismo de cierre se emplea una chapa de alta seguridad de combinación manual (Fotografía 7.11) y la bisagra es tipo piano a todo lo largo de la puerta.

### 7.5.5 Instalación eléctrica del shelter

Una vez armado el shelter se procede a colocar la Instalación eléctrica. De acuerdo a las indicaciones de los planos (Anexo A), todos los cables eléctricos serán de marca Condumex. Se etiqueta cada circuito respetando el código de colores: fase rojo, neutro blanco y tierra física verde.

La canalización será mediante tubería conduit pared gruesa galvanizada de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro, apagador sencillo marca Quinzifio con tapa dorada de aluminio y contactos duplex polarizados marca Quinzifio tapa dorada de aluminio.

Los cableados de las lámparas deberán canalizarse sus tres hilos: fase, neutro y tierra con cable calibre 12, así como los hilos del apagador también serán calibre 12. Estos cables deberán ser canalizados con tubería conduit pared gruesa galvanizada de  $\frac{1}{2}$ ".

Posteriormente se instalan los equipos de aire acondicionado de 3.0 ton, estos equipos se fijan con pijas de cabeza hexagonal de  $\frac{1}{4}$ " x 1". Los cables de estos equipos deberán ser calibre 8 AWG para la alimentación eléctrica y calibre 14 para la alimentación del control y la canalización será a base de tubería conduit pared gruesa galvanizada de  $\frac{3}{4}$ ".

## 7.6 Cimentación de la torre

La cimentación o anclaje u obra civil necesaria para desplantar una torre arriostrada de 30.0 m de altura (Fotografías 7.12 y 7.13), es de suma importancia, ya que de esta depende la seguridad de la torre, sobre todo su resistencia a las fuerzas que presentan las cargas que soporta la torre (resistencia al viento) y del peso de toda la estructura.

Se seguirán los lineamientos establecidos en el Capítulo 4, relativos a normas para diseño y construcción de estructuras de concreto. Y los pasos a seguir en términos generales en la construcción de la cimentación de la torre se describen a continuación.

### **7.6.1 Trazo de la obra**

Se seguirán los mismos procedimientos establecidos en el subcapítulo 7.3, relativos al trazo de la cimentación del shelter.

Para hacer el trazado de la cimentación de la torre de telecomunicaciones, se toma como referencia: alguno de los muros de la construcción existente o alguna una de las líneas de colindancia. Una vez hecho esto, tómesese como base el muro existente de la construcción, marcando sobre este los puntos en los que se va encontrar los ejes de los tres dados de las retenidas y el dado de apoyo de la torre ubicados entre los ejes de las columnas 3, 5 y 7.

Cuando estos puntos se han medido en forma precisa a partir del alineamiento y se han marcado con lápiz sobre el muro de la construcción existente, se colocan hilos perpendiculares en cada uno de estos puntos, mediante el auxilio de una escuadra de madera o metálica. Sobre cada una de estas líneas deben tenderse nuevos hilos sostenidos por clavos de concreto, para localizar los ejes de los dados ubicados entre los ejes de las columnas A y B. Posteriormente se realiza la demolición de manera manual de la losa de azotea de concreto armado hasta descubrir las varillas de las columnas existentes.

### **7.6.2 Armado del acero de refuerzo**

Se seguirán los mismos procedimientos establecidos en el subcapítulo 7.3, relativos al armado del acero de refuerzo.

El primer paso para construir los dados es hacer el armazón de acero de refuerzo de dicho dado, que se hace con varilla corrugada grado 60, con una resistencia a la tensión de  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ , se

utilizarán 4 varillas de  $\frac{3}{4}$ ", 4 varillas de  $\frac{1}{2}$ " y 2 juegos de estribos de  $\frac{3}{8}$ " a cada 10 cm, amarrados a las varillas por medio de alambre recocado calibre 18.

El armado de la varilla se lleva acabo sobre la azotea del edificio, en el lugar donde se ubicarán los dados. Enseguida se anclan las varillas de los dados con las varillas existentes de las columnas.

Al mismo tiempo se colocan y se nivelan las tres paletas de las retenidas y la base de montaje de la torre, dichas anclas se ahogan en el concreto.

### 7.6.3 Cimbrado

Se seguirán los mismos procedimientos establecidos en el subcapítulo 7.3, relativos al cimbrado.

Una vez que se tiene todo el armado colocado en su lugar, procédase a cimbrar los "cachetes" o caras laterales de los dados. Para el habilitado y armado de la cimbra, se necesita de martillo, serrote, nivel de burbuja e hilo.

A continuación se procede a hacer los moldes o cimbra de los cuatro dados de 0.60 x 0.60 m en planta y 1.00 m de altura, la cimbra será aparente con tablas y chaflán de pino de  $\frac{3}{4}$ ". Con este tipo de tablas de 4" de ancho se fabrican las caras laterales, tapando todos los agujeros para evitar que escape el concreto que se vaciará en su interior; las uniones entre tablas se hacen mediante travesaños de madera de 1" x 2" convenientemente espaciados.

Con objeto de asegurar los "cachetes" de la cimbra evitándose que se muevan al vaciar el concreto, se usarán separadores de madera y de varilla, así como troqueles de madera de 2" x 4" y amarres de alambre recocado.

Una vez que se verificó el trazo de los dados se plomea la cimbra con un nivel de burbuja, asimismo se nivela el acero de refuerzo. Para pasar niveles al armado de los dados, se coloca un extremo de la manguera en la raya que sirve de base o referencia marcada sobre el muro existente o en su caso sobre un polín y el otro punto en el dado donde se desea pasar el primer nivel.

### **7.6.4 Concreto**

Se seguirán los mismos procedimientos establecidos en el subcapítulo 7.3, relativos al concreto.

Antes de llevar a cabo el vaciado del concreto o “colado”, es necesario que con una estopa se aplique aceite quemado o diesel sobre la cara de la cimbra que va a quedar en contacto con el concreto para evitar que la cimbra se pegue. Asimismo, es recomendable que momentos antes del colado se moje la cimbra para evitar que ésta absorba el agua de la mezcla del concreto, lo que produciría pequeñas grietas en el mismo.

Para la fabricación del concreto hecho en obra, con una resistencia a la compresión de  $250 \text{ kg/cm}^2$ , se extiende en primer lugar la arena, a continuación se vacía el cemento mezclando con pala hasta que se obtenga un color uniforme. Después de tener la arena y el cemento perfectamente revueltos se extenderá la mezcla obtenida, agregando la grava hasta que quede una capa uniforme muy bien mezclada, procediéndose a abrir un cráter, añadiendo la cantidad necesaria y adecuada de agua.

Una vez que se preparó la mezcla de acuerdo a las proporciones necesarias para alcanzar la resistencia del concreto que se especifica, la forma más adecuada para llevar a cabo un colado es la siguiente: una o dos personas atienden la fabricación del concreto; un grupo de personas se dedica al transporte en botes; y una persona vibra el concreto en el lugar donde se está vaciando, con el objeto de evitar que queden huecos en el interior del colado.

El nivel del concreto deberá de cubrir cuando menos 2.5 cm, la parte superior del armado. La terminación de la cara superior del dado debe ser uniforme para lo cual se emplea la cuchara emparejando la superficie.

### **Vibrado**

Se seguirán los mismos procedimientos establecidos en el subcapítulo 7.3, relativos al vibrado. El vibrado del concreto, es de mucha importancia para un colado efectivo y su aplicación correcta es factor esencial en todo tipo de obra.

El uso del vibrador en un colado puede favorecer a la resistencia del concreto, ya que es posible utilizar menor cantidad de agua en la revoltura, haciendo que la mezcla sea más fluida, y por consiguiente facilitando el colado y mejorando el acabado por la misma uniformidad lograda por este medio.

Los vibradores para colados se colocarán verticalmente y nunca horizontalmente (siendo probable que la segregación se produzca), recomendándose unos 15 segundos de vibrado por cada 10 cm<sup>2</sup> de la superficie en cada capa, ya que si se usa en exceso se estancan los agregados gruesos en el fondo, mientras que el cemento queda en la parte superior.

### **Curado**

Se seguirán los mismos procedimientos establecidos en el subcapítulo 7.3, relativos al curado.

Una vez que se ha realizado todo el colado, debe de procederse a la operación de "curado", que consiste en mojar la superficie del colado dos o tres veces al día durante un periodo de una semana o en su caso se puede utilizar una membrana de curado "curacreto". Esto tiene por objeto evitar que los dados se agrieten por la pérdida excesiva del agua del concreto.

### **Revenimiento**

Se seguirán los mismos procedimientos establecidos en el subcapítulo 7.3, relativos al revenimiento.

Éste consiste en medir el hundimiento que sufre un tronco de cono de concreto fresco al retirarle el apoyo; para hacer la prueba se usa un molde metálico, cuyas medidas son de 30 cm de altura, 10 cm en su base superior y 20 cm en su base de apoyo (llamado cono de Abrams).

La prueba se lleva a cabo colocando el molde sobre una superficie horizontal y se vacía en él hasta llenarlo, tres capas de igual espesor con la revoltura cuya plasticidad se desea clasificar, picando cada una de las capas de 20 a 25 veces con una varilla de  $\frac{3}{8}$ " para apisonar el material.

Se enrasa el concreto a nivel de la base superior del molde, el cual se saca cuidadosamente hacia arriba. Sobre la superficie horizontal donde descansa el cono queda la revoltura, que por falta de apoyo de las paredes laterales se reventará mas o menos, según su fluidez.

La diferencia en centímetros entre la altura del molde y la final de la pasta seca, se denomina revenimiento y es tanto mayor cuanto más fluida es la revoltura.

## **7.7 Instalación de la torre**

La fabricación de la estructura de la torre arriostrada de 30.0 m de altura (Fotografías 7.14 a 7.17), es de vital importancia, ya que ésta garantiza la estabilidad estructural del sitio.

Por lo anterior es necesario fijar los criterios que deben de considerarse en la construcción y en el montaje de la torre de telecomunicaciones, para ello se requiere delimitar las características que deben de cumplir los diversos materiales que se seleccionen para el efecto, mismas que rigen en la fabricación, montaje, conexiones, soldadura, acabados y en si la construcción de estructuras de acero.

### **7.7.1 Fabricación en taller**

Se seguirán los mismos procedimientos establecidos en el subcapítulo 7.4, relativos a la fabricación en taller.

Los planos de taller deben de incluir la información necesaria y suficiente para la fabricación de cada parte componente de la estructura, elementos estructurales, placas, anclas (si se especifican), tipo y tamaño de tornillos y remaches (si se especifican), tipo de electrodos y dimensiones de soldadura y en general todo aquello que complementa lo indicado en los planos de diseño.

Se harán en el taller la mayor cantidad de conexiones y empalmes en los elementos estructurales. Las limitaciones del taller estarán sujetas exclusivamente a dimensiones máximas para transporte, por capacidad de montaje, por capacidad de galvanizado (cuando se requiera), por las juntas indicadas en

planos de diseño, o cuando por necesidades de transporte, los elementos estructurales o placas de conexión que sobresalgan puedan sufrir algún daño.

Se seguirán los lineamientos establecidos en el **Capítulo 4**, relativos a normas para diseño y construcción de estructuras de acero:

**Material** – El material por emplear en la fabricación de estructuras de acero, debe cumplir con las tolerancias indicadas en los subcapítulos 4.4 y 7.4.1.

**Cortes** – Los cortes en el material de fabricación serán efectuados por medio de cizalla o soplete, de acuerdo con las limitaciones que se indican en los subcapítulos 4.4.3 y 7.4.1.

**Agujeros** – Los agujeros en el material de fabricación serán efectuados por punzones y taladros con las limitaciones que se indican en los subcapítulos 4.4.3, 4.4.4 y 7.4.1.

**Juntas atornilladas** – Las tuercas, rondanas (de cabeza o tuerca), longitud, agarre, etc., se obtendrán del manual IMCA. La longitud de agarre se calculará considerando los espesores de las partes conectadas, con las limitaciones que se indican en el subcapítulo 7.4.1.

**Soldadura** – Toda soldadura se hará según las limitaciones que se indican en los subcapítulos 4.4.5, 4.4.6, 4.4.7, 4.4.8, 4.4.9 y 7.4.1.

**Plantillas** – Las plantillas se harán según las limitaciones que se indican en el subcapítulo 7.4.1. Las plantillas deberán estar en la obra, con la suficiente anticipación para no retrasar los trabajos de las cimentaciones.

**Limpieza y pintura de taller** – Se ejecutará de acuerdo a la especificación que se indique en los planos de diseño y a lo indicado en los subcapítulos 4.4.11, 4.4.12 y 7.4.1.

### **7.7.2 Montaje de estructuras de acero**

Antes de iniciar el montaje de la torre de telecomunicaciones, se deberá revisar la cimentación (dados de retenidas y torre), placas bases, anclas y elementos estructurales fabricados, así como la localización, orientación, dimensiones y niveles, de acuerdo a los planos y las especificaciones (anexo A y subcapítulos 4.4 y 7.4.2), con la necesaria anticipación, de manera que puedan hacerse las correcciones necesarias y pertinentes.

Los planos de montaje deben de contener: la posición definitiva de cualquier elemento fabricado (orientación, nivel y posición), la conexión con elementos contiguos, los pesos de los elementos por montar, cuando estos rebasan los 1000 kg.

El fabricante de la estructura, tiene la obligación de proponer un sistema de nomenclatura para nombrar las piezas en los planos y marcarlas en el taller, lo cual necesariamente hace que: todas las piezas y elementos estructurales deban de incluirse en este sistema; los elementos que por necesidades de transporte deban de llevarse por separado, tendrán las referencias necesarias, para que facilite el montaje.

El montaje debe efectuarse con equipos apropiados, que ofrezcan la mayor seguridad posible. Durante la carga, transporte y descarga del material, y durante el montaje, se adoptarán las precauciones necesarias para no producir deformaciones ni esfuerzos excesivos. Se seguirán los lineamientos establecidos en el Capítulo 4, relativos a normas para diseño y construcción de estructuras de acero:

### **7.7.3 Montaje de la torre**

Los pasos a seguir en términos generales, para instalar la estructura de acero de la torre arriostrada de 30.0 m de altura, se describen a continuación. Esta secuencia solamente es para dar una idea de la forma en que se lleva a cabo; nunca se deberá tomar como norma, ya que cualquier organización de este trabajo dependerá del constructor.

En general las actividades de montaje consistirán en suministrar el equipo, materiales, mano de obra y supervisión técnica para ejecutar los trabajos que se indican a continuación:

Colocar, nivelar, plomear, erigir, ensamblar y montar la estructura de acero de acuerdo con: los planos de diseño, las especificaciones y los planos de montaje. Así como las maniobras necesarias para ejecutar los trabajos siguientes:

- Conexiones soldadas de campo incluyendo el material de soldadura.
- El resane de la pintura de taller de acuerdo a las especificaciones de pintura aplicable.
- Placas, cuñas y elementos similares que se requieren para el montaje
- El relleno de mortero (grouting) que se especifiquen en los planos de diseño y de acuerdo a las normas correspondientes (anexo A y subcapítulo 4.4)
- Los contravientos y puntales provisionales.

Cada elemento estructural debe mantener las tolerancias con que ha sido fabricado, para erigirse adecuadamente. Las tolerancias que rigen en el montaje serán las establecidas en los subcapítulos 4.4.10 y 7.4.3

La estructura se montara estrictamente con los perfiles, alineamiento, elevaciones, localizaciones, orientaciones, dimensiones y ejes mostrados en los planos de diseño y montaje

La estructura de la torre y de las retenidas, se instalarán en las placas de montaje sobre los cuatro dados de concreto, ubicados entre los ejes de las columnas 3, 5, 7, A y B. Se nivelarán a su elevación proyectada por medio de placas, una vez que se garantice la estabilidad de las mismas en su posible posición definitiva, se procederá a colocar el fester ground con aditivo estabilizador de volumen entre los niveles tope de concreto y de desplante de la torre y de las retenidas.

Para así poder colocar y nivelar las placas bases de acero al carbón A 36 de 0.35 x 0.35 m en planta y de ½" de espesor, dichas placas se fijan con tuercas 2h, arandelas de presión y arandelas planas de ¾" respectivamente y todas son galvanizadas.

Una vez que se terminó de colocar las placas de montaje de la torre y de las retenidas, se procede a ensamblar el primer módulo de 6.0 m; se atornillan las piernas de tubo de 2 ½" cedula 40 a la base de montaje de la torre. Enseguida se fijan los travesaños y las diagonales de ángulo de 2" x 3/16" de acero al carbón A 36 a las piernas mediante tornillería de ¾" de diámetro A 325 y tuercas 2h galvanizadas.

Y así sucesivamente se arman los siguientes módulos de la torre siguiendo la nomenclatura de letras y números de taller. Al mismo tiempo que se ensamblan las siguientes secciones, se colocan contravientos sujetando a los módulos de la torre con los dados de las retenidas. Dichos contravientos tienen la finalidad de permitir el montaje y la nivelación de la torre.

Los miembros estructurales de la torre (piernas, travesaños y diagonales), se conectarán temporalmente con el número suficiente de tornillos de montaje, que garantice su seguridad y firmeza hasta que se alinien, plomeen y se conecten en forma definitiva.

Una vez armada la torre y la plataforma celular, estos contravientos de laso de henequén de ¾", se sustituyen por las retenidas de cable de acero de ½" de diámetro, estos cables sujetan el triangulo estabilizador y la torre con los dados de la cimentación de la torre. Estos cables de acero se tensan de acuerdo a la fuerza, que indican los planos del fabricante.

Deberán de tomarse todas las precauciones necesarias a fin de evitar que los miembros estructurales tengan esfuerzos imprevistos por efectos de plumas, malacates, poleas, colgantes, etc.

Posteriormente se colocan los accesorios de la torre tales como la cama guía de onda a base de charola de aluminio de 12" desde el shelter hasta la plataforma celular. Enseguida se realiza la alimentación eléctrica desde el shelter hasta las luces de obstrucción con cable de uso rudo de 2 x 14.

A continuación, se coloca en la última sección de la torre un mástil de 3" de diámetro cedula 40 de 3.0 m de altura galvanizado y en la parte superior del mástil se coloca un pararrayos dipolo con punta de estrella de 1.20 m de altura.

## **7.8 Instalaciones eléctricas**

Las instalaciones a que nos referiremos en ésta sección son: a) la instalación de la planta de emergencia, b) la instalación de la fibra óptica, c) la instalación del sistema de tierras y d) la instalación de la acometida eléctrica.

### **7.8.1 Instalación de la planta de emergencia**

La planta eléctrica a instalar tiene las siguientes características (Fotografía 7.18), capacidad de 35 kw., trifásica, acústica a 65 decibeles y con dimensiones de 3.50 x 1.00 x 1.50 m.

Esta diseñada para operar en servicio continuo y de emergencia. El arranque de la planta es por medio de un transfer automático ubicado en la parte interior del shelter.

Al término de las maniobras de elevación, se ensambla la planta eléctrica en la plataforma metálica. En los patines de la planta de emergencia se colocan cuatro placas de neopreno de 0.15 x 0.15 m y de ½" de espesor, con la finalidad de amortiguar la vibración que le transmite la planta a la estructura metálica del shelter.

La alimentación eléctrica de la planta de emergencia (Fotografía 7.19), se inicia en el transfer y termina en dicha planta, se utilizan 5 cables calibre 2/0, canalizados en un tubo conduit pared gruesa galvanizado de 2" de diámetro. La tubería se fija a la losa de azotea con unicanal de 4.0 x 4.0 cm galvanizado, taquetes expansivos de ¾" de diámetro y abrazaderas para unicanal pared gruesa galvanizadas de 2" de diámetro, con sus respectivas tuercas y rondanas galvanizadas.

### **7.8.2 Instalación de la fibra óptica**

Muchas compañías están invirtiendo grandes cantidades de dinero en tecnología reciente para incrementar la velocidad y capacidad de sus sistemas de comunicaciones a fin de obtener mayores ventajas competitivas. Las soluciones totales con fibra óptica son ideales para empresas, o para grupos de usuarios que demandan grandes cantidades de información.

Los sistemas de cableado estructurado de más alto rendimiento, usan fibra óptica. Estos sistemas ofrecen muchas ventajas sobre los basados en cable de cobre, puesto que los sistemas de fibra óptica usan pulsos de luz en lugar de señales eléctricas para la transmisión de información (voz y datos).

Las distancias de transmisión son mayores, por que los pulsos de luz tienen menos pérdida o atenuación que las señales eléctricas. La fibra óptica también ofrece mucho mayor ancho de banda que los cables de cobre, permitiendo portar mas información en cada fibra.

De hecho, un sólo par de fibra puede manejar la misma cantidad de tráfico de voz que 1 400 pares de cobre. Los cables de fibra óptica consisten de un núcleo y un aislante de cristal de sílice, envueltos en el recubrimiento o forro protector. El núcleo y el aislante son parte de una misma varilla de cristal.

Una vez que se describió la importancia y el principio, en que se basa la transmisión mediante el empleo de la fibra óptica. Los pasos a seguir en términos generales, para instalar la trayectoria de fibra óptica (Fotografías 7.20 y 7.21), se describen a continuación:

La trayectoria de la fibra óptica, iniciará en el sótano y se dirigirá por el cubo de instalaciones del edificio, hasta llegar al shelter ubicado en la azotea.

La canalización de la fibra óptica será a base de 12 tubos conduit pared gruesa galvanizado de 1 ½" de diámetro, se fijará la tubería a losa de entrepiso del sótano; a los muros del cubo de instalaciones del edificio; y a postes de 2" de diámetro cédula 40 galvanizado de 3.0 m de altura, estos postes están soldados a la estructura como se muestra en la Fotografía 7.21.

Se sujetara la tubería, con unicanal de 4.0 x 4.0 cm galvanizado, taquetes expansivos de ¾" de diámetro y abrazaderas para unicanal pared gruesa galvanizadas de 1 ½" de diámetro, con sus respectivas tuercas y rondanas galvanizadas.

En los cambios de dirección de la tubería y en los tramos rectos mayores a 15.0 m, se utilizarán registros himel de 0.60 x 0.60 x 0.20 m. Esto es con la finalidad de que pasen los cables de fibra óptica y no se dañen con la curvatura que se presenta en los cambios de dirección.

### 7.8.3 Instalación del sistema de tierras

En general, todas las instalaciones de telecomunicaciones requieren de una instalación de tierras para funcionar correctamente, ya que los problemas de puesta a tierra de los equipos de comunicaciones son muy variados, pues dependen de un gran número de factores como son: resistividad de suelo, inducciones en el equipo y líneas, número de descargas atmosféricas, etc.

Un sistema de tierras, es un arreglo de electrodos, conductores, materiales intensificadores y agregados electrolíticos, que en conjunto se logra obtener un sistema que sea capaz de reducir la resistencia a tierra, asegurando de esta manera que la disipación de las descargas sea la máxima, evitando cualquier diferencia de potencial, y que el riesgo de daño al personal, equipo y sistema, disminuya.

Una vez que se describió la importancia y el principio, en que se basa el sistema de tierras, los pasos a seguir en términos generales, para instalar el sistema de tierras (Fotografías 7.8, 7.10, 7.22 y 7.23), se describen a continuación:

El sistema de tierras o la toma de tierra para radiobase, se iniciará en el sótano del edificio y consiste en la realización de una delta (triángulo) mediante la demolición del piso de concreto armado, por medios mecánicos para instalar 3 varillas de cobre coperweld de  $\frac{3}{8}$ " de diámetro y de 3.0 m de profundidad, todas unidas entre sí con cable de cobre desnudo calibre 2/0, separadas a una distancia de 3.0 m.

Enseguida se agregan los siguientes compuestos: gem, sal mineral, rebaba de cobre y carbón mineral a las varillas coperweld, con la finalidad de hacer más conductivo el terreno y de esa forma proteger el sitio de telecomunicaciones de cualquier descarga eléctrica.

La canalización del sistema de tierras del sitio de telecomunicaciones, será a base de tubería de pvc pesado de 1  $\frac{1}{2}$ " de diámetro y cable de cobre calibre 2/0. Se fijará la tubería a losa de entrepiso del sótano, a los muros del cubo de instalaciones y a la losa de azotea del edificio.

La tubería se sujetará con unicanal de 4.0 x 4.0 cm galvanizado, taquetes expansivos de  $\frac{3}{8}$ " de diámetro y abrazaderas para unicanal pared gruesa galvanizadas de 1  $\frac{1}{2}$ " de diámetro, con sus respectivas tuercas y rondanas galvanizadas.

En los cambios de dirección de la tubería se utilizarán condulets lb de pvc, de 1  $\frac{1}{2}$ " de diámetro y en la vertical se colocarán registros de pvc de 0.30 x 0.30 m para mantenimiento, a una distancia no mayor de 15.0 m.

Luego se dirigirá la tierra física por el cubo de instalaciones del edificio, hasta llegar a la barra de tierras de cobre de 24" x 12" x  $\frac{1}{4}$ " ubicada en la estructura metálica del shelter ( Fotografía 7.8).

A continuación se rodea la estructura metálica del shelter y la torre de telecomunicaciones, con cable calibre 2/0 para construir sus respectivos halos de tierras.

Posteriormente se realizan disparos con cable calibre 2/0, de los anillos de tierras del shelter y de la torre, para aterrizar la plataforma de acero del shelter, la planta eléctrica, la base de ptr del shelter, los equipos de aire acondicionado, el shelter, la torre, las retenidas y el pararrayos de la torre.

El pararrayos de la torre tiene una área de protección que equivale a un cono, cuyo radio es 3 veces la altura del pararrayos, el ángulo de protección substancial es de 71°; corriente máxima de diseño de 40,000 amperes; y una conductividad máxima de diseño del 99.99%.

#### **7.8.4 Instalación de la acometida eléctrica**

Antes de proceder a la realización del trabajo es necesario estudiar la forma en que se va a llevar a cabo la instalación, con el objeto de que ésta resulte lo más económica posible tanto en el material como en la mano de obra. Para esto es necesario previamente revisar los planos (Anexo A), para estudiar la forma más conveniente de hacer la instalación.

La red de distribución de energía eléctrica del sitio de telecomunicaciones está formada por varios elementos fundamentales: interruptor general de 100 amperes, tablero general de distribución de 30 posiciones, transfer automático, 5 cables de cobre calibre 2/0, tubo conduit galvanizado de pared gruesa de 2", apagadores, contactos, lámparas fluorescentes, etc.

Es conveniente aclarar que para lograr la conexión oficial de la energía eléctrica, se requiere de la revisión de los planos eléctricos respectivos y la firma de un perito corresponsable en instalaciones eléctricas, registrado ante la Secretaria de Minas e Industrias Extractivas. Por lo que se recomienda informarse, previamente sobre los procedimientos usuales en la localidad donde se encuentre la obra (Anexo B).

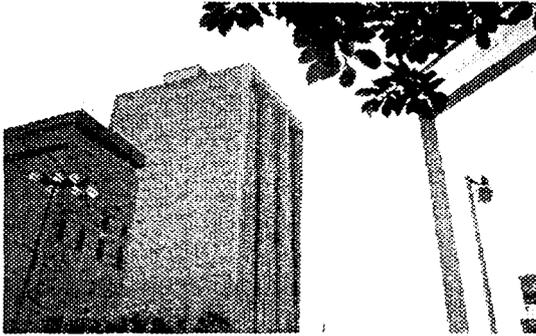
Una vez que se describió las partes y los tramites para la acometida eléctrica. Los pasos a seguir en términos generales, para instalar la energía eléctrica (Fotografía 7.23), se describen a continuación:

La instalación eléctrica se iniciará en el sótano, en el muro de fuerza del edificio donde se encuentran los medidores, seguirá su trayectoria por el cubo de instalaciones del edificio, hasta llegar al transfer ubicado en la parte interior del shelter.

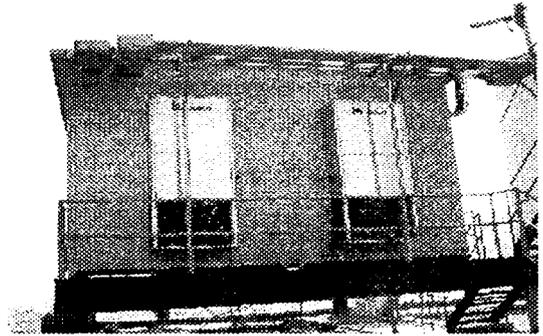
Para la canalización de la alimentación eléctrica, se realizará con tubería conduit de 2" de diámetro y 5 cables de cobre calibre 2/0. Se fijará la tubería a losa de entrepiso del sótano, a los muros del cubo de instalaciones y a la losa de azotea del edificio.

La tubería se sujetará con unicanal de 4.0 x 4.0 cm galvanizado, taquetes expansivos de  $\frac{3}{8}$ " de diámetro y abrazaderas para unicanal pared gruesa galvanizadas de 2" de diámetro, con sus respectivas tuercas y rondanas galvanizadas.

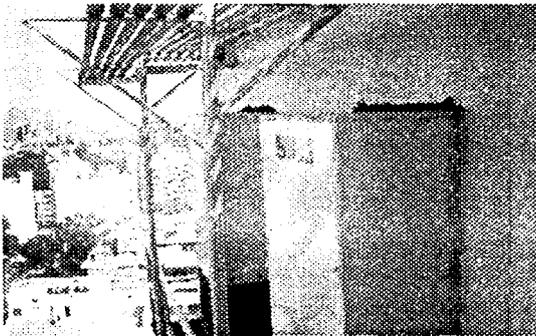
En los cambios de dirección de la tubería se utilizarán condulets lb. lr. II de 2" de diámetro para tubo conduit pared gruesa y en la vertical se colocarán registros eléctricos galvanizados de 0.30 x 0.30 m para mantenimiento, a una distancia no mayor de 15.0 m.



Fotografía 7.1 – Sitio de Telecomunicaciones



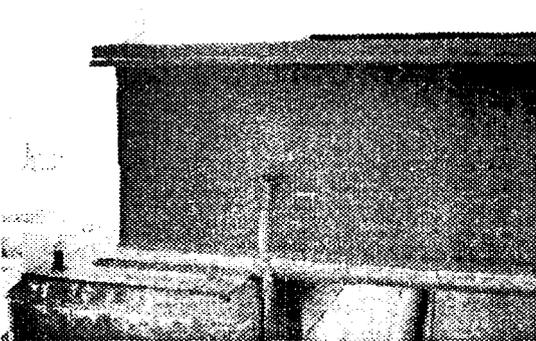
Fotografía 7.2 – Fachada posterior del Mini pop



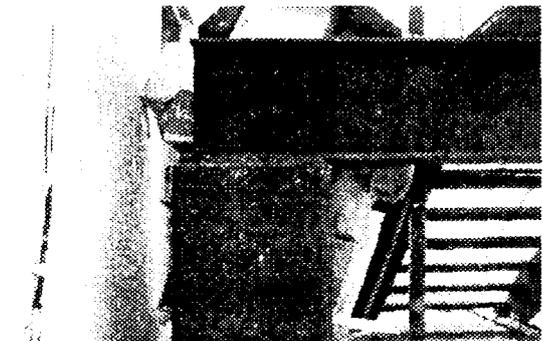
Fotografía 7.3 – Protección de la vía pública



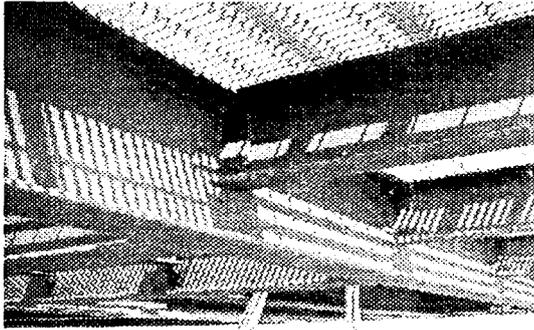
Fotografía 7.4 – Sitio de ubicación de agua



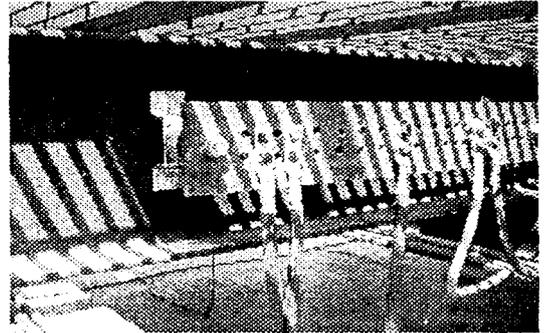
Fotografía 7.5 – Cimentación del Shelter



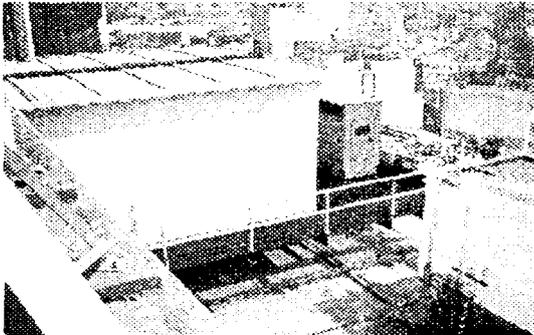
Fotografía 7.6 – Cimentación del Shelter



Fotografía 7 7 – Plataforma metálica del Shelter y rejilla



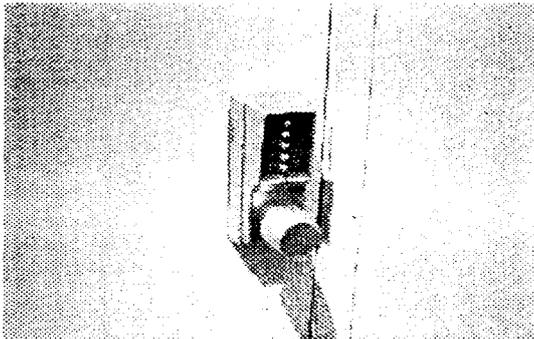
Fotografía 7 8 – Barra de tierras en plataforma



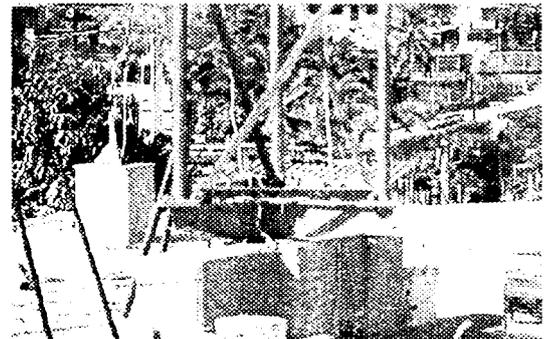
Fotografía 7 9 – Ensamble del Shelter



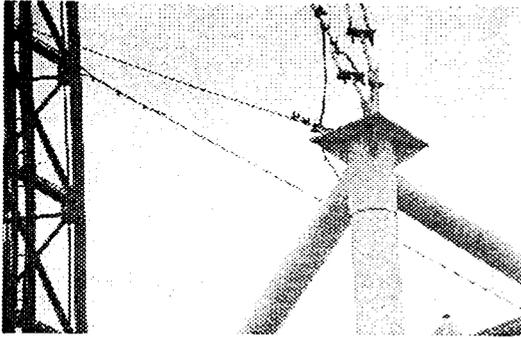
Fotografía 7 10 – Base metálica del Shelter



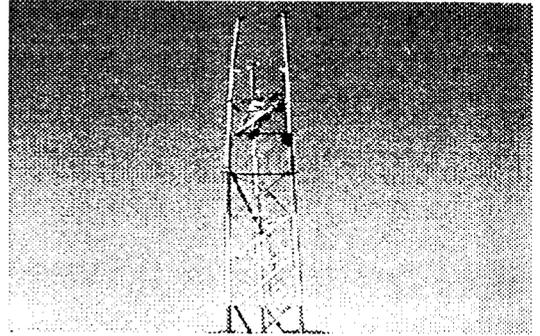
Fotografía 7 11 – Chapa de combinación manual



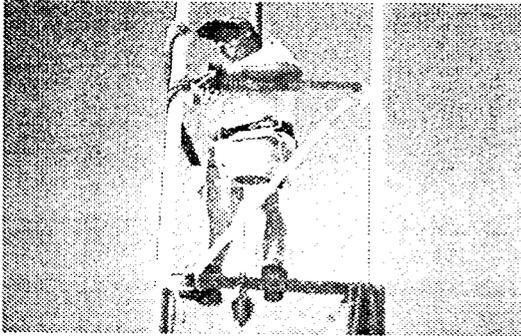
Fotografía 7 12 – Cimentación de torre y retenidas



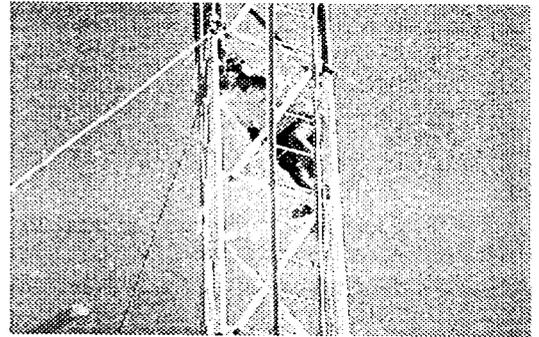
Fotografía 7-13 – Cimentación y estructura de retenidas



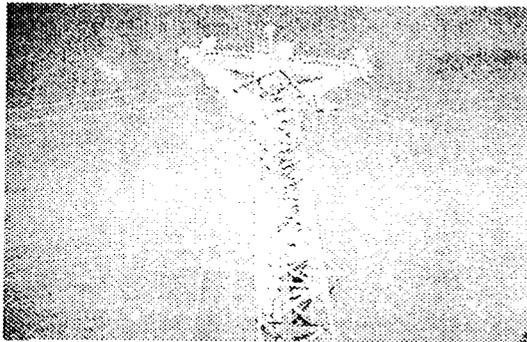
Fotografía 7-14 – Instalación de torres y contravientos



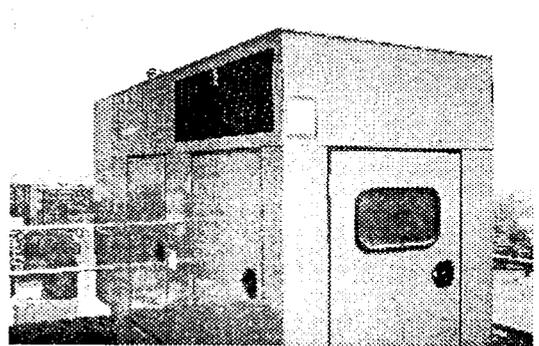
Fotografía 7-15 – Instalación de diagonales y travesaños



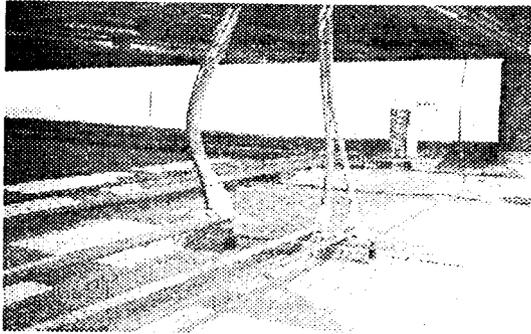
Fotografía 7-16 – Instalación de escalera de acceso



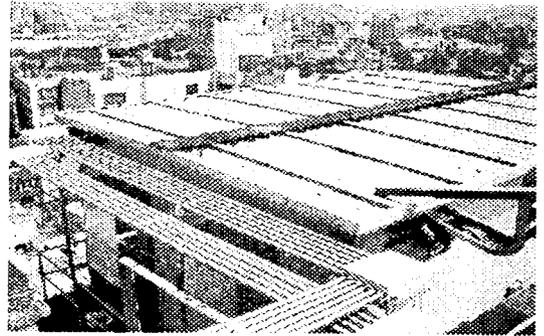
Fotografía 7-17 – Pararrayos y plataforma celular



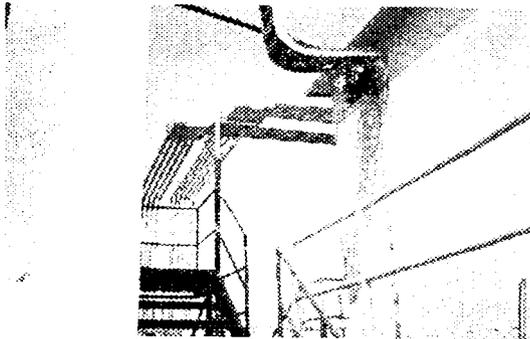
Fotografía 7-18 – Instalación de planta eléctrica



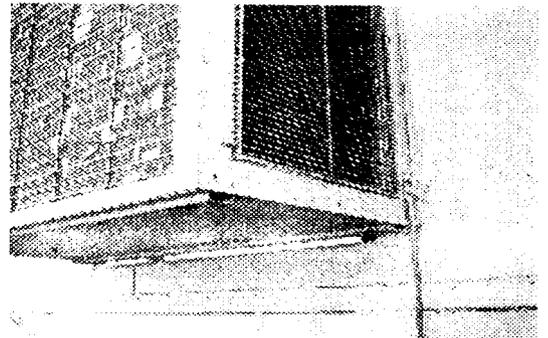
Fotografía 7.19 – Alimentación de planta eléctrica



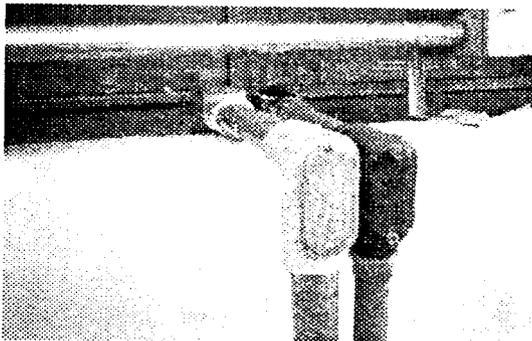
Fotografía 7.20 - trayectoria de acceso y retorno de Fibra Óptica



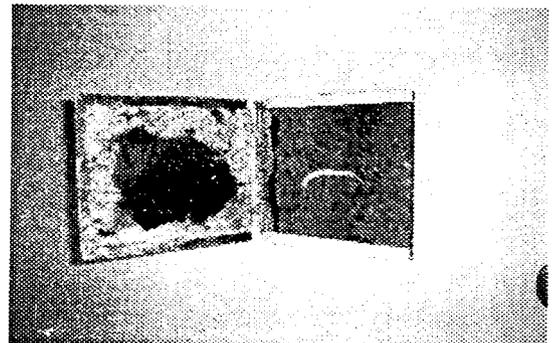
Fotografía 7.21 - trayectoria de acceso de Fibra Óptica y Guía de luz



Fotografía 7.22 - Sistema de tierras de equipo de aire acondicionado



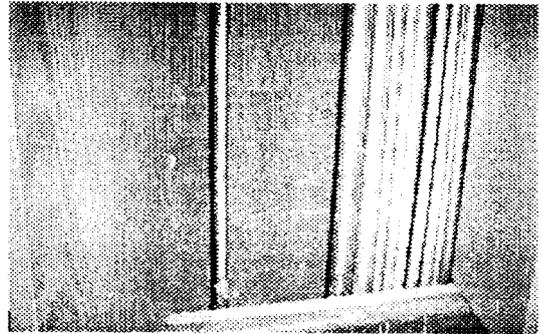
Fotografía 7.23 – Acometida eléctrica y sistema de tierras



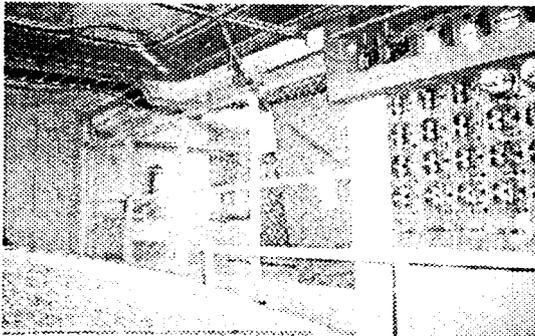
Fotografía 7.24 – Registro de la Delta del sistema de tierras



Fotografía 7 25 – Registro de la Delta de tierras



Fotografía 7 26 – Trayectorias de Fibra Optica Acometida eléctrica y Sistema de tierras por ducto de instalaciones



Fotografía 7 27 – Trayectorias de Fibra Optica y Acometida eléctrica en muro de fuerza del sótano



# Conclusiones y Recomendaciones



## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Las conclusiones y recomendaciones que se exponen a continuación y que son derivadas de este trabajo de investigación tienen el propósito de complementar las ideas formuladas que se intentan transmitir y exponer una situación actual que tiene que ver con las telecomunicaciones, la obra civil, el auge que se ha desarrollado por esta actividad y la tendencia que nos muestra que la demanda por estos servicios tiende a incrementarse.

### **Conclusiones:**

El auge de la telefonía celular originó que el monto de las inversiones en este rubro, se hayan incrementado en los últimos diez años cinco veces más en comparación con la inversión en la telefonía tradicional, por lo que la acelerada construcción de sitios de telecomunicación ha rebasado las normas y especificaciones vigentes en el territorio nacional.

No se tiene en el Distrito Federal una normatividad, reglamentación o especificaciones técnicas para este tipo de instalaciones.

Actualmente en la edificación de los Sitios de Telecomunicación, se toman como ayudas de diseño y construcción: el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal y las Normas Técnicas Complementarias de ese mismo reglamento; el Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad y el Manual del Instituto Mexicano de la Construcción en Acero; así como la tecnología y experiencia propias de las empresas especializadas en este tipo de proyectos.

El capítulo 4, Especificaciones y Normas de Diseño, es un bosquejo aproximado de lo que puede proponerse como manual para el diseño y construcción de sitios de telecomunicación, en donde se adjuntarían las tablas, gráficas y normas de todos los manuales y reglamentos a los que hace referencia dicho capítulo.

En la construcción de Sitios de Telecomunicación se requiere mano de obra calificada, materiales de primera con especificaciones técnicas especiales y alta calidad en terminados.

Es de vital importancia la seguridad en la construcción de Sitios previendo aspectos como: robos, Incendio, vandalismo, fenómenos naturales, sismos, ráfagas, humedad, lluvia, smog, interferencias, etc

### **Recomendaciones**

Dada la demanda por este tipo de instalaciones en los últimos años, es conveniente incluir en las carreras profesionales de ingeniería cátedras enfocadas al diseño y construcción de Sitios de Telecomunicación

Se integren en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal las Normas y Especificaciones para Sitios de Telecomunicación.

Por las fuertes inversiones que se tienen en equipamiento e instrumentación en los Sitios, se aconseja usar los dispositivos de seguridad más avanzados del mercado.

Por la importancia misma de mantener la comunicación en caso de desastres naturales, como sismos, la telefonía celular y su infraestructura, deben de considerarse como instalaciones prioritarias por las entidades gubernamentales

Los resultados de los análisis estructurales concluyen que una torre de sección triangular presenta debido a su forma geométrica la mejor opción en cuanto al diseño y comportamiento de la estructura. La inclusión de diagonales en ambas direcciones garantiza que al menos una de ellas esté trabajando a tensión pura y a su vez esta diagonal arriostará a la otra a la mitad del claro, por lo que obtendremos secciones más pequeñas y por consiguiente más económicas.

El desarrollo del tema del presente trabajo, tiene como propósito difundir la información existente sobre el diseño y construcción de sitios de telecomunicación, en vista de que dicha información es reservada y de uso exclusivo de las empresas de servicios de telecomunicación, formando parte de su tecnología propia.

# Bibliografía



---

**BIBLIOGRAFÍA**

1. Gobierno del Distrito Federal, **Reglamento de Construcciones del Distrito Federal**, Libros Económicos, México. 1993.
2. Gobierno del Distrito Federal. **Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal**, Centro de Actualización Profesional, Adolfo Olvera López, México. 1993.
3. Comisión Federal de Electricidad. **Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por Viento**, Instituto de Investigaciones Eléctricas, México, 1993.
4. Instituto Mexicano de la Construcción en Acero AC. **Manual de Construcción en Acero Volumen 1**, Limusa Noriega. Segunda Edición. México, 1990.
5. Instituto Mexicano de la Construcción en Acero AC. **Manual de Construcción en Acero Volumen 2**, Limusa Noriega. Primera Edición. México. 1993
6. Gobierno del Municipio de Guadalajara. Jalisco. México. **Dictamen del Reglamento de Estructuras para Sistemas de Telecomunicaciones del Municipio de Guadalajara**, Ley Orgánica Municipal del Estado. Guadalajara. 2000
7. Special Issue. **Advanced Mobile Phone Service**, Bell System Technical Journal. E.U.A., 1998.
8. Radio Movil Dipsa S.A. de C.V. **Normas Generales para Implantación de Sitios Telcel**, Telcel, México. Diciembre 2001
9. Telemática y Procesos S.A. de C.V., **Catálogos de Shelters de Telecomunicaciones**, División Shelters. Carretera a Ixtlahuaca km 68, Estado de Mexico. 2000.
10. Torres y Servicios para Radiodifusión S.A. de C.V., **Catálogos de Torres de Telecomunicaciones**, Torser, Durango N° 104-303. Colonia Roma, México. 2000.
11. ABC Ingeniería Estructural S.A. de C.V., **Catálogos de Torres de Telecomunicaciones**, ABC, Manuel Izaguirre No 29-102. Circuito Comercial Satélite. Naucalpan de Juárez. Estado de México, 2000.
12. Torres de Transmisión y Subestaciones S.A., **Catálogos de Torres de Telecomunicaciones**, TTS, Carretera Puebla-Tlaxcala No 10611. Colonia San Jerónimo Caleras. Puebla. Mexico, 2000.
13. Mantenimiento Técnico S.A. de C.V., **Catálogos de Presentación de Prototipos de Torres de Telecomunicaciones**, Matesa, México. 2000.
14. Telefonía Satelital y Comunicaciones, [www.tesatel.netfirms.com](http://www.tesatel.netfirms.com). Tesatel.

15. TPM Construcciones, [www.tpm.com.mx](http://www.tpm.com.mx), Contenedores o Shelters.
16. CGTI, [www.cgti-pylones.com](http://www.cgti-pylones.com). Torres de Telecomunicación.

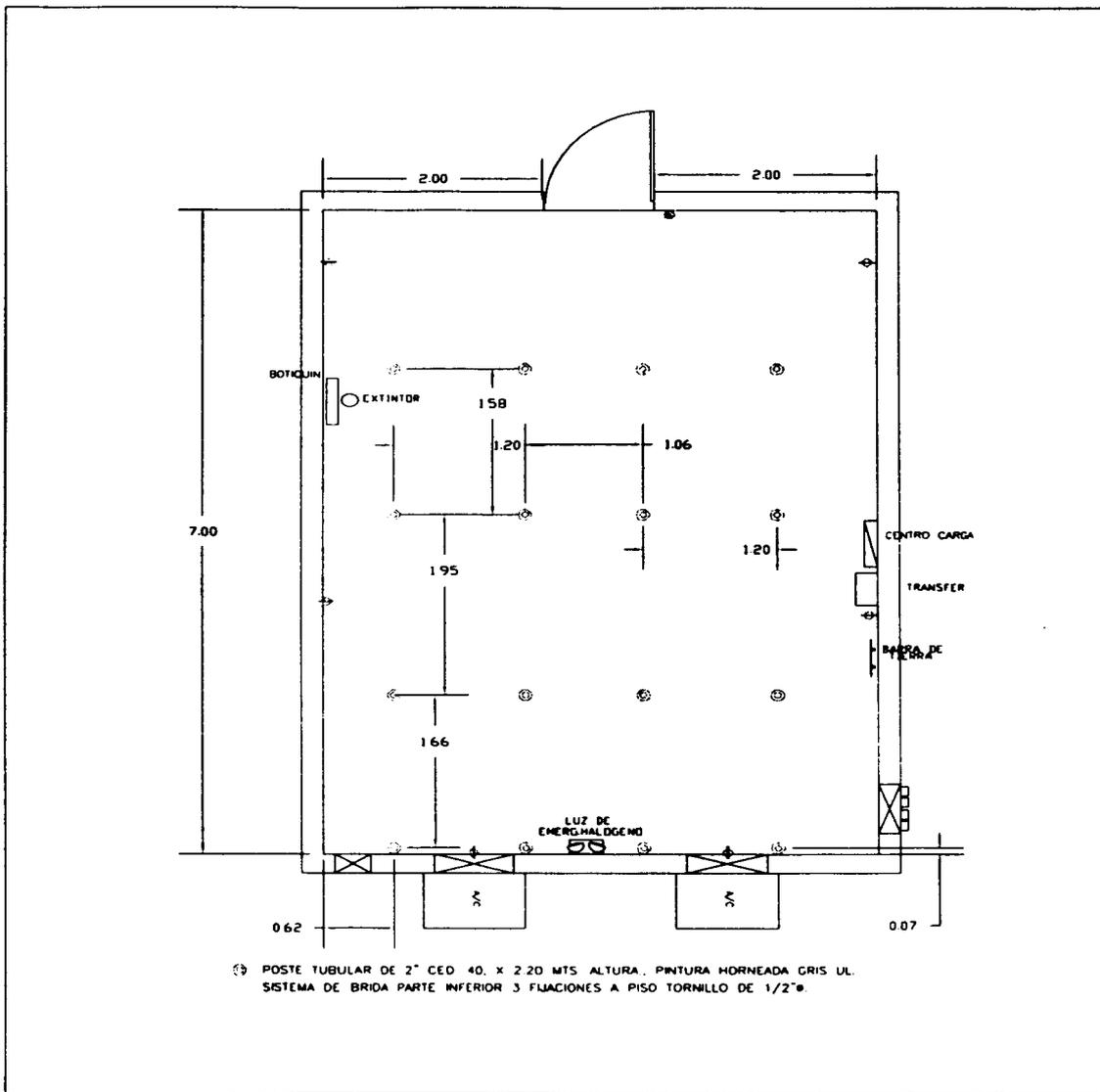
# Anexo **A**

## Planos de Shelter y Torre









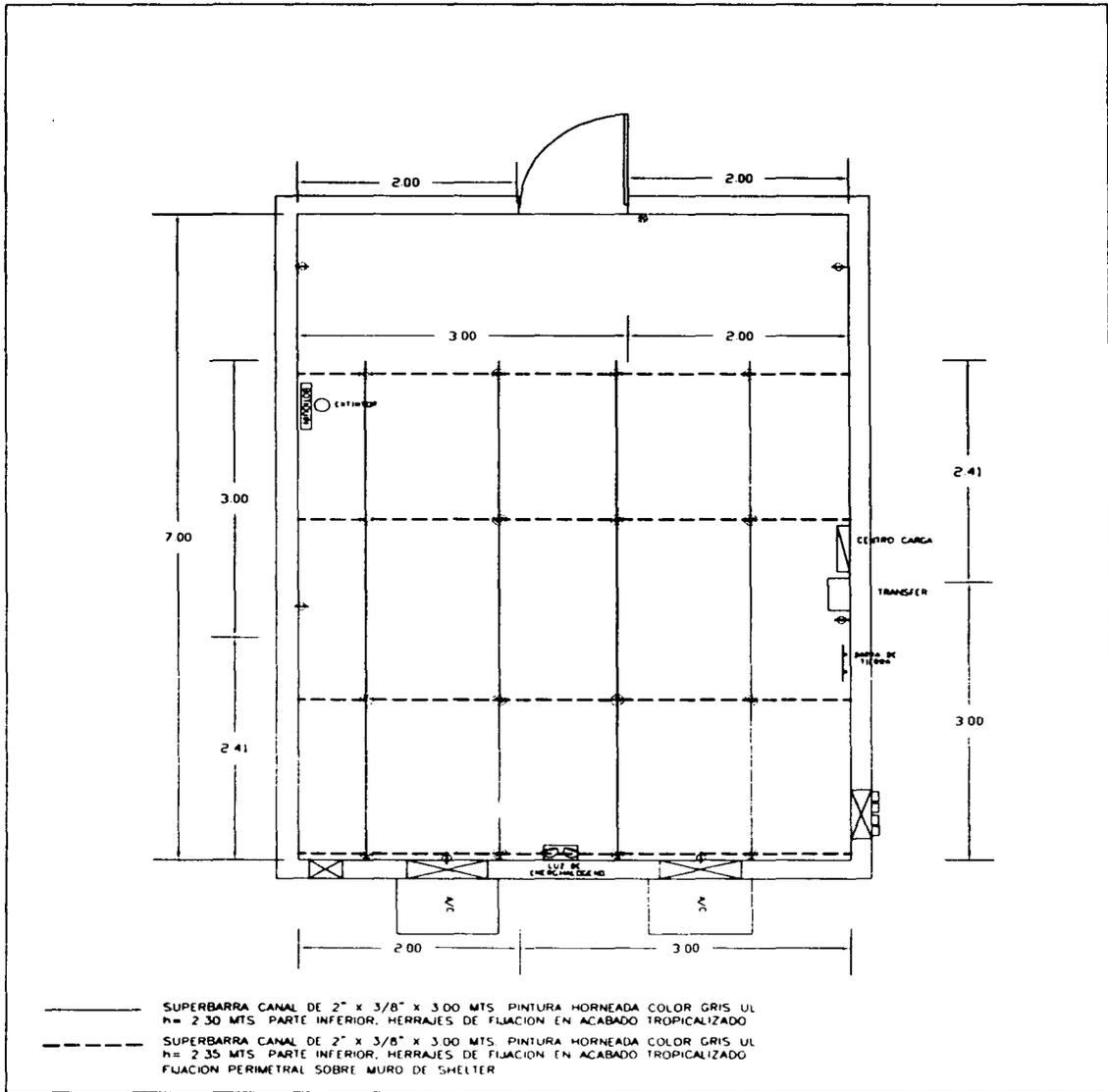
☉ POSTE TUBULAR DE 2" CED 40. x 2.20 MTS ALTURA. PINTURA HORNEADA GRIS UL.  
 SISTEMA DE BRIDA PARTE INFERIOR 3 FIJACIONES A PISO TORNILLO DE 1/2".

INF TECNICA	
Contacto	Alestra SA de CV
Teléfono	
Fecha	Abril de 2002
Acotación	Metros
Escala	Sin
Archivo	Itesisicap5-03
No Plano	3

INFORMACION DEL PROYECTO	
Proyecto	Shelter Tipico de 7.0 x 5.0 m
No de Proyecto	N/A
Plano	DISTRIBUCION DE SOPORTERIA ANTISMICA
Site	Edificio NUEVO LEON
CLU	N/A
Direccion	Calle Nuevo León No.210,Condesa

REVISIONES	
FECHA	REALIZO
04/2002	MPena
Referencia	

	<b>TESIS PROFESIONAL</b>
	Ejerció y Convino con el Sello de las Comunicaciones de Alestra "México Nuevo León" en el Estado de México.



INF TECNICA	
Contacto	Alestra SA de CV
Telefono	
Fecha	Abril de 2002
Acotacion	Metros
Escala	Sin
Archivo	Itesis\cap5-04
No. Plano	4

INFORMACION DEL PROYECTO	
Proyecto	Shelter Tipico de 7.0 x 5.0 m
Fecha de Proyecto	N/A
Plano	DISTRIBUCION DE SUPERBARRA ANTISISMICA
Sitio	Edificio NUEVO LEON
Calle	N/A
Dirección	Calle Nuevo Leon No 210 Condesa

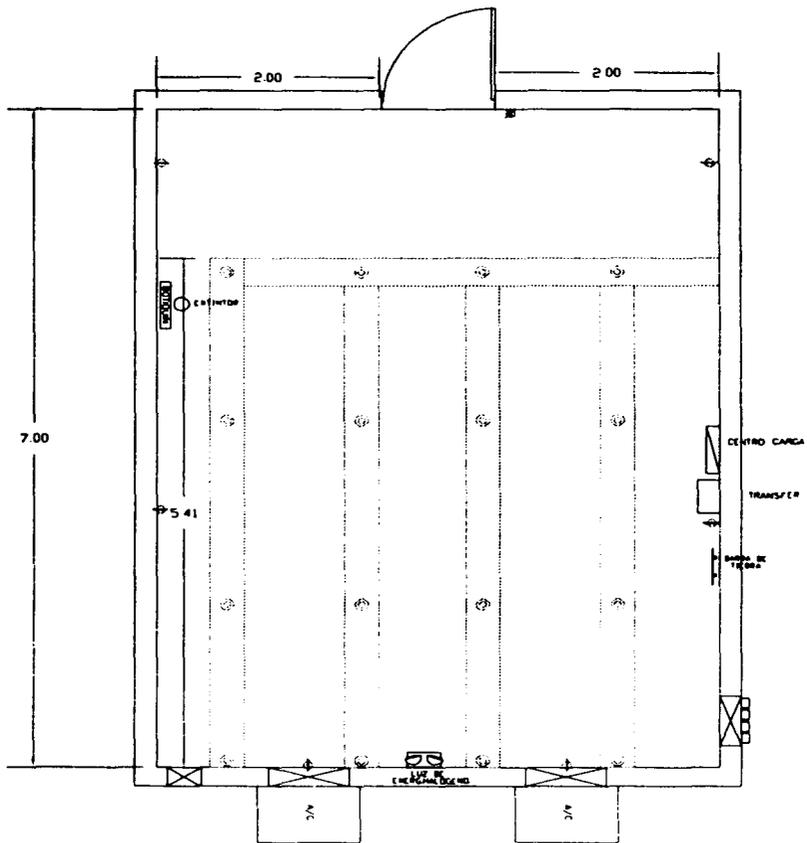
REVISIONES	
FECHA	REALIZO
04/2002	MPañal
Referencia	



**TESIS PROFESIONAL**

División de Estudios de Posgrado  
Escuela de Ingeniería y Arquitectura  
de Alestra  
P.A. de C.V. Nuevo Leon  
en la Ciudad de México





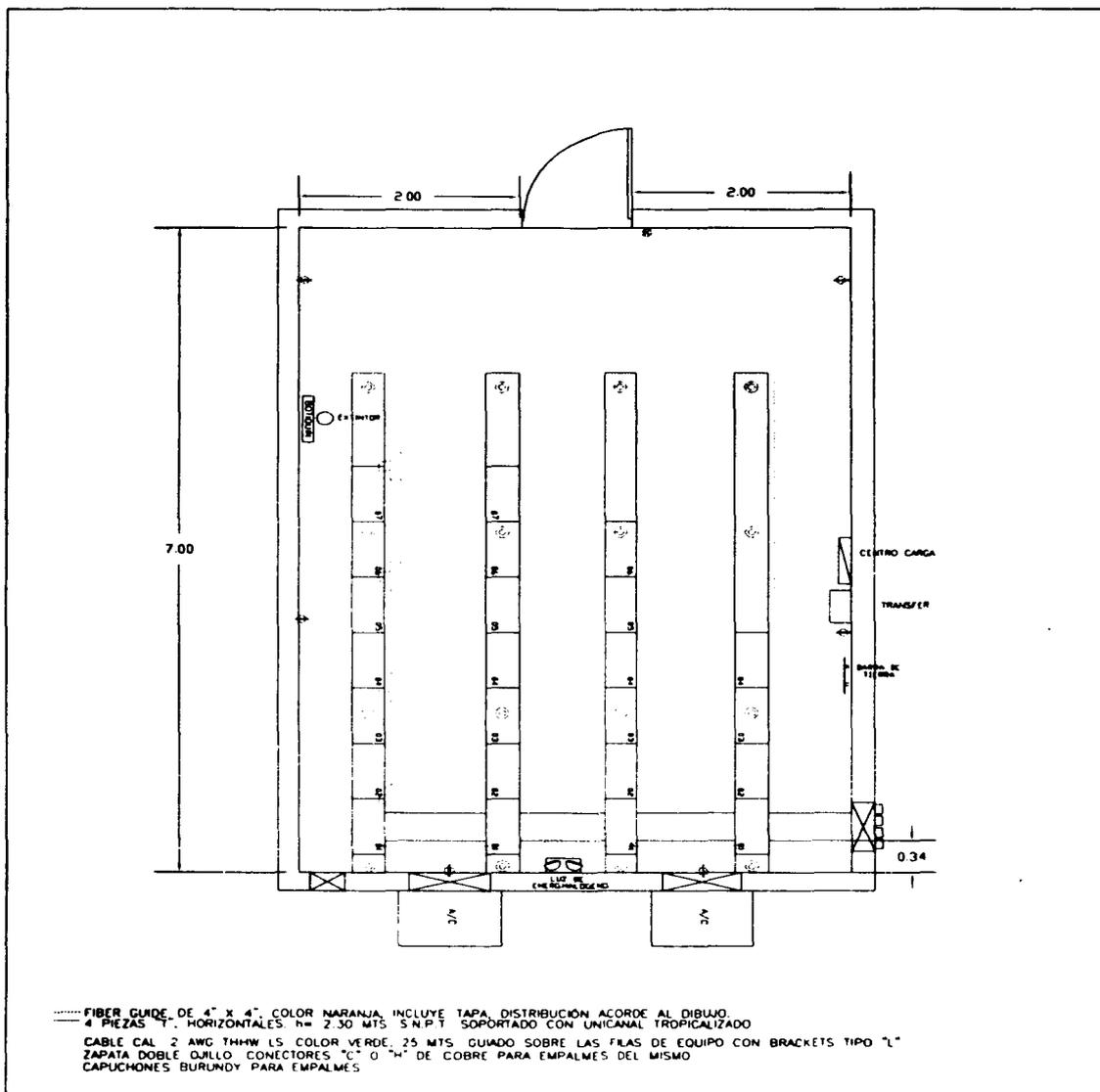
----- ESCALERILLA DE 12" x 3.00 MTS. Peldaños Ø 20 CMS. ACERO A-36 . PINTURA HORNEADA GRIS UL  
 - - - - - ALTURA DE ESCALERILLA 2.70 MTS. PARTE INFERIOR MONTADA SOBRE EL PRIMER NIVEL DE ESCALERILLA  
 CON MATERIAL TROPICALIZADO PARA LA SEPARACION DE UNA CAMA Y OTRA

INF TECNICA	
Contacto	Alestra SA de CV
Telefono	
Fecha	Abril de 2002
Acotacion	Metros
Escala	Sin
Archivo	Masis\cap5-06
No Plano	6

INFORMACION DEL PROYECTO	
Proyecto	Shelter Tipico de 7.0 x 5.0 m
No de Proyecto	N/A
Plano	DISTRIBUCION DE ESCALERILLA DE FUERZA
Sitio	Edificio NUEVO LEON
CLU	N/A
Direccion	Calle Nuevo Leon No.210,Condesa

REVISIONES	
FECHA	REALIZO
04/2002	MPena
Referencia	

INGENIERIA		TESIS PROFESIONAL	
		Universidad de las Américas Facultad de Ingeniería Tesis de Licenciatura en Ingeniería de Telecomunicaciones de Alestra México, Nuevo Leon 2002	



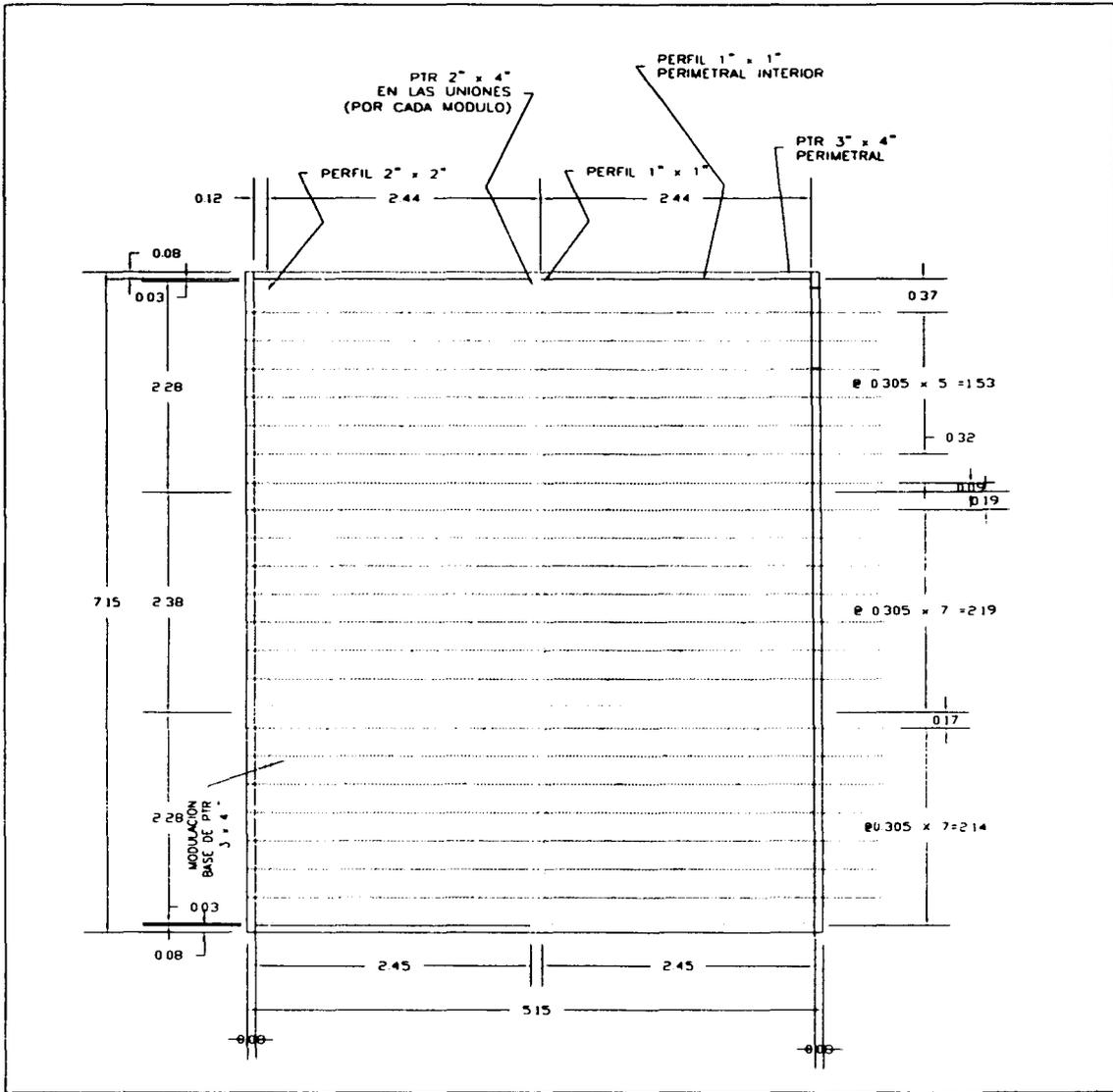
..... FIBER GUIDE DE 4" x 4", COLOR NARANJA, INCLUYE TAPA DISTRIBUCION ACORDE AL DIBUJO.  
 - - - - - 4 PIEZAS DE TUBERIAS HORIZONTALES h= 2.30 MTS S.N.P.T. SOPORTADO CON UNICANAL TROPICALIZADO  
 CABLE CAL 2 AWG THHW LS COLOR VERDE, 25 MTS. GUADO SOBRE LAS FILAS DE EQUIPO CON BRACKETS TIPO "L"  
 ZAPATA DOBLE OJILLO CONECTORES "C" O "H" DE COBRE PARA EMPALMES DEL MISMO  
 CAPUCHONES BURUNDY PARA EMPALMES

INF TECNICA	
Contacto	Alestra SA de CV
Telefono	
Fecha	Abril de 2002
Anotacion	Metros
Escala	Sin
Archivo	Itesis\icap5-07
No Plano	7

INFORMACION DEL PROYECTO	
Proyecto	Shelter Tipico de 7.0 x 5.0 m
No de Proyecto	N/A
Plano	DISTRIBUCION DE FIBER GUIDE Y SISTEMA DE TIERRA
Sitio	Edificio NUEVO LEON
CIU	N/A
Direccion	Calle Nuevo Leon No 210 Condesa

REVISIONES	
FECHA	REALIZO
04/2002	MP/eda
Referencias	

	<b>TESIS PROFESIONAL</b>
	Tesis de la licenciatura de Ingeniería en Telecomunicaciones de la Universidad de los Estados Unidos Mexicanos, en el área de Ingeniería en Telecomunicaciones, en el Estado de México.

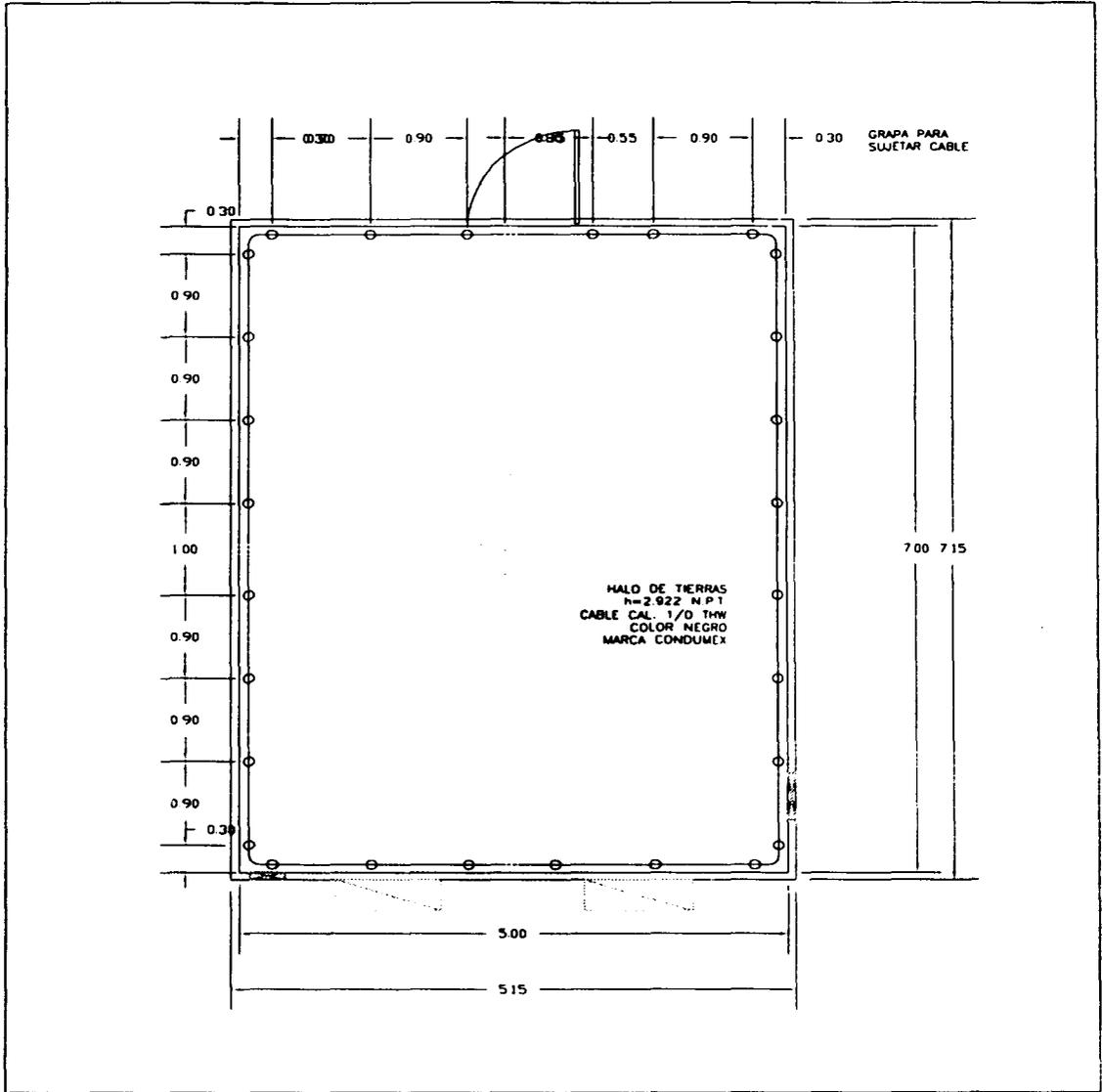


INF TECNICA	
Contacto	Alestra SA de CV
Telefono	
Fecha	Abril de 2002
Acotación	Metros
Escala	Sin
Archivo	tesis\cap5-07
No Plano	8

INFORMACION DEL PROYECTO	
Proyecto	Shelter Tipico de 7.0 x 5.0 m
No de Proyecto	N/A
Plano	BASE ESTRUCTURAL DEL SHELTER
Sito	Edificio NUEVO LEON
GLU	N/A
Direccion	Calle Nuevo Leon No 210, Condesa

REVISIONES	
FECHA	REALIZO
04/2002	MPeAa
Referencia	

INGENIERIA		TESIS PROFESIONAL	
	Director de la Tesis Ing. [Nombre]	Tesis Profesional de Alestra "Metodo de Elementos Finitos" en el Analisis de Manos	
	Ing. [Nombre]		

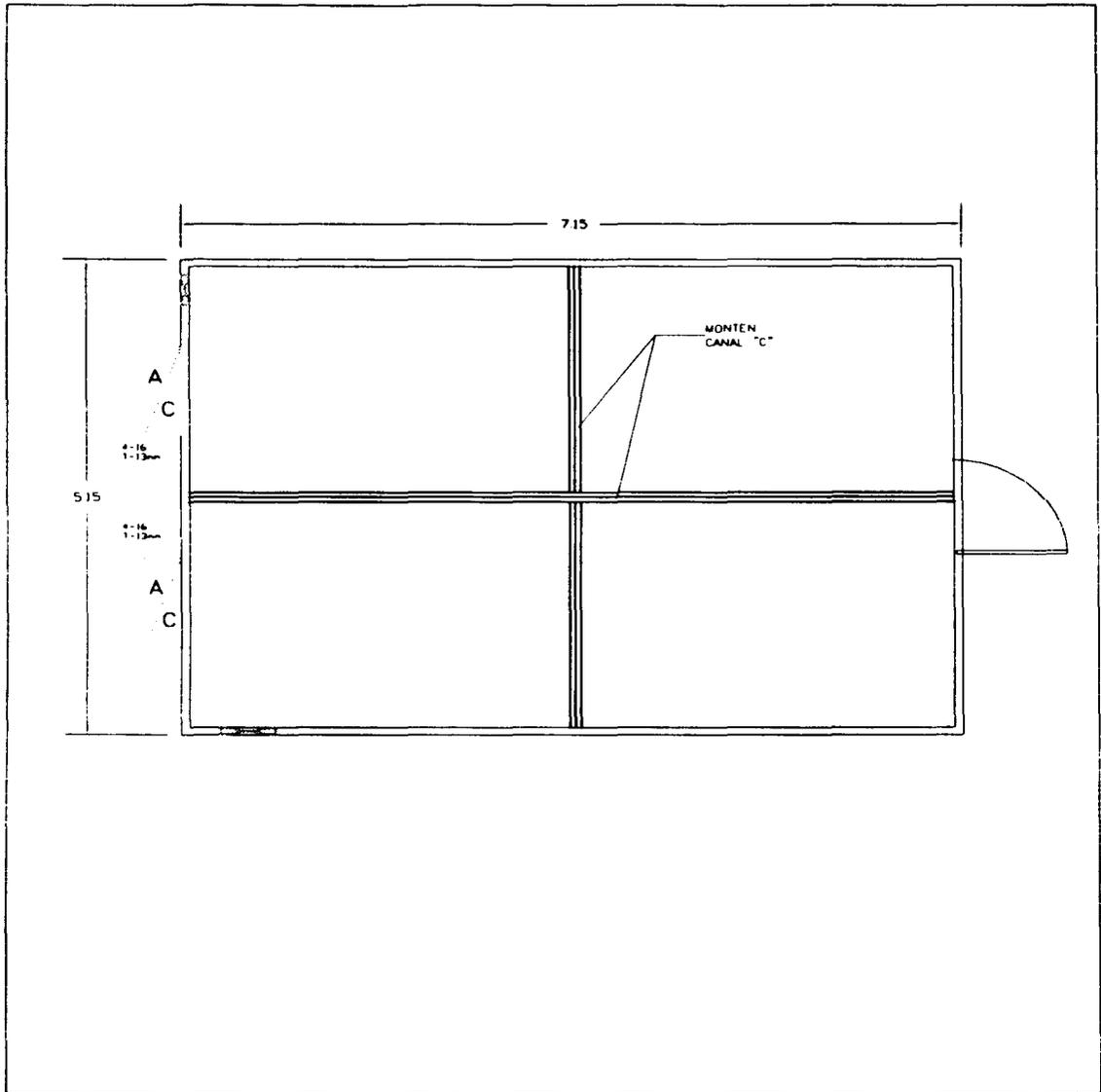


INF TECNICA	
Contacto	Alestra SA de CV
Telefono	
Fecha	Abril de 2002
Acolación	Metros
Escala	Sin
Archivo	tesis\cap5-07
No Plano	9

INFORMACION DEL PROYECTO	
Proyecto	Shelter Tipico de 7.0 x 5.0 m
No de Proyecto	N/A
Plano	HALO DEL SISTEMA DE TIERRA
Sito	Edificio NUEVO LEON
CLU	N/A
Dirección	Calle Nuevo León No 210, Condesa

REVISIONES	
FECHA	REALIZO
04/2002	MPeña
Referencia	

	<b>TESIS PROFESIONAL</b>
	El Autor y Coautor(es) en el Sitio de Internet de los Colegios de Ingenieros Profesionales de México "México y Nuevo León" en el Estado de México

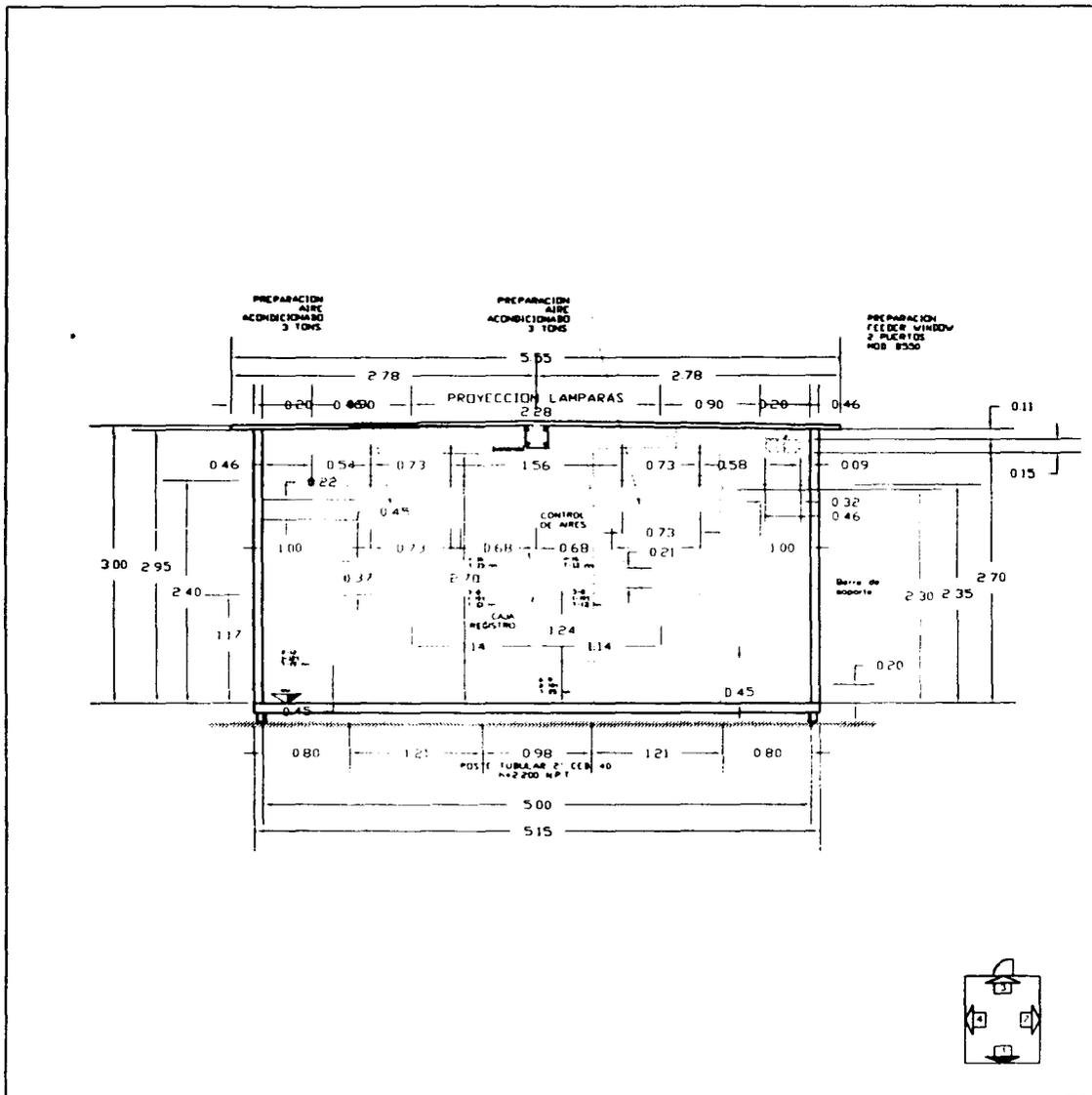


INF TECNICA	
Contacto	<b>Alestra SA de CV</b>
Telefono	
Fecha	<b>Abril de 2002</b>
Anotacion	<b>Metros</b>
Escala	<b>Sin</b>
Archivo	<b>Mesis cap5-07</b>
No Plano	<b>10</b>

INFORMACION DEL PROYECTO	
Proyecto	<b>Shelter Tipico de 7.0 x 5.0 m</b>
No de Proyecto	<b>N/A</b>
Plano	<b>ESTRUCTURA DEL MONTEN</b>
Sito	<b>Edificio NUEVO LEON</b>
CLU	<b>N/A</b>
Direccion	<b>Calle Nuevo Leon No 210,Condasa</b>

REVISIONES	
FECHA	REALIZO
04/2002	MPona
Referencia	

	<b>TESIS PROFESIONAL</b>
	Tesis de Licenciatura en el área de Telecomunicaciones de Alestra S.A. de C.V. Nuevo Leon México, D.F. de México

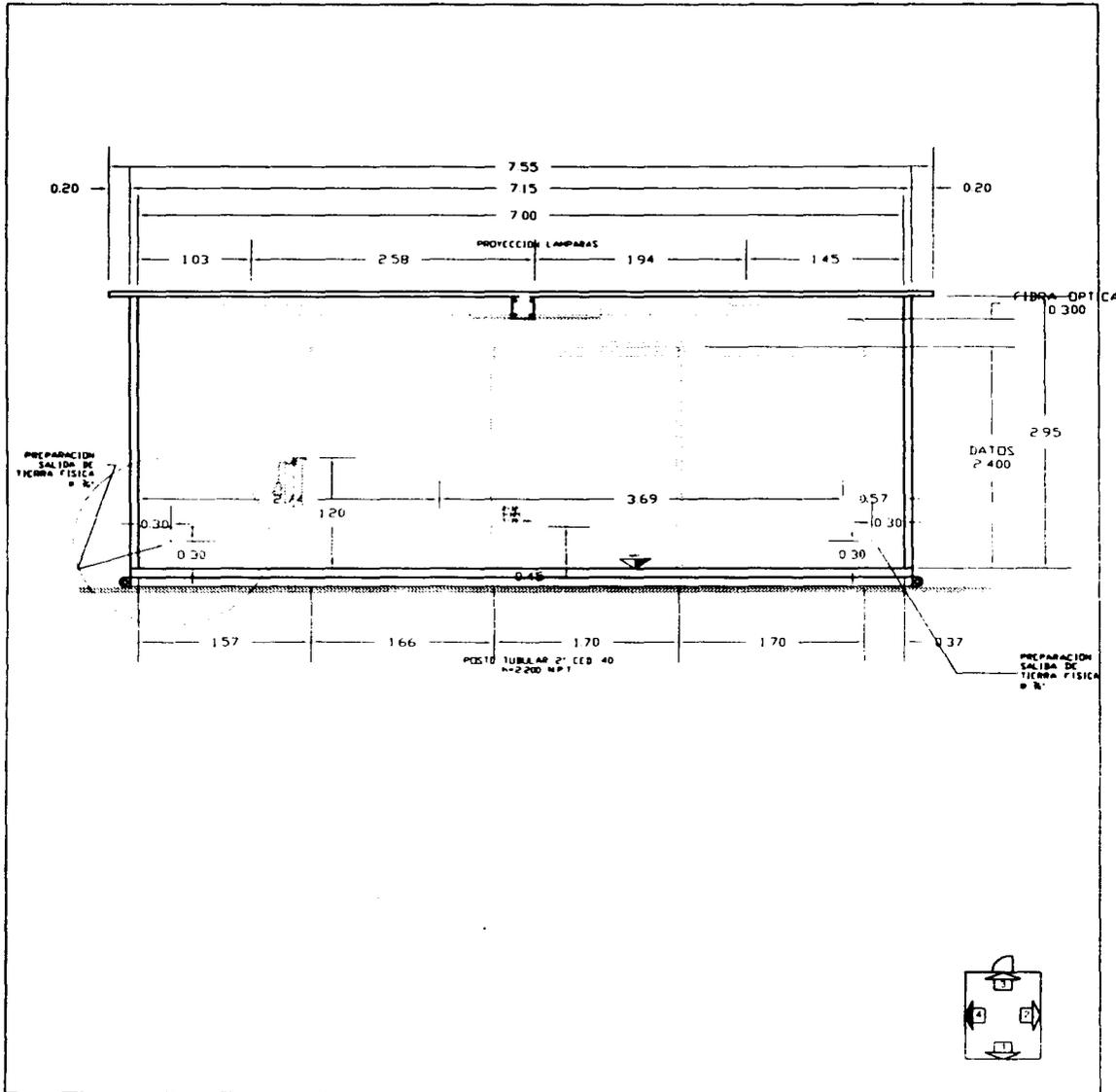


INF TECNICA	
Contacto:	Alestra SA de CV
Teléfono:	
Fecha:	Abril de 2002
Acotación:	Metros
Escala:	Sin
Archivo:	tesis/cap5-07
No Plano:	11

INFORMACION DEL PROYECTO	
Proyecto:	Shelter Tipico de 7.0 x 5.0 m
No de Proyecto:	N/A
Plano:	ALZADO MURO 1 DEL SHELTER
Sito:	Edificio NUEVO LEON
CUU:	N/A
Dirección:	Calle Nuevo Leon No 210, Condesa

REVISIONES	
FECHA	REALIZO
04/2002	MPeña
Referencia	

TESIS PROFESIONAL	
	INSTITUTO MEXICANO DE INGENIEROS PROFESIONALES CARRERA DE INGENIERIA EN INGENIERIA CIVIL TESIS PROFESIONAL TITULO: ALZADO MURO 1 DEL SHELTER AUTOR: ALESTRA SA DE CV ASESOR: INGENIERO MIGUEL PEÑA

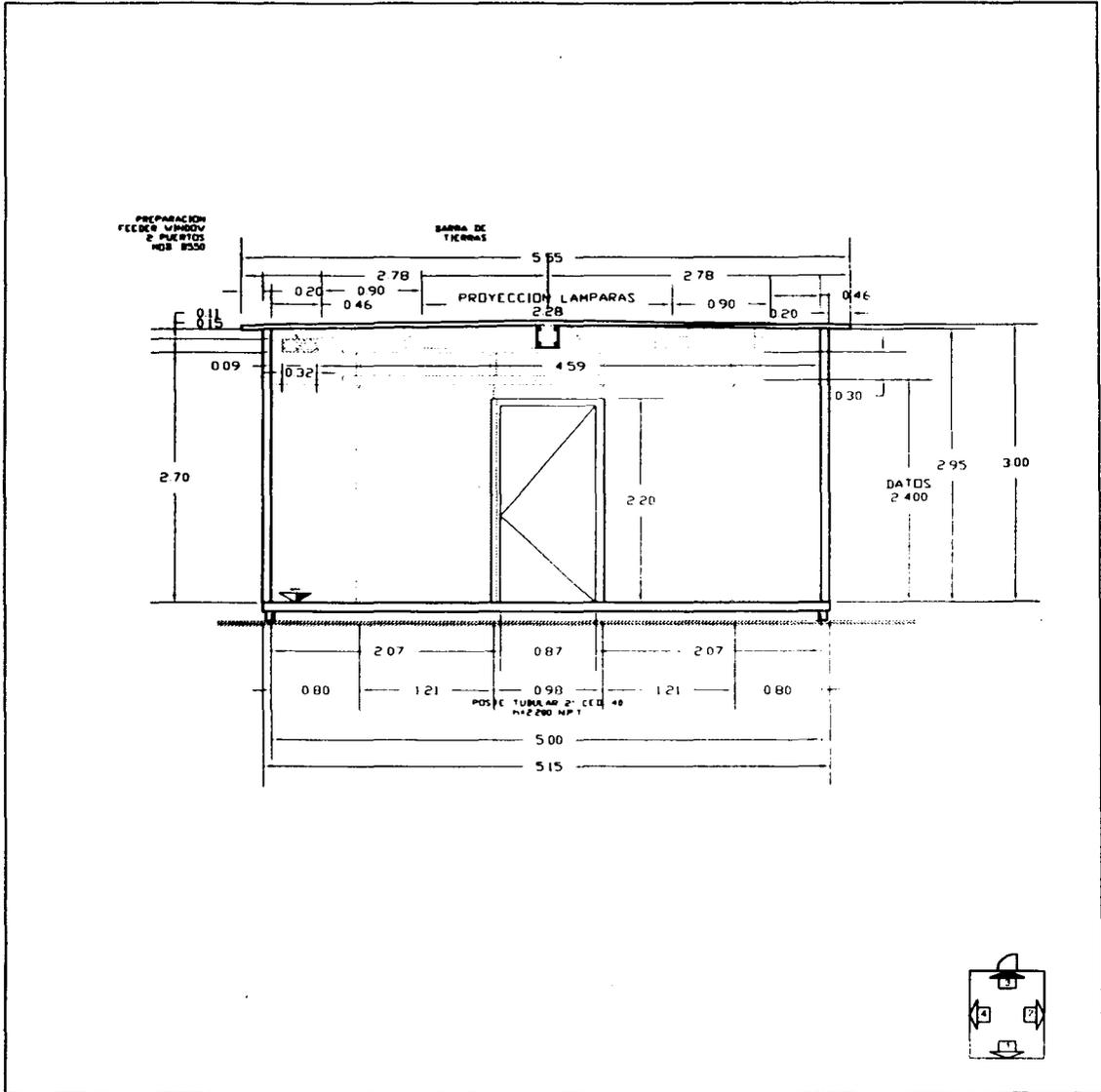


INF TECNICA	
Contacto	Alestra SA de CV
Teléfono	
Fecha	Abril de 2002
Acotación	Metros
Escala	Sin
Archivo	Itesis\cap5-07
No Plano	12

INFORMACION DEL PROYECTO		
Proyecto	Shelter Tipico de 7.0 x 5.0 m	
Nu de Proyecto	N/A	
Plano	ALZADO MURO 4 DEL SHELTER	
Sito	Edificio NUEVO LEON	
Cl:U	N/A	
Direccion	Calle Nuevo León No 210, Condesa	

REVISIONES	
FECHA	REALIZO
04/2002	MPeña
Referencia	

INGENIERIA		TESIS PROFESIONAL
	Tesis Profesional de Ingeniería en Mecánica de Fluidos M. en C. Fernando Martínez	
	Tesis Profesional de Ingeniería en Mecánica de Fluidos M. en C. Fernando Martínez	

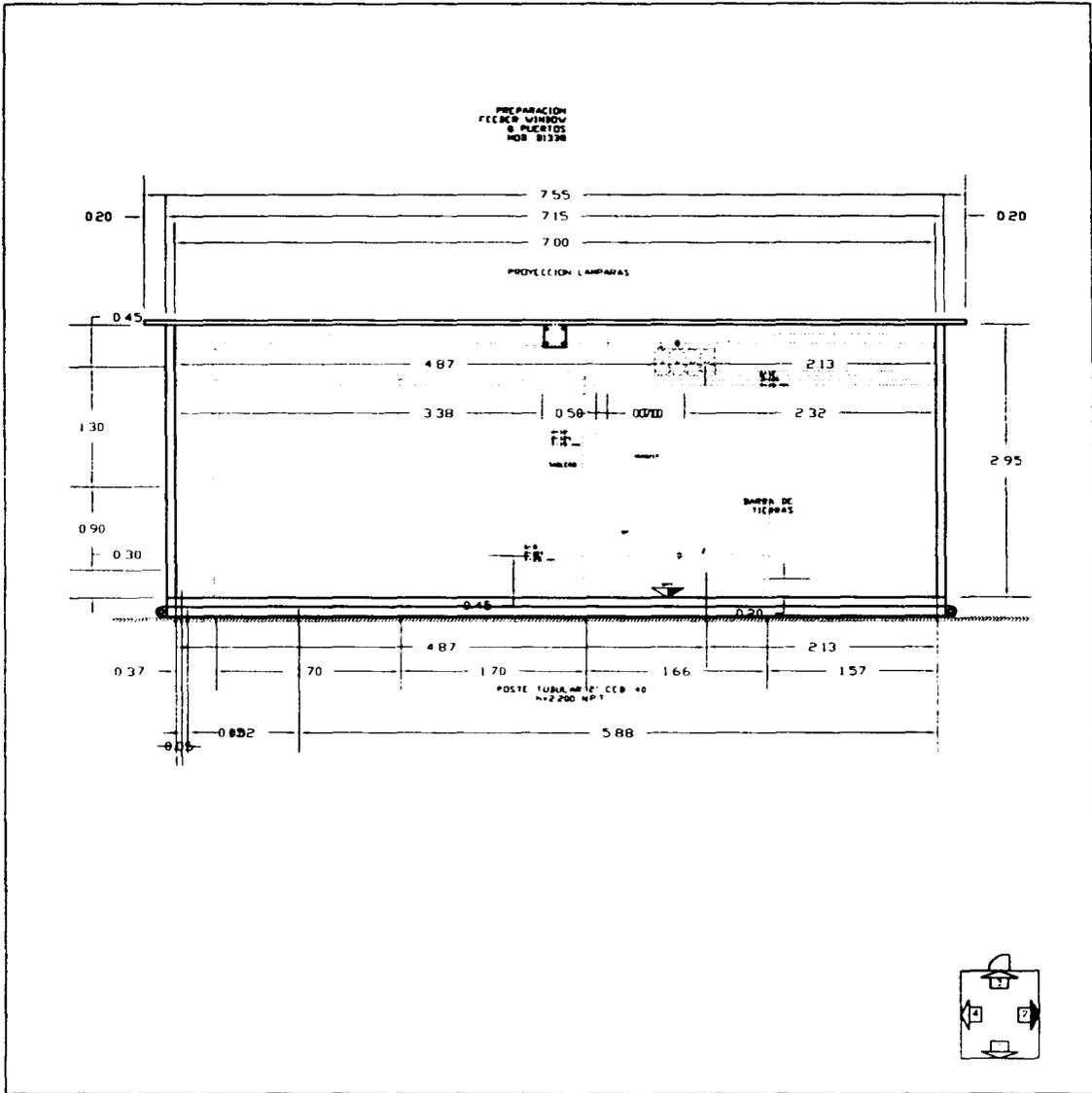


INF TECNICA	
Contacto	<b>Alestra SA de CV</b>
Teléfono	
Fecha	<b>Abril de 2002</b>
Acotación	<b>Metros</b>
Escala	<b>Sin</b>
Archivo	<b>tesis:cap5-07</b>
No Plano	<b>13</b>

INFORMACION DEL PROYECTO	
Proyecto	<b>Shelter tipico de 7.0 x 5.0 m</b>
No de Proyecto	<b>N/A</b>
Plano	<b>ALZADO MURO 3 DEL SHELTER</b>
Sitio	<b>Edificio NUEVO LEON</b>
CLU	<b>N/A</b>
Dirección	<b>Calle Nuevo León No.210,Condesa</b>

REVISIONES	
FECHA	REALIZO
04/2002	MPeñá
Referencia	

INGENIERIA		TESIS PROFESIONAL	
		Tesis y Construcción del Sitio de Rehabilitación de la Alestra Municipalidad de Nuevo León Ciudad de México	

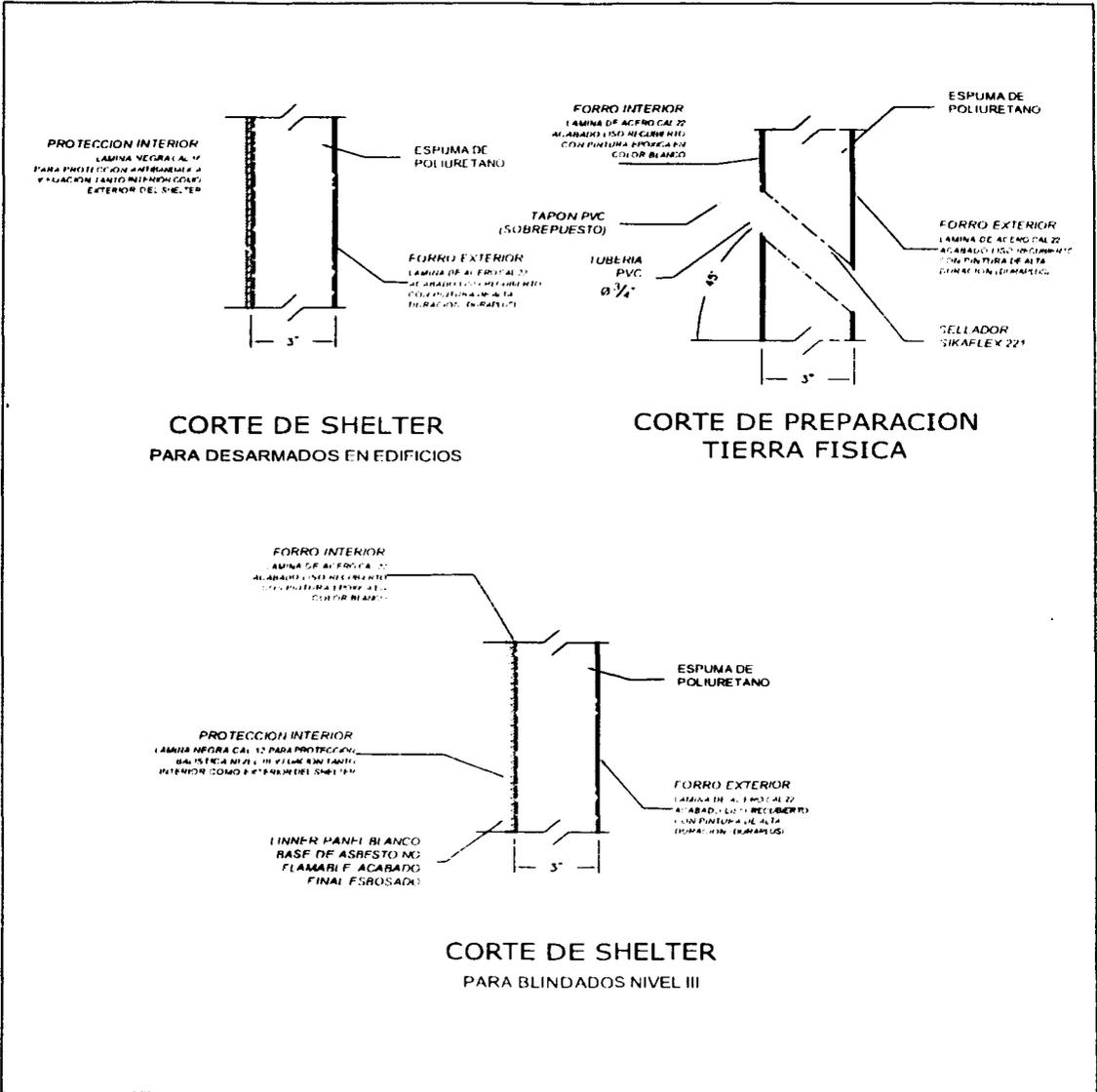


INF TECNICA	
Contacto	<b>Alestra SA de CV</b>
Teléfono	
Fecha	<b>Abril de 2002</b>
Acotación	<b>Metros</b>
Escala	<b>Sin</b>
Archivo	<b>tesis\cap5-07</b>
No Plano	<b>14</b>

INFORMACION DEL PROYECTO	
Proyecto	<b>Shelter Típico de 7.0 x 5.0 m</b>
No de Proyecto	<b>N/A</b>
Plano	<b>ALZADO MURO 2 DEL SHELTER</b>
Sitio	<b>Edificio NUEVO LEON</b>
Cl. U	<b>N/A</b>
Dirección	<b>Calle Nuevo León No 210, Condesa</b>

REVISIONES	
FECHA	REALIZO
04/2002	MPeña
Referencia	

	<b>TESIS PROFESIONAL</b>
	Tesis Profesional de Ingeniería Civil del área de Ingeniería de Estructuras por Alestra "Módulo de Estructuras" en el mes de Abril de 2002

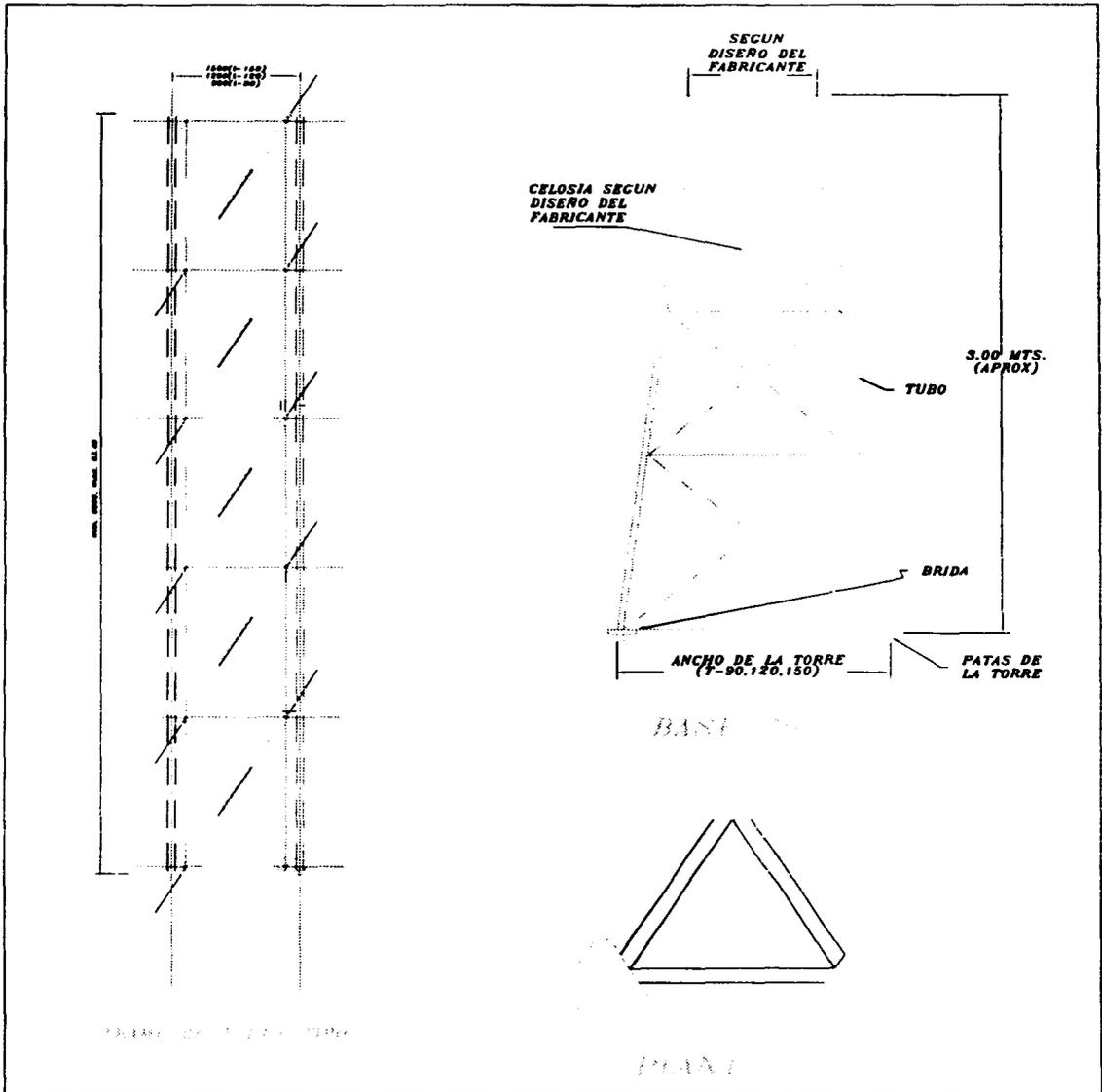


INF TECNICA	
Contacto	Alestra SA de CV
Teléfono	
Fecha	Abril de 2002
Acolación	Metros
Escala	5m
Archivo	Itesis\cap5-07
No Plano	15

INFORMACION DEL PROYECTO	
Proyecto	Shelter Tipico de 7.0 x 5.0 m
No de Proyecto	N/A
Plano	DETALLE DE CORTE DE MURO DEL SHELTER
Sitio	Edificio NUEVO LEON
CIU	N/A
Direccion	Calle Nuevo Leon No.210,Condesa

REVISIONES	
FECHA	REALIZO
04/2002	MPena
Referencia	

	<b>TESIS PROFESIONAL</b>
	Diseño y Construcción de Sitio de Tricelulosa de papel en Alestra "Módulo Nuevo Leon" en la Ciudad de México

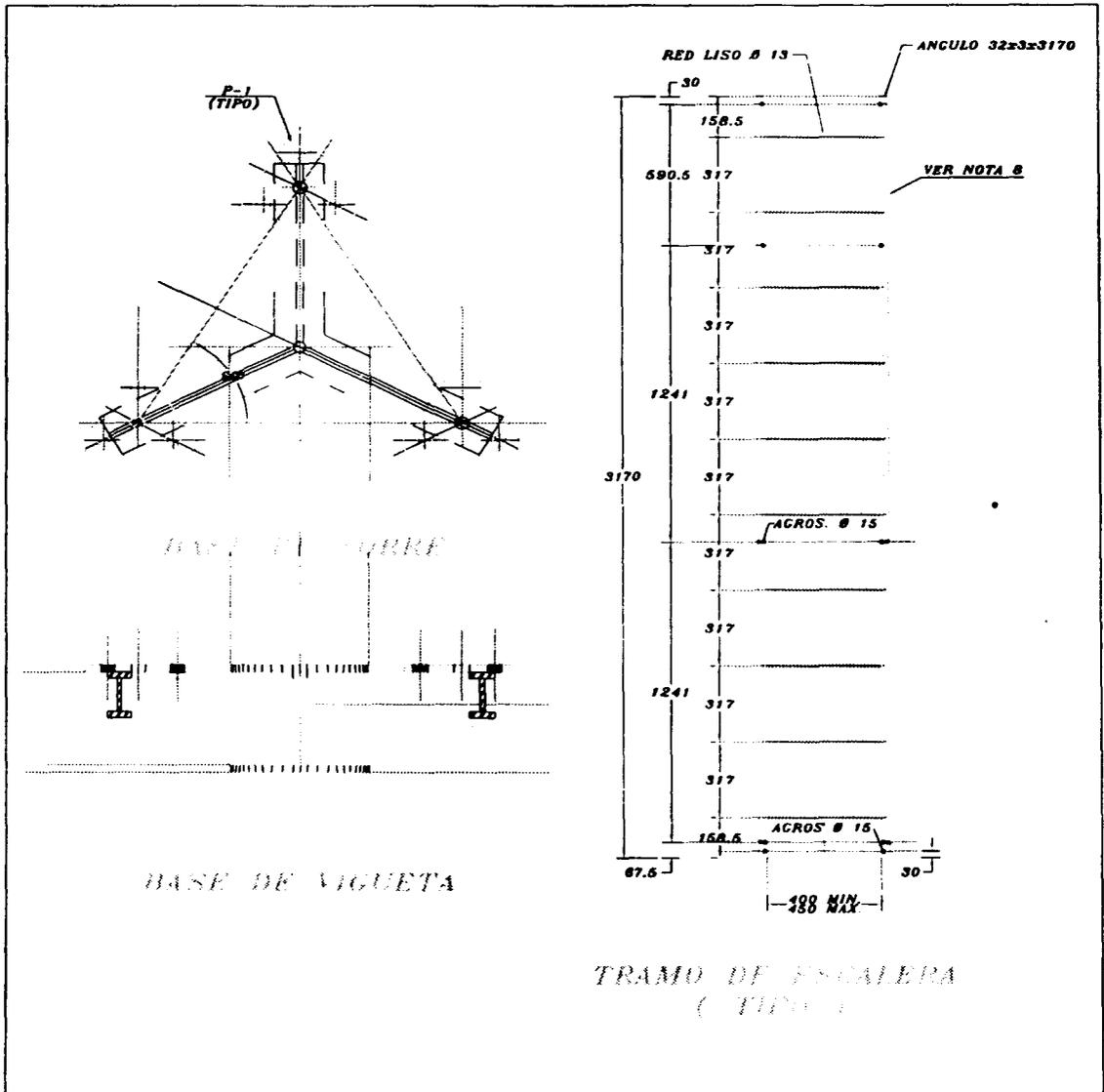


INF TECNICA	
Contacto	Alestra SA de CV
Teléfono	
Fecha	Abril de 2002
Acotación	Metros
Escala	Sin
Archivo	tesis/estruc-01
No Plano	16

INFORMACION DEL PROYECTO	
Proyecto	Torre Arriostrada de 30 m
No de Proyecto	N/A
Plano	ESTRUCTURA DE TORRE
Sitio	Edificio NUEVO LEON
C.U.T.	N/A
Dirección	Calle Nuevo Leon No 210. Condesa

REVISIONES	
FECHA	REALIZO
04/2002	MPeña
Referencia	

	<b>TESIS PROFESIONAL</b>
	Tesis de Ingeniería Civil del Catedrático Ing. M. PEÑA en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Nuevo León en la ciudad de México



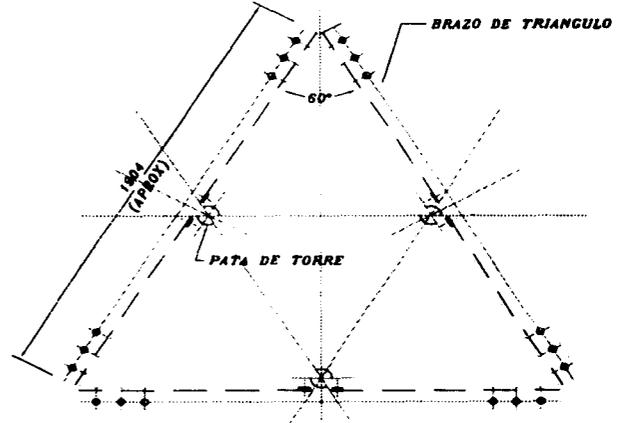
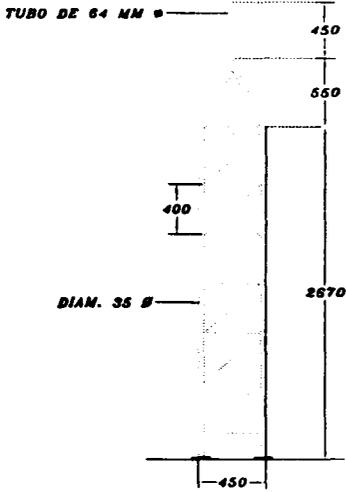
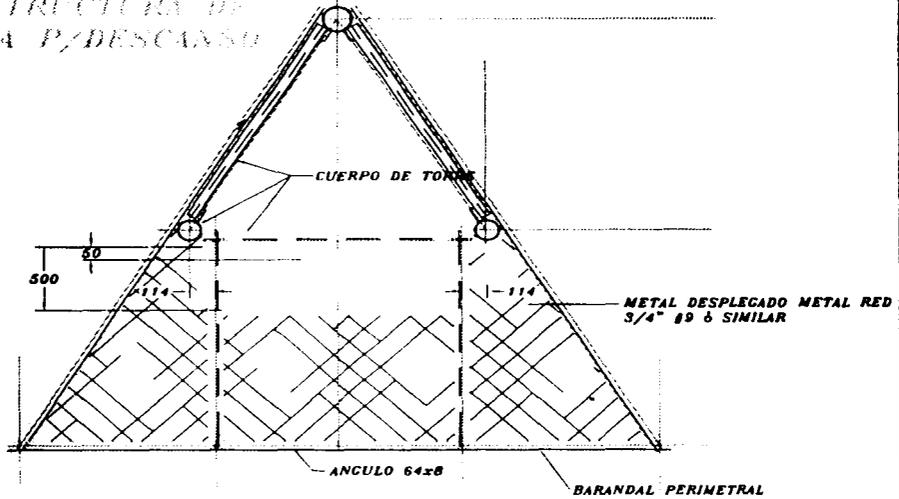
INF TECNICA	
Contacto:	Alestra SA de CV
Teléfono:	
Fecha:	Abril de 2002
Acotación:	Metros
Escala:	Sin
Archivo:	Itesis Iestruc-01
No.Plano:	17

INFORMACION DEL PROYECTO	
Proyecto:	Torre Arriostada de 30 m
No de Proyecto:	N/A
Plano:	BASE DE TORRE Y DETALLE DE ESCALERA
Sito:	Edificio NUEVO LEON
CLU:	N/A
Dirección:	Calle Nuevo León No 210, Condesa

REVISIONES	
FECHA	REALIZO
04/2002	MPeña
Referencia	

	<b>TESIS PROFESIONAL</b>
	Diseño y Construcción del Sitio de Transmunicación de Alestra "Módulo Nuevo León" en la Ciudad de México

PLANO Y ESTRUCTURA DE PLATAFORMA P/DESCANSO



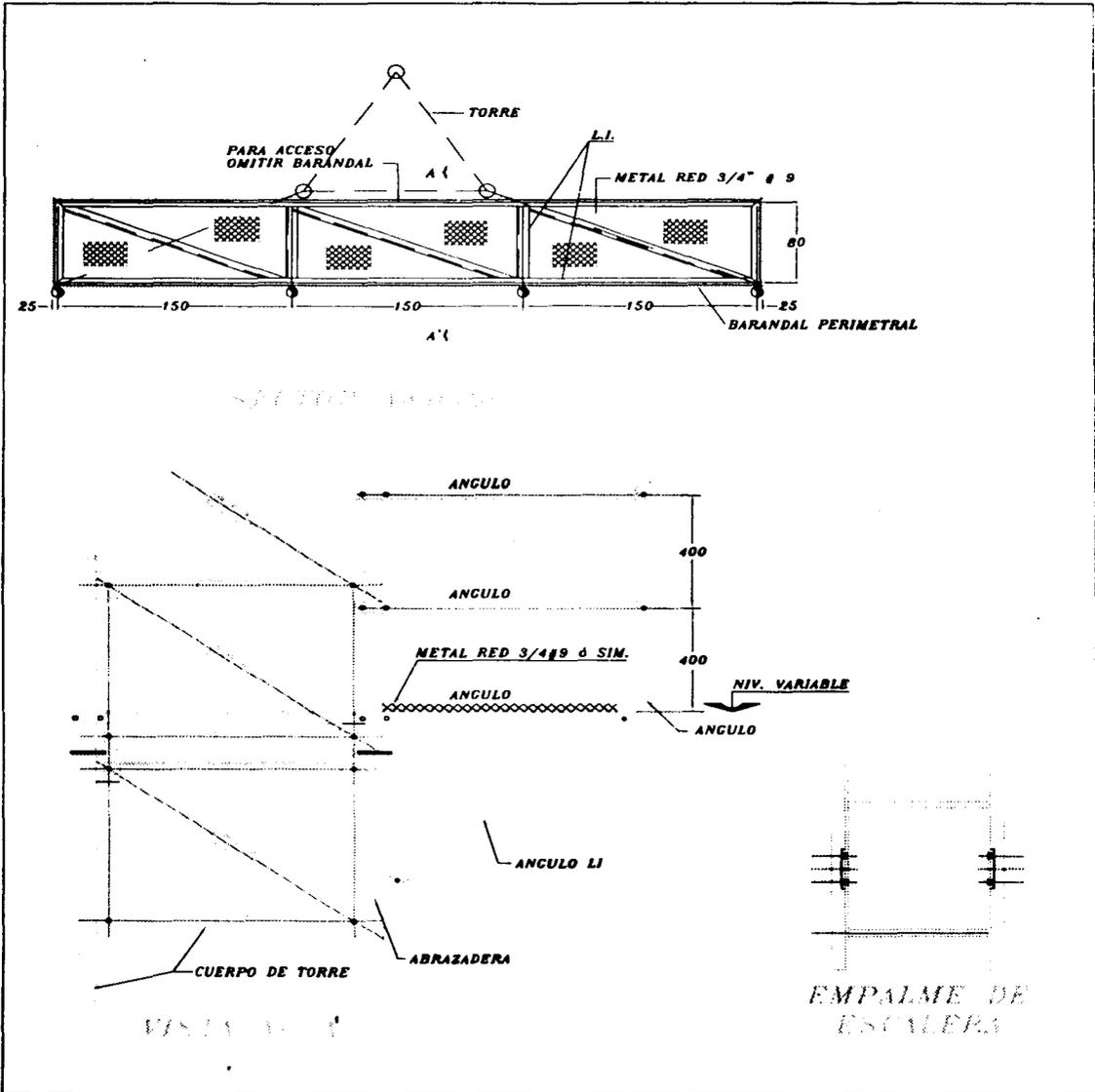
SOPORTE PARA TORRE ARRIOSTRADA

INF TÉCNICA	
Contacto	Alestra SA de CV
Teléfono	
Fecha	Abril de 2002
Escala	Metros
Acotación	Sin
Archivo	tesis/estruc-01
No Plano	18

INFORMACION DEL PROYECTO	
Proyecto	Torre Arriostrada de 30 m
No de Proyecto	N/A
Plano	DETALLE DE ACCESORIOS DE TORRE
Sitio	Edificio NUEVO LEON
CIU	N/A
Dirección	Calle Nuevo León No. 210. Condesa

REVISIONES	
FECHA	REALIZO
04/2002	MPeña
Referencia	

INGENIERIA		TESIS PROFESIONAL
		Tesis Profesional Tesis Profesional Tesis Profesional Tesis Profesional Tesis Profesional



INF TECNICA	
Contacto	Alestra SA de CV
Teléfono	
Fecha	Abril de 2002
Acotación	Metros
Escala	Sin
Archivo	tesis/estruc-01
No Plano	19

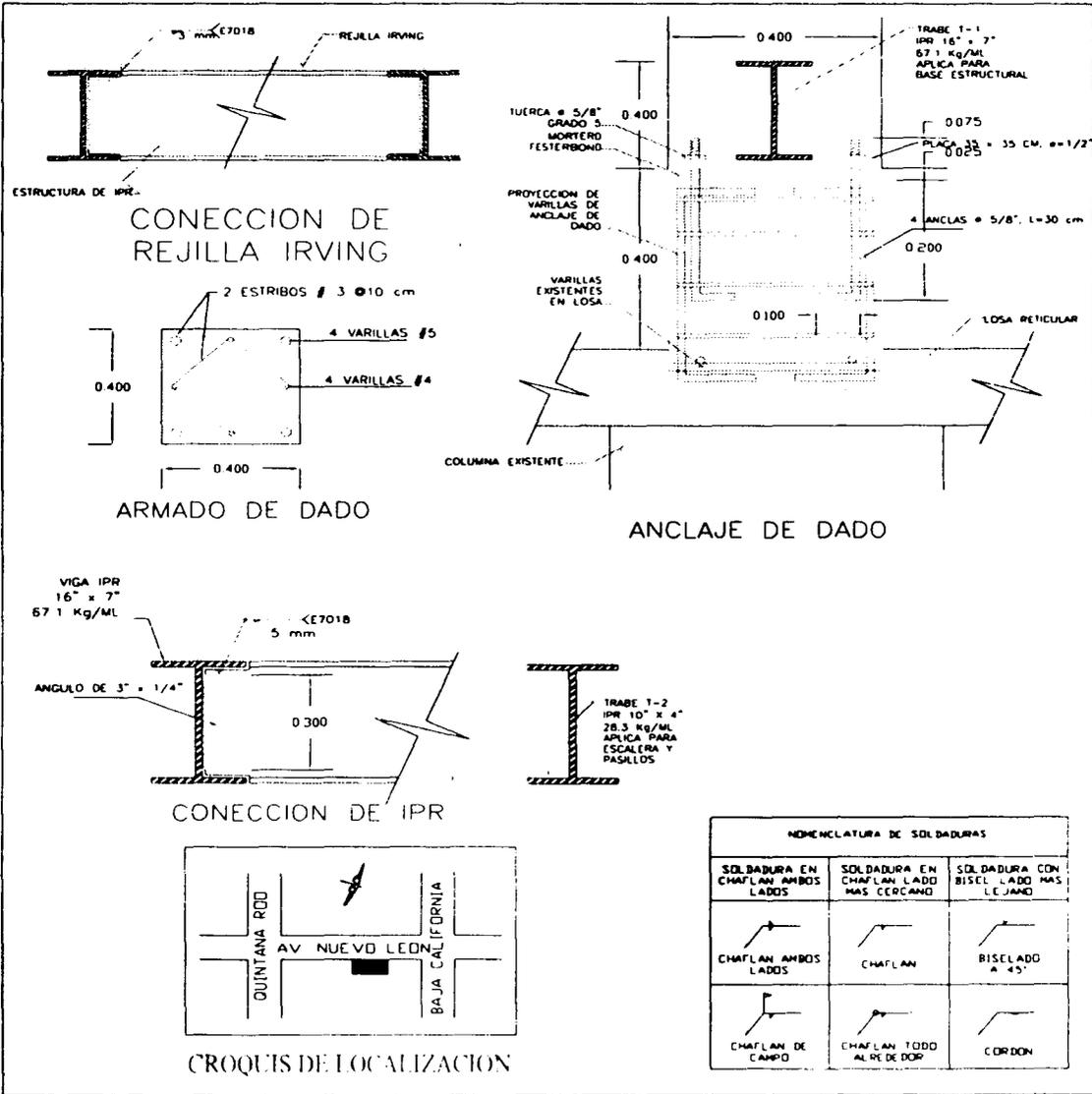
INFORMACION DEL PROYECTO	
Proyecto	Torre Arnostrada de 30 m
No de Proyecto	N/A
Plano	DETALLE DE ACCESORIOS DE TORRE
Sitio	Edificio NUEVO LEON
CIU	N/A
Dirección	Calle Nuevo Leon No 210, Condesa

REVISIONES	
FECHA	REALIZO
04/2002	Miña
Referencia	

	<b>TESIS PROFESIONAL</b>
	Documento que demuestra el cumplimiento de los requisitos de la Ley de Profesiones de México, en la especialidad de Ingeniería en Estructuras, emitido en la Ciudad de México.





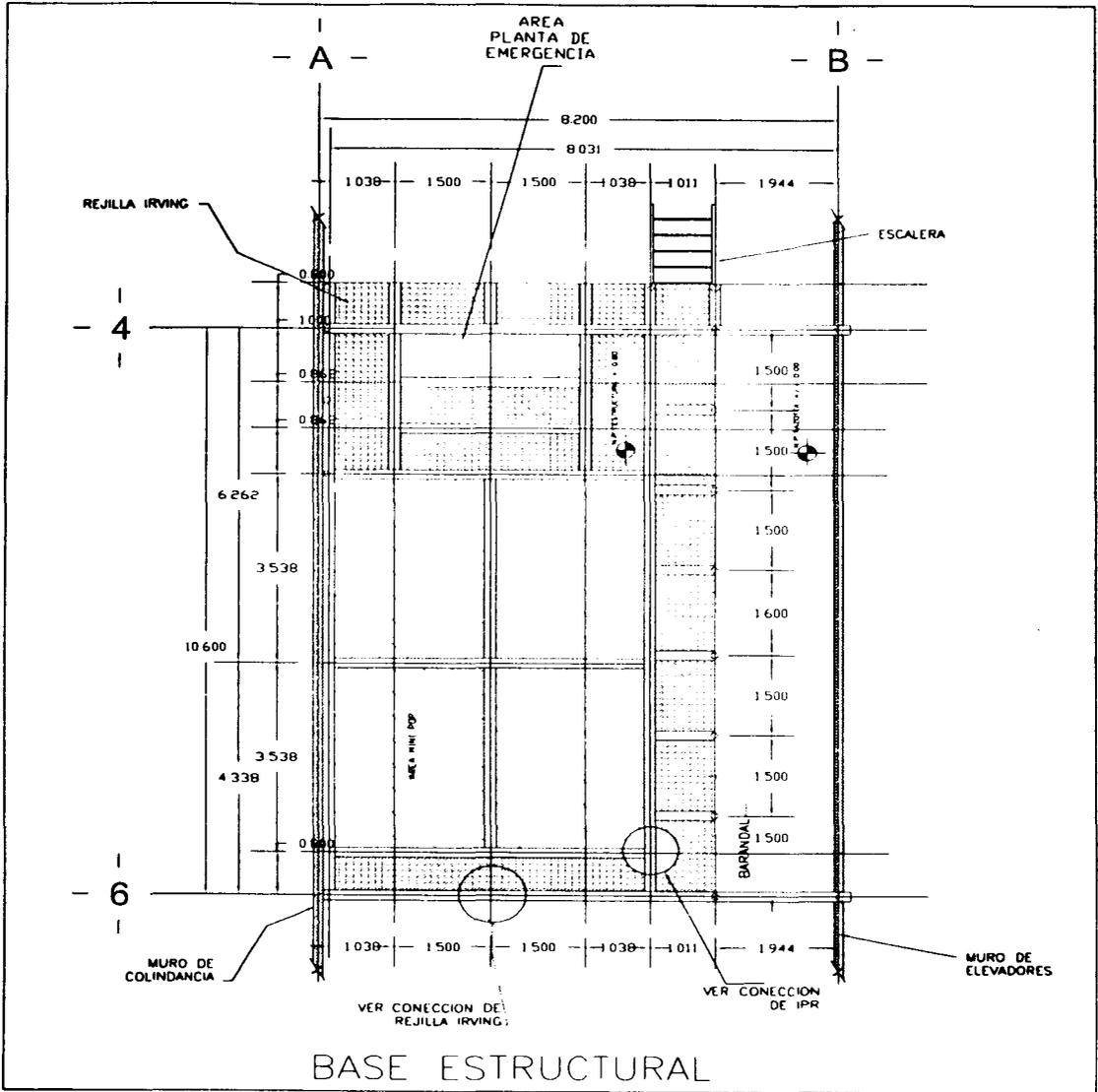


INF TECNICA	
Contacto	Alestra SA de CV
Teléfono	
Fecha	Abril de 2002
Acolacion	Metros
Escala	Sin
Archivo	Itesis\cap5-07
No Plano	22

INFORMACION DEL PROYECTO	
Proyecto	Shelter Típico de 7.0 x 5.0 m
Nombre Proyecto	N/A
Plan	CIMENTACION DEL SHELTER DETALLES
Sitio	Edificio NUEVO LEON
CU	N/A
Dirección	Calle Nuevo Leon No 210, Condesa

REVISIONES	
FECHA	REALIZO
04/2002	MF/ea
	Referencia

INGENIERIA		TESIS PROFESIONAL
	Tesis Profesional en Ingeniería Civil Tesis Profesional en Ingeniería Civil Tesis Profesional en Ingeniería Civil Tesis Profesional en Ingeniería Civil	Tesis Profesional en Ingeniería Civil Tesis Profesional en Ingeniería Civil Tesis Profesional en Ingeniería Civil Tesis Profesional en Ingeniería Civil

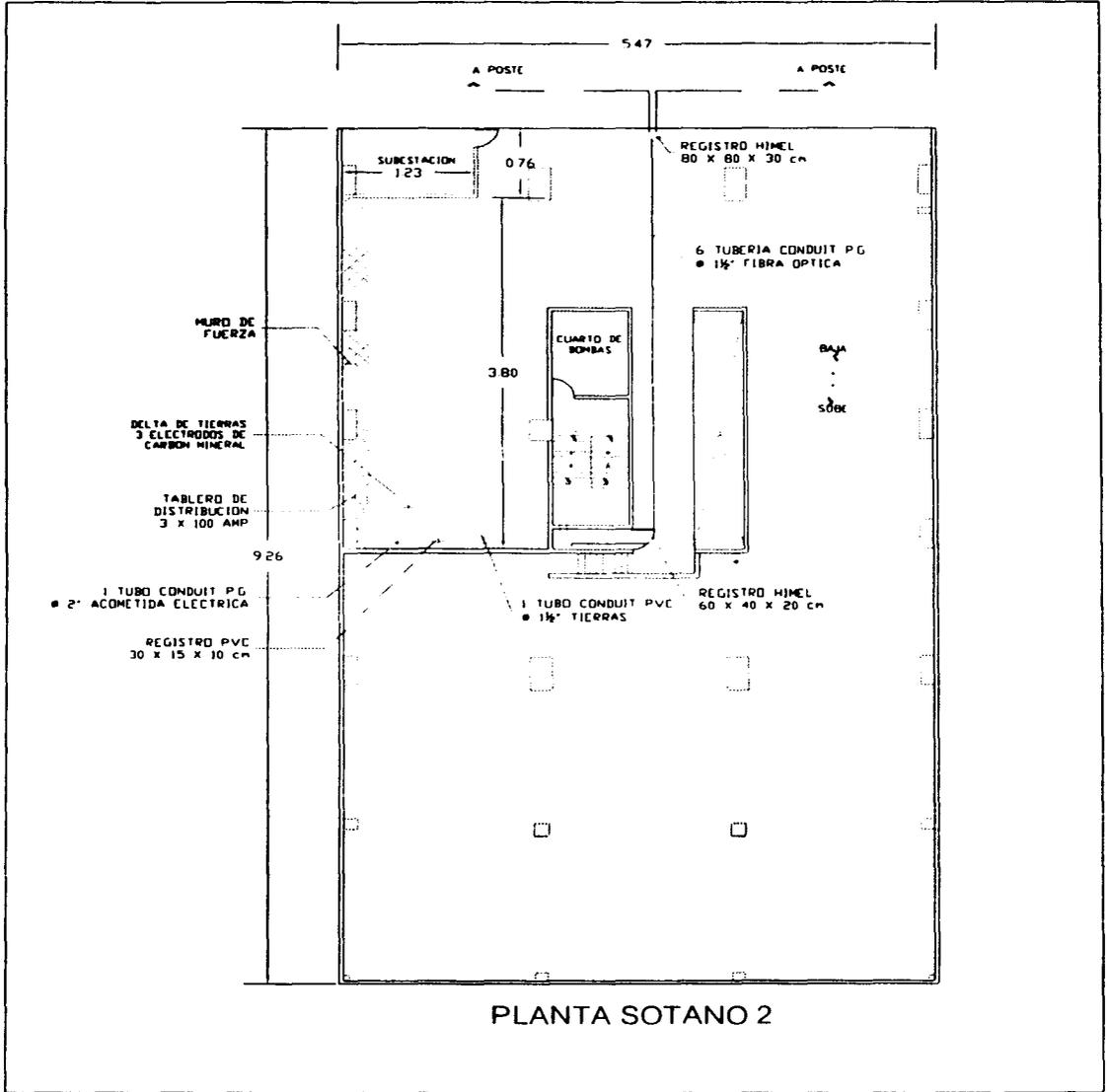


INF TECNICA	
Contacto:	Alestra SA de CV
Teléfono:	
Fecha:	Abril de 2002
Acotación:	Metros
Escala:	Sin
Archivo:	tesis\cap5-07
No Plano:	23

INFORMACION DEL PROYECTO	
Proyecto:	Shelter Tipico de 7.0 x 5.0 m
No de Proyecto:	N/A
Plano:	BASE ESTRUCTURAL DEL SHELTER
Sitio:	Edificio NUEVO LEON
CLU:	N/A
Dirección:	Calle Nuevo León No 210, Condesa

REVISIONES	
FECHA	REALIZO
04/2002	MPeña
Referencia:	

	<b>TESIS PROFESIONAL</b>
	Presento y autorizo esta Tesis Profesional en el área de Ingeniería en Edificación para optar por el título de Ingeniero en Edificación en el "Colegio de Ingenieros Profesionales de México" en el Estado de Nuevo León, a la "Comisión de Exámenes" de la "Universidad de México".



PLANTA SOTANO 2

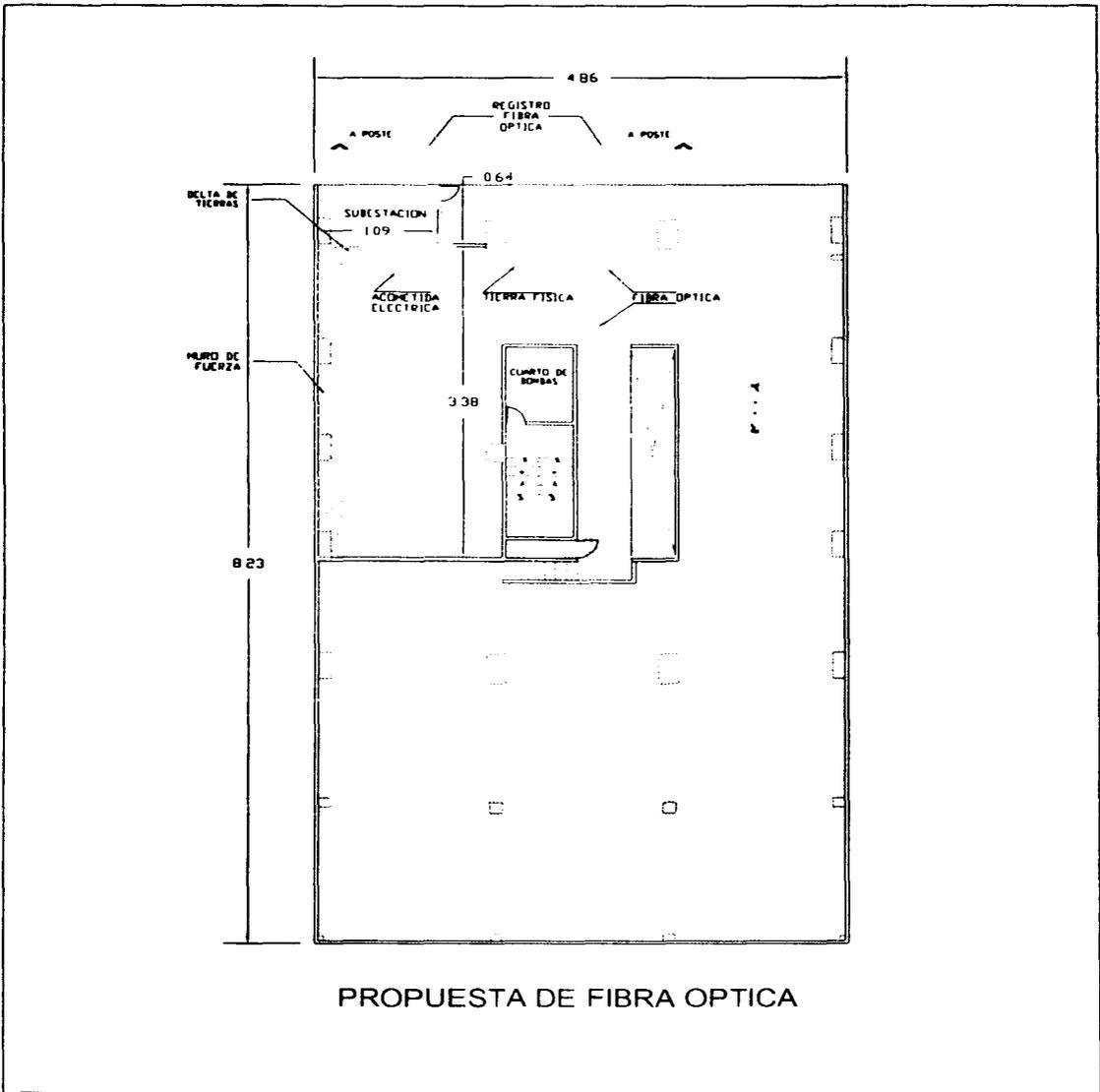
INFORMACION TECNICA	
Contacto	Alestra SA de CV
Teléfono	
Fecha	Abril de 2002
Acotación	Metros
Escala	Sin
Archivo	tesis/estruc-03
No Plano	24

INFORMACION DEL PROYECTO	
Proyecto	Shelter Típico de 7.0 x 5.0 m
No de Proyecto	N/A
Plano	PLANTA SOTANO 2
Sitio	Edificio NUEVO LEON
Ciudad	N/A
Dirección	Calle Nuevo Leon No.210,Confesa

REVISIONES	
FECHA	REALIZO
04/2002	MPeña
Referencia	

	<b>TESIS PROFESIONAL</b>
	Tesis de Ingeniería en Estructuras Tesis de Ingeniería en Estructuras Tesis de Ingeniería en Estructuras





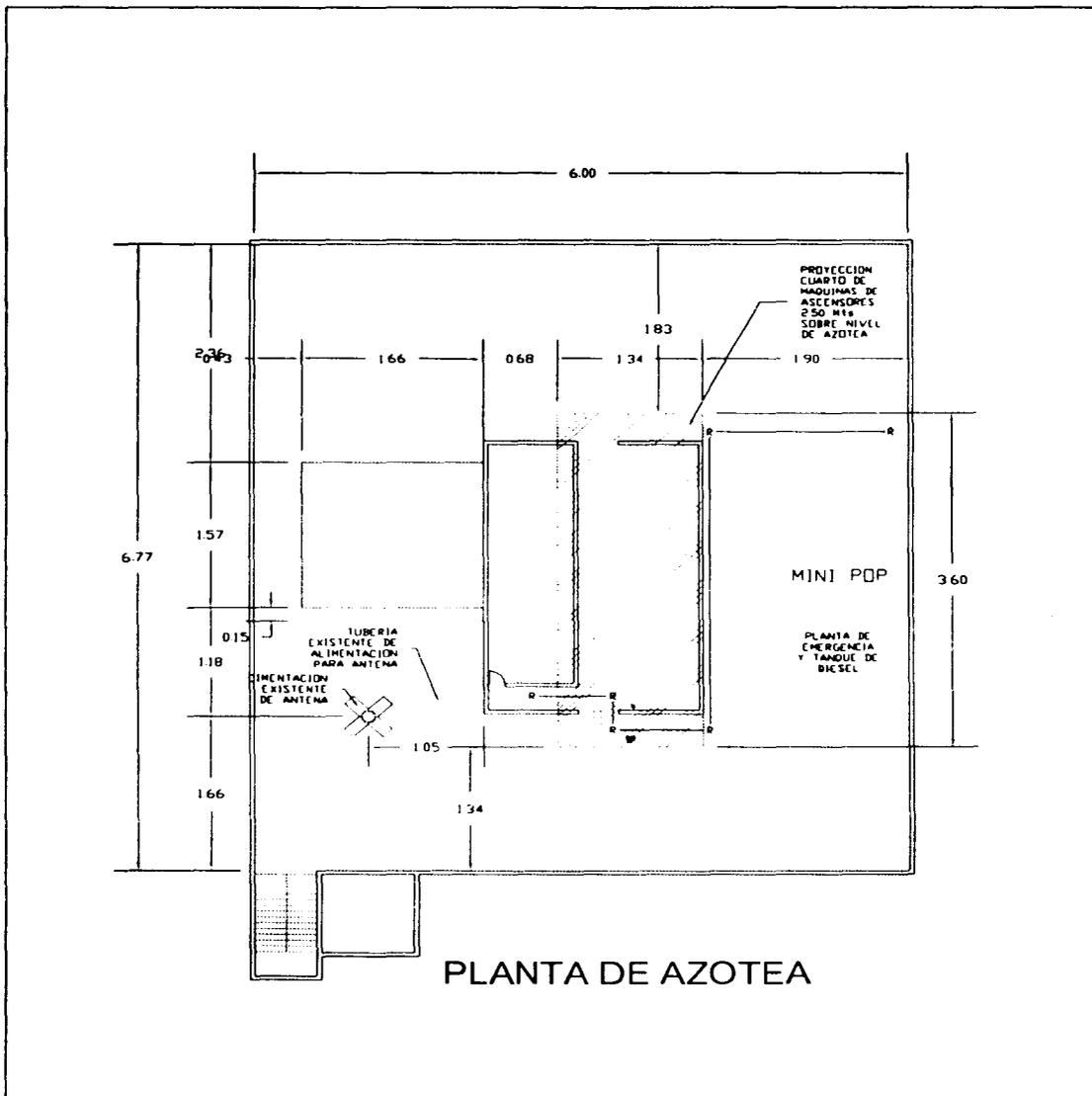
**PROPUESTA DE FIBRA OPTICA**

INF TECNICA	
Contacto	Alestra SA de CV
Telefono	
Fecha	Abril de 2002
Acotación	Metros
Escala	Sim
Archivo	(tesis)estruc-08
No Plano	26

INFORMACION DEL PROYECTO	
Proyecto	Shelter Tipico de 7.0 x 5.0 m
No de Proyecto	N/A
Plano	PROPUESTA DE FIBRA OPTICA
Sito	Edificio NUEVO LEON
C.U.C.	N/A
Dirección	Calle Nuevo León No 210, Condesa

REVISIONES	
FECHA	REALIZO
04/2002	MPena
Referencia	

	<b>TESIS PROFESIONAL</b>
	Diseño y Construcción del Sitio de Emergencia para "Alestra" México, Nuevo León y la Ciudad de México

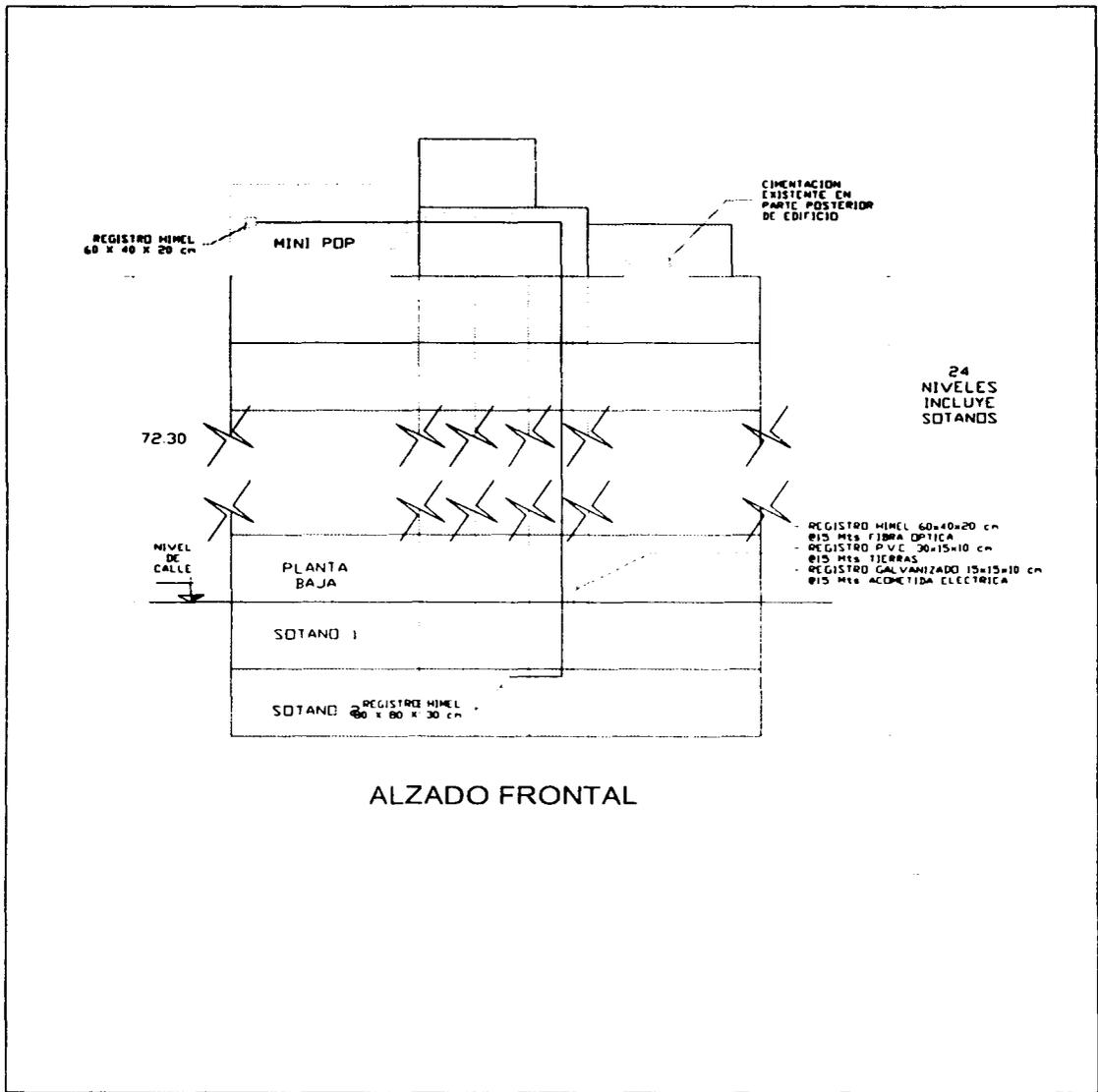


INF TECNICA	
Contacto	Alestra SA de CV
Telefono	
Fecha	Abril de 2002
Acotación	Metros
Escala	Sin
Archivo	tesis/estruc-05
No Plano	27

INFORMACION DEL PROYECTO	
Proyecto	Shelter Típico de 7.0 x 5.0 m
No de Proyecto	N/A
Plano	PLANTA DE AZOTEA
Sitio	Edificio NUEVO LEON
C.U.P	N/A
Dirección	Calle Nuevo León No.210,Condesa

REVISIONES	
FECHA	REALIZO
04/2002	MPeña
Referencia	

INGENIERO		TESIS PROFESIONAL	
	En el Estado de México, a los 15 días del mes de Abril del 2002.		
	Firmado y sellado por el Ing.		
		Ing. [Nombre]	
		C. [Número]	

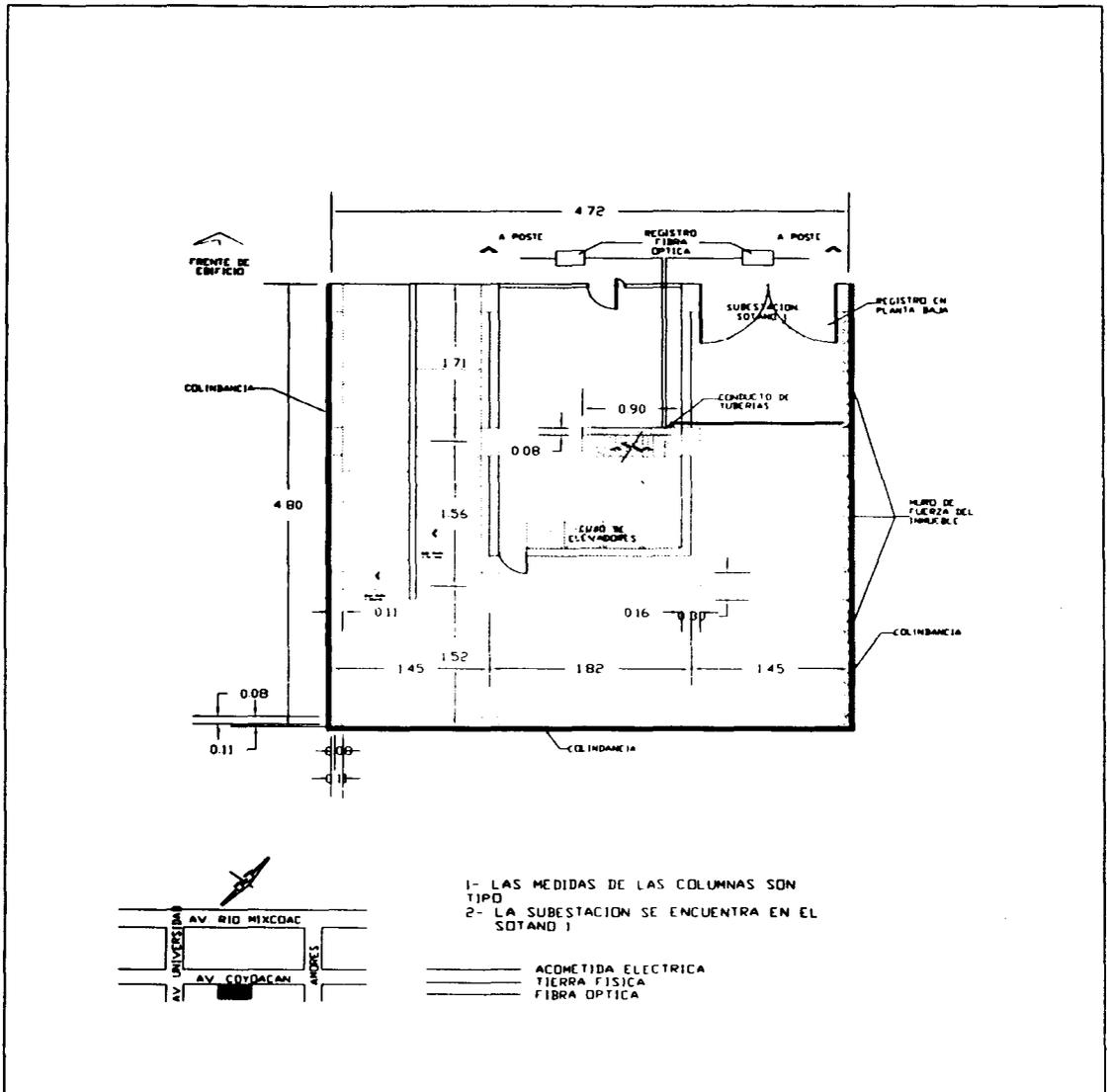


INF TECNICA	
Contacto	Alestra SA de CV
Telefono	
Fecha	Abril de 2002
Acotación	Metros
Escala	Sin
Archivo	tesis/estruc-06
Nu Plano	28

INFORMACION DEL PROYECTO	
Proyecto	Shelter Tipico de 7.0 x 5.0 m
No de Proyecto	N/A
Plano	ALZADO FRONTAL
Sitio	Edificio NUEVO LEON
CLU	N/A
Direccion	Calle Nuevo Leon No 210, Condesa

REVISIONES	
FECHA	REALIZO
04/2002	M Peña
Referencia	

	<b>TESIS PROFESIONAL</b>
	Diseñó y Construyó el Shelter Tipico de 7.0 x 5.0 m en el Edificio Nuevo Leon No 210, Condesa, Ciudad de México.

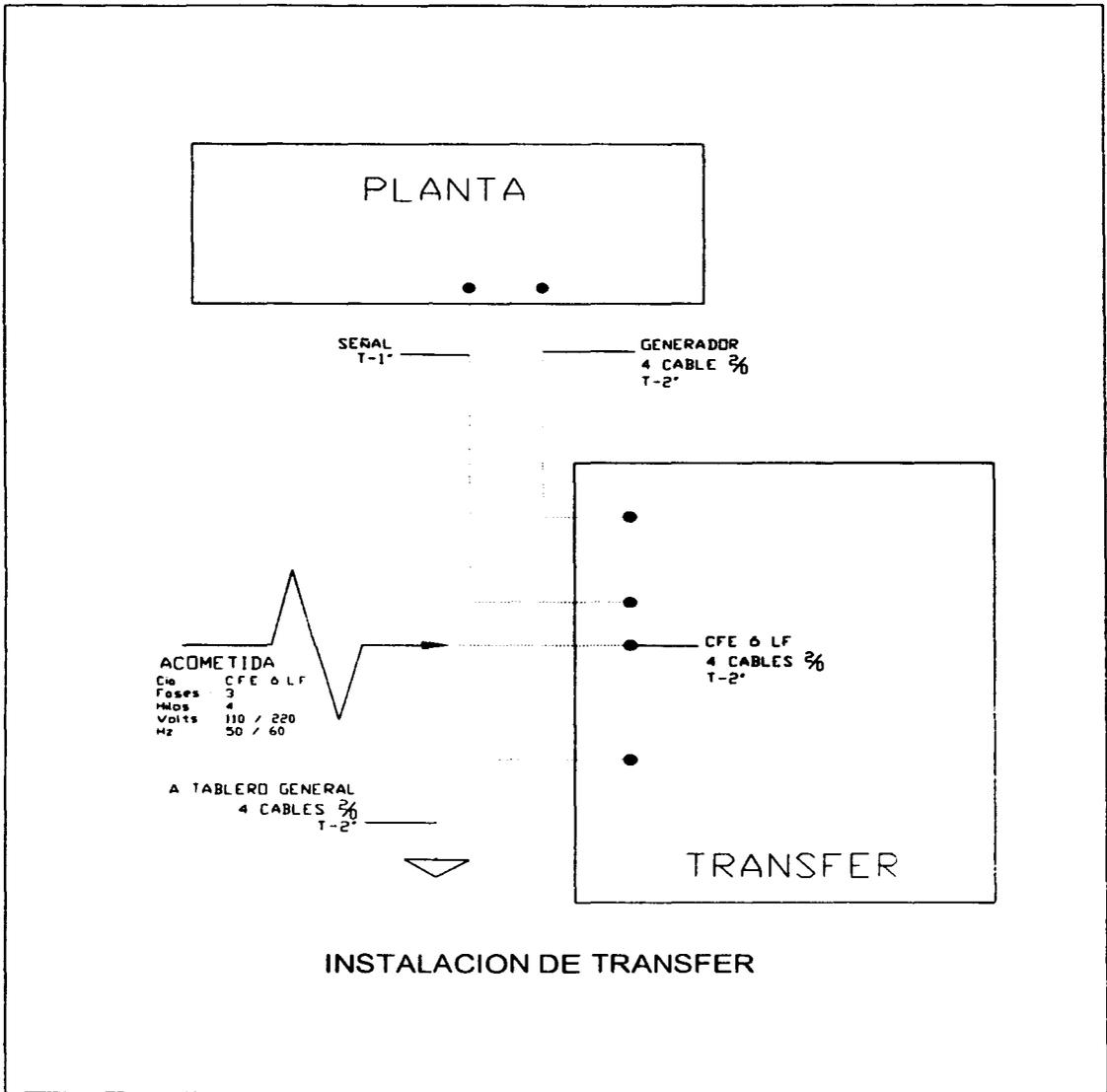


INF TECNICA	
Contacto	Alestra SA de CV
Telefono	
Fecha	Abril de 2002
Acotación	Metros
Escala	Sin
Archivo	tesis\cap5-07
No Plano	29

INFORMACION DEL PROYECTO	
Proyecto	Shelter Tipico de 7.0 x 5.0 m
No de Proyecto	N/A
Plano	DISTRIBUCION DE FIBER GUIDE Y SISTEMA DE TIERRA
Sito	Edificio NUEVO LEON
CLU	N/A
Dirección	Calle Nuevo León No.210,Condesa

REVISIONES	
FECHA	REALIZO
04/2002	MPena
Referencia	

	<b>TESIS PROFESIONAL</b>
	Usado y autorizado por el Comité de Examinación de Tesis Profesionales del Colegio de Ingenieros en México.



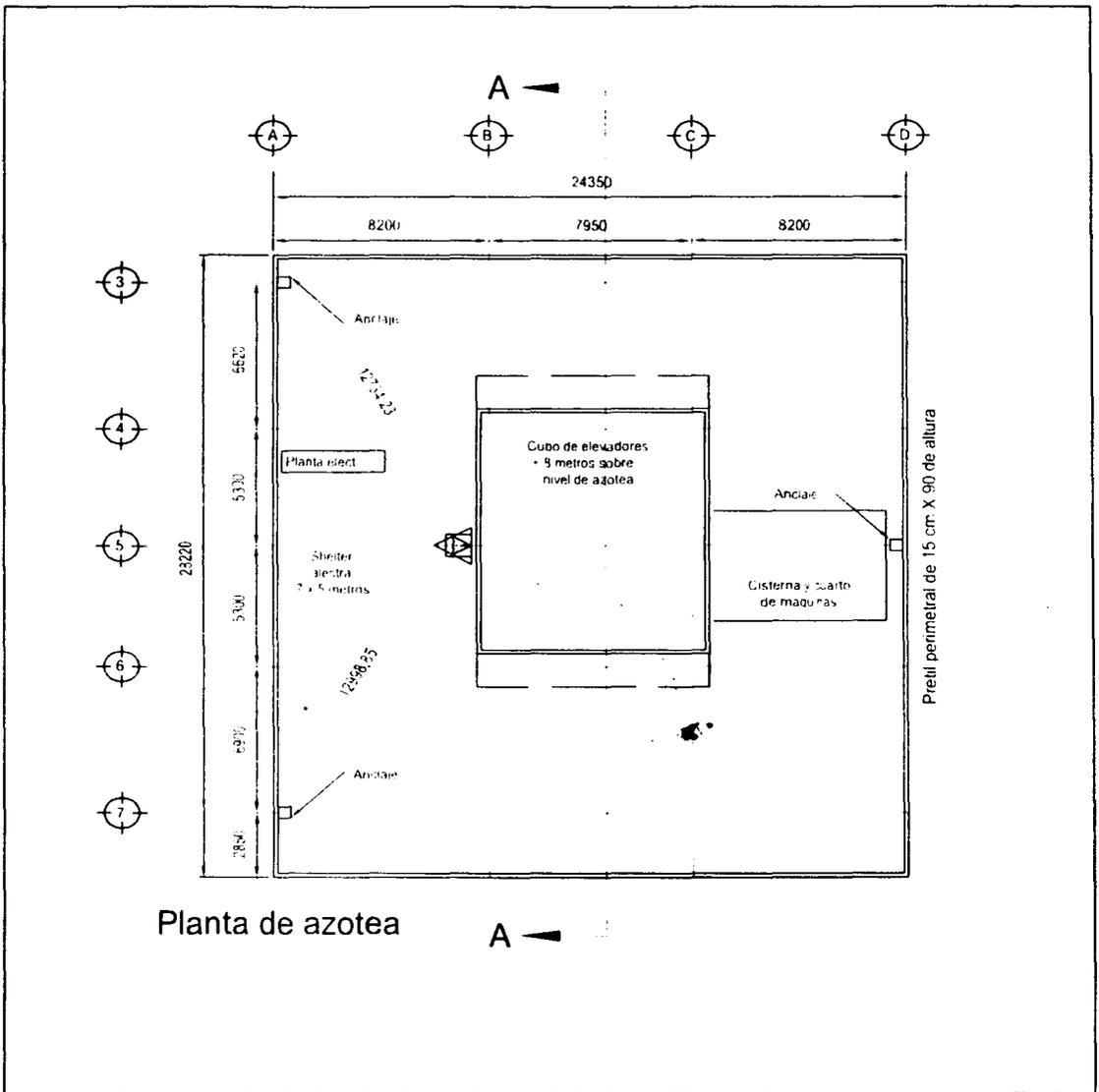
INSTALACION DE TRANSFER

INF TECNICA	
Contacto	Alestra SA de CV
Telefono	
Fecha	Abril de 2002
Acotacion	Metros
Escala	Sin
Archivo	tesislestruc-09
No Plano	30

INFORMACION DEL PROYECTO	
Proyecto	Shelter Tipico de 7.0 x 5.0 m
No de Proyecto	N/A
Plano	INSTALACION DE TRANSFER
Sito	Edificio NUEVO LEON
CLU	N/A
Direccion	Calle Nuevo León No 210. Condesa

REVISIONES	
FECHA	REALIZO
04.2002	MPeña
Referencia	

INGENIERIA		TESIS PROFESIONAL
		Diseño y Construcción del Sitio de Instalación de Alestra en el Sitio "Nuevo León" en la Ciudad de México



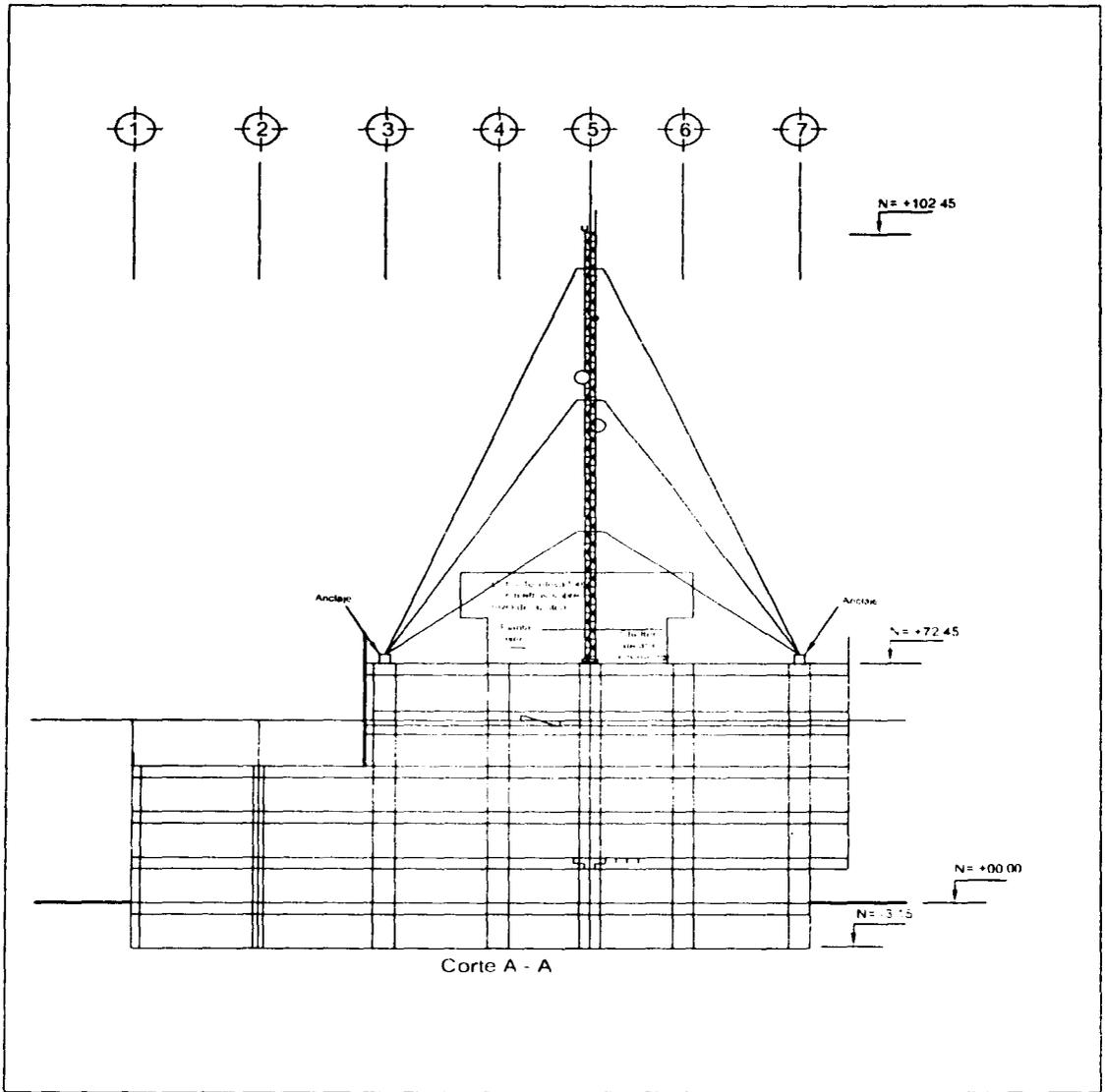
Planta de azotea

INF TECNICA	
Contacto:	Alestra SA de CV
Telefono:	
Fecha:	Abril de 2002
Acotación:	Metros
Escala:	Sin
Archivo:	ltstiscap5-07
No. Plano:	31

INFORMACION DEL PROYECTO	
Proyecto:	Shelter Tipico de 7.0 x 5.0 m
No de Proyecto:	N/A
Plano:	PLANTA DE AZOTEA CON DETALLE DE TORRE
Sito:	Edificio NUEVO LEON
CLU:	N/A
Direccion:	Calle Nuevo León No.210,Condesa

REVISIONES	
FECHA	REALIZO
04/2002	MPena
Referencia:	

	<b>TESIS PROFESIONAL</b>
	Diseñó y Construcción del Sitio de Emergencia Animales de Alestra Minicasa Nuevo León en la Ciudad de México



Corte A - A

INF TECNICA	
Contacto:	Alestra SA de CV
Teléfono:	
Fecha:	Abril de 2002
Acotación:	Metros
Escala:	Sin
Archivo:	tesis\cap5-07
No Plano:	32

INFORMACION DEL PROYECTO	
Proyecto:	Shelter Tipico de 7.0 x 5.0 m
No de Proyecto:	N/A
Plano:	CORTE LONGITUDINAL A-A ALZADO DE TORRE
Sito:	Edificio NUEVO LEON
CUU:	N/A
Dirección:	Calle Nuevo León No 210, Condesa

REVISIONES	
FECHA	REALIZO
04/2002	MPeña
Referencia	

	<b>TESIS PROFESIONAL</b>
	Dirección General de Profesiones Dependencia del Poder Judicial Federal México, D.F.

**NOTAS DE INSTALACION DE TORRE:**

1. COTAS EN MILIMETROS.
2. SE USARA ACERO ESTRUCTURAL ASTM-A36, CON ACABADO FINAL DE GALVANIZADO POR INMERSION EN CALIENTE.
3. NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA, LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO.
5. LA TORNILLERIA DEBERA SER DE ALTA RESISTENCIA ASTM-A394 TIPO "D" Y GALVANIZADA POR METODO ZINCADO MECANICO.
6. TUBO NOM-B-177 ASTMSS GRADO B.
7. EL TRAMO TIPO DE TORRE PUEDE SER DE 6.34 O 3.00 mts. DE ALTURA, ASI COMO EL TIPO DE CELOSIA.
8. LA ESCALERA AQUI INDICADA ES TIPO PARA TORRE ARRIOSTRADA Y TORRE AUTOSOPORTADA, Y DEBERA CUMPLIRSE CON UNA SEPARACION MINIMA DE 5 CM. ENTRE PARDOS INTERNOS DE ESCALERA Y CELOSIA DE ESTRUCTURA DE TORRE.
9. LA PLATAFORMA DE DESCANSO Y LA PLATAFORMA CELULAR DEBE SER LA MISMA PARA TORRES ARRIOSTRADAS Y AUTOSOPORTADAS, SOLO SE AJUSTARAN EN DIMENSIONES DE APOYO DE ACUERDO A LA ALTURA EN QUE SE INSTALE Y TIPO DE TORRE, ASI TAMBIEN SE DEBERA CUMPLIR LA CONDICIONANTE PARA EL TIPO DE METAL EN CASO DE SUSTITUIRLE ESTI DEBERA RESISTIR EL PESO DE UNA PERSONA SIN PANDEARSE Y/O DEFORMARSE.
10. LA TORRE MODELO 90, SE RECOMIENDA PARA ALTURAS HASTA 60 mts. MAYOR A ESTA DEBERA SER MODELO 120 O 150, SEGUN SEAN LAS NECESIDADES DE EQUIPAMIENTO Y LO ESPECIFIQUE EL ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA TORRE.
11. PARA DIAGRAMA DE INSTALACION Y CARACTERISTICAS DE RETENIDAS VER DETALLES DE INSTALACION PLANO 01 Y PLANO 02.
12. LAS PIERNAS DE LA TORRE DEBEN SER TUBOS O ANGILOS (SE REQUIERE FABRICACION ESPECIAL) DE ACUERDO AL PROVEEDOR DE LA MISMA.
13. LA UBICACION DE LA ESCALERA DE ANSENSO EN TORRE AUTOSOPORTADAS PODRA SER INSTALADA AL LADO IZQUIERDO DE LA CAMA GUIA DE ONDA, Y PARA LAS TORRES ARRIOSTRADAS LA ESCALERA SERA INSTALADA EN LA CARA DE TORRE A MANO IZQUIERDA, TOMANDO COMO REFERENCIA LA COLOCACION (VISTA DE FRENTE) LA CAMA DE GUIA DE ONDA.
14. ESTE PLANO ES TIPO, PARA LOS MODELOS T-120 Y T-150 EL PROVEEDOR DE LA MISMA SE AJUSTARA AL PRESENTE PLANO Y ESPECIFICACIONES.
15. TRABAJAR CONJUNTAMENTE ESTE PLANO CON LOS PLANOS TT200-E3, TT160-E3, DTP-ST1 Y NORMAS GERALES PARA IMPLANTACION DE TIERRAS (ANEXI).
16. CADA CABLE DE RETENIDA DEBERA SER SUJETADO MEDIANTE 3 NUDOS CROSBY EN SUS EXTREMOS.

**NOTAS DE INSTALACION ELECTRICA:**

- 1.- VER NORMAS Y ESPEC DE INSTALACIONES ELECTRICAS Y SISTEMA DE TIERRA PARA RADIOBASES.
- 2.- EL PARARRAYOS SERA TIPO EP-D PARRIS CON ACCESORIOS, INCLUYE CONECTOR PARA CABLE FORRADO No. 2/O THW A BARRA EP-D, ASI COMO AISLANTE DE NEOPRENO EN BARRA EP-D A MASTIL DURALUMINIO.
- 3.- TODA CONEXION EN CABLE DE ATERRIZAJE SERA POR MEDIO DE SOLDADURA (ADWELD), A EXCEPTO LA CONEXION ENTRE SOLERA Y SOLERA DE COBRE, RETENIDAS A CABLE DE ATERRIZAJE SERAN POR MEDIO DE CONECTOR A PRESION.
- 4.- EL PARARRAYOS EP-D SE SOPORTARA DEL MASTIL DURALUMINIO A TRAVES DE UN AISLANTE DE NEOPRENO INTRODUCIDO A PRESION ENTRE AMBOS Y EL MASTIL DURALUMINIO A SU VEZ SERA SOPORTADO POR MASTIL T-45 (VER PLANO DTA-E1, SOPORTE PARA PARARRAYOS T-45) MEDIANTE "U" ATORNILLABLES O ABRAZADERAS METALICAS DOBLES (VER DETALLES DE INSTALACION PLANO 03) A PARTIR DEL CONECTOR EP-C EL CABLE SE TENSARA Y SE BAJARA POR UNA PATA DEL MASTIL T-45 SUJETADA CON CINTURONES METALICOS INOXIDABLES A CADA 100 CMS. HASTA LA CUSPIDE DE LA TORRE, SIENDO A PARTIR DE ESTE PUNTO DONDE SE SUJETARA EL CABLE No. 2 O THW COMO SE INDICA EN EL DETALLE DE CINTURONES PARA TIERRA FISICA DEL PARARRAYOS (ABRAZADERA A CADA 100 CMS.)
- 5.- LOS FEEDERS SE ATERRIZARAN A TRAVES DE DOS HTF DE 2" DE ANCHO Y 3/8" DE ESPESOR CON UNA LONGITUD IGUAL AL ANCHO DE LA CAMA GUIA DE ONDA CON UNA SEPARACION ENTRE AMBAS SOLERAS DE 25 CMS. EN DICHAS SOLERAS SE CONECTARAN LOS NIT DE ATERRIZAJE QUE A SU VEZ SE UNIRAN AL FEEDER.
- 6.- ATERRIZAJE EN LA ENTRADA DE BOOT CON SOLERA DE COBRE DE 6" DE ANCHO Y 1/4" DE ESPESOR CON UNA LONGITUD IGUAL AL ANCHO DE LA CAMA GUIA DE ONDA.

INF TECNICA	
Contacto	Alesta SA de CV
Telefono	
Fecha	Abril de 2002
Acotacion	Metros
Escala	sin
Archivo	tesis/estruc-01
No Plano	33

INFORMACION DEL PROYECTO	
Proyecto	Torre Arriostrada de 30 m
No de Proyecto	N/A
Plano	NOTAS TECNICAS
Sitio	Edificio NUEVO LEON
CIU	N/A
Direccion	Calle Nuevo Leon No 210, Condesa

REVISIONES	
FECHA	REALIZO
04/2002	MS/pend
Referencia	

	<b>TESIS PROFESIONAL</b>
	Este es el resultado de la tesis profesional que se presentó para obtener el grado de Licenciado en Ingeniería en Mecánica, en el área de Estructuras, en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

092

# Anexo **B**

## Formatos de Trámites y Permisos



**Expedición de constancia de alineamiento y número oficial**

México D.F. a                      de                      de                      FOLIO      

*Bajo protesta de decir verdad, si los informes o declaraciones proporcionados por el particular resultan falsos, se aplicarán las sanciones administrativas correspondientes, sin perjuicio de las penas en que incurran aquellos que se conduzcan con falsedad de acuerdo con los ordenamientos legales aplicables. La actuación administrativa de la autoridad y la de los interesados se sujetará al principio de buena fe (Ley de Procedimiento Administrativo del Distrito Federal - Art. 32)*

**DATOS DEL INTERESADO**

Apellido paterno                      Apellido materno                      Nombre  
 Calle                      No.                      Colonia  
 Delegación                      C.P.                      Inscripción

**DATOS DEL REPRESENTANTE LEGAL (EN SU CASO)**

Apellido paterno                      Apellido materno                      Nombre  
 Calle                      No.                      Colonia  
 Delegación                      C.P.                      Inscripción  
 Documento con el que se acredita la personalidad:  
 Domicilio para oír y recibir notificaciones:  
 Persona autorizada para oír y recibir notificaciones:

**DATOS DEL PREDIO**

Calle                      No.                      Colonia  
 Delegación  
 Bolata predial (en su caso)  
 Se solicita constancia de                      Alineamiento                      Número oficial

Interesado    Firma	Representante legal (en su caso)    Firma	<div style="border: 1px dashed black; height: 150px; width: 100%;"></div> Sello de recepción
Recibió  Nombre  Cargo  Firma		

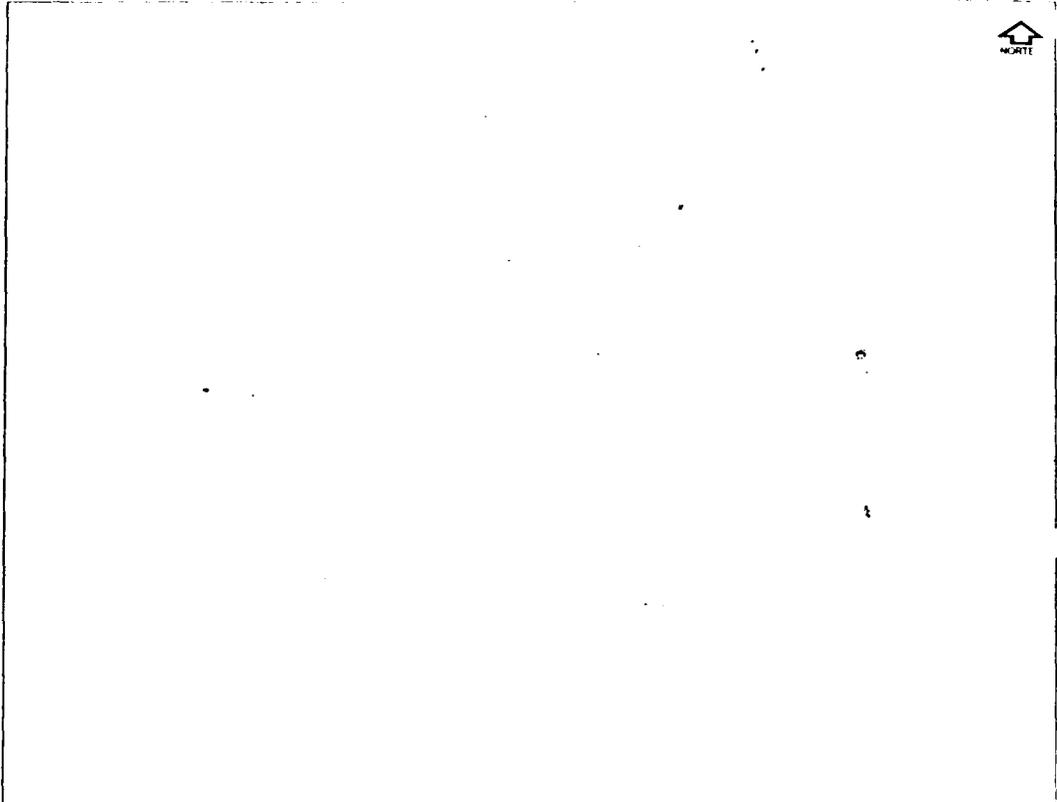
Presentar original y tres copias  
 Llenar a máquina o letra de molde, con tinta negra

**PARA USO OFICIAL**  
 Este formato es gratuito

**CROQUIS DE LOCALIZACIÓN**

Superficie del predio \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>

Indicar el nombre de las calles que limitan la manzana, distancia de las dos esquinas hasta los límites del predio, medietad del frente, medietad de los límites laterales y orientación (elaborar croquis con tinta negra y regla)



**REQUISITOS**

1. Documento con el que se acredite la personalidad del representante legal en su caso (copia simple y original o copia certificada para cofope)

**FUNDAMENTO JURÍDICO**

Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal - Artículo 14

**IMPROCEDENCIA DE EXPEDICIÓN DE LAS CONSTANCIAS DE ALINEAMIENTO Y NUMERO OFICIAL**

En predios con frente a la vía pública que se presuman como tales, de acuerdo con el Reglamento, Artículos 9 y 14 del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

En predios que no cumplan con la medietad del frente mínimo (5.00 m) regulado en la superficie mínima (50.00 m<sup>2</sup>) regulada para predios que estén sujetos a alineamiento oficial autorizada con medietad mínima a las distancias (Artículo 56 del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal).

En predios que queden afectados totalmente por algún proyecto de planificación (Artículo 9 del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal).



**CIUDAD DE MÉXICO**

**GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL**  
**Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda**  
**Dirección General de Desarrollo Urbano**  
**Dirección del Registro de los Planes y Programas**

**Solicitud de Certificado de Zonificación para Uso Específico.**

Fecha de Ingreso: \_\_\_\_\_ Folio No. \_\_\_\_\_

Esta solicitud se formula bajo protesta de decir verdad, por lo tanto, si los informes o declaraciones proporcionados por el particular resultan falsos, se aplicaran las sanciones administrativas correspondientes, sin perjuicio de las penas en que incurran aquellos que se conduzcan con falsedad de acuerdo con los ordenamientos legales aplicables. La actuación administrativa de la autoridad y la de los interesados se sujetaran al principio de buena fe (Ley de Procedimientos Administrativos del Distrito Federal, Art. 32).

**Ubicación del Predio o Inmueble** \_\_\_\_\_

Calle	No. of.	Manzana	Lote
Colonia	Poblado	Código Postal	
Delegación		Cuenta Predial	

**Uso(s) del Predio o Inmueble** \_\_\_\_\_

1. Uso(s) Actual (es) \_\_\_\_\_  
 Sup. Total del Predio \_\_\_\_\_ M<sup>2</sup> Sup. Total Construida \_\_\_\_\_ M<sup>2</sup>  
 2. Uso(s) Solicitado(s) \_\_\_\_\_ M<sup>2</sup>  
 Superficie ocupada por Uso \_\_\_\_\_

**Trámite que va a realizar** \_\_\_\_\_

Construcción  Regularización  Otro(s) \_\_\_\_\_  
 Apertura  Escrituración  \_\_\_\_\_

**Croquis de Localización**

NORTE

Indicar el nombre de las calles que limitan la manzana, medidas del frente y linderos del predio. (Elaborar el croquis a tinta y regla).

Zonificación: \_\_\_\_\_  
 Plano No. : \_\_\_\_\_  
 Zonificó: \_\_\_\_\_  
 Dictamen: \_\_\_\_\_  
**Programa Parcial de Desarrollo Urbano**  
 para la Delegación: \_\_\_\_\_  
 N. C. o R. \_\_\_\_\_  
 Densidad: \_\_\_\_\_ hab/ha  
 Lote Tipo: \_\_\_\_\_ M<sup>2</sup>  
 Intensidad de Uso: \_\_\_\_\_ V.A.T.  
 Dictaminó: \_\_\_\_\_

Formato 4 – Solicitud de Certificado de Zonificación para Uso Especifico



CIUDAD DE MEXICO

GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL  
Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda  
Registro de los Planes y Programas

2001

Certificado de Zonificación para Uso del Suelo Específico

CERTIFICADO DE ZONIFICACION PARA USO ESPECIFICO

FOLIO No.  
15978  
DEL 6

FECHA DE EMISION: 26 DE MARZO DEL 2001

OBJETIVO DEL PRECIO INMOBILIARIO: Datos proporcionados por el interesado en términos del artículo 12 de la Ley de Fomento Administrativo del Distrito Federal

AV. RAFAEL VOLETON

210

CD. GONZALEZ

7000

CD. CUAUHTEMOC

7000

Módulo

06100

Cuadrante

010 190-12-000-5

TIPO DE SUELO: LAZARILLO, CASAS DE UN PALCO y CASAS DE DOS PALCOS

Considero que de acuerdo al Programa Parcela de Desarrollo Urbano y Programa vigente para la zona de CUAUHTEMOC y ubicada en la Carretera Oficial del Distrito Federal el 26 de Septiembre del 2001, se otorga el uso del suelo para el cobramiento y cumplimiento por parte de particulares y autoridades públicas, en la zona que el interesado de referencia se localiza en Zonificación Especialmente, en donde el uso del suelo para el cobramiento a superficie máxima de 35 00 00 m<sup>2</sup> cuadrado como

CUAUHTEMOC  
SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA  
6 MAR 2001  
ENTREGADO

El otorgamiento de este tipo de suelo es **PROHIBIDO**

Este certificado otorga con fundamento en la disposición por los artículos 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000

Este documento no constituye un título de propiedad, sino únicamente un instrumento de registro que acredita el cumplimiento de los requisitos que establece el Programa de Desarrollo Urbano y Vivienda vigente para la zona de CUAUHTEMOC y ubicada en la Carretera Oficial del Distrito Federal el 26 de Septiembre del 2001, en donde el uso del suelo para el cobramiento a superficie máxima de 35 00 00 m<sup>2</sup> cuadrado como

El otorgamiento de este tipo de suelo es **PROHIBIDO**

DICTAMINO: MGR. R. B. ROSA

REGISTRO DE LOS PLANES Y PROGRAMAS  
C. MARTIN GABRIEL ROSA CHAVEZ  
CERTIFICADOR

SELLO  
SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA  
DISTRITO FEDERAL

NOTA: ESTE DOCUMENTO ÚNICAMENTE ES VÁLIDO EN ORIGINAL. EN SU CASO, CUALQUIER ALTERACIÓN A ESTE CERTIFICADO CONSTITUYE EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS PÚBLICOS, PENSADO PUNALIZADO EN EL ARTÍCULO 243 Y DE LOS RELATIVOS DEL CÓDIGO PENAL PARA EL DISTRITO FEDERAL.

13896



**GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL**  
 Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda  
 Delegación

**Solicitud de licencia de construcción**

México D.F. a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

FOLIO \_\_\_\_\_

**Bajo protesta de decir verdad, si los informes o declaraciones proporcionados por el particular resultan falsos, se aplicaran las sanciones administrativas correspondientes, sin perjuicio de las penas en que incurran aquellos que se conduzcan con falsedad de acuerdo con los ordenamientos legales aplicables. La actuación administrativa de la autoridad y la de los interesados se sujetara al principio de buena fe (Ley de Procedimiento Administrativo del Distrito Federal - Art. 32)**

**DATOS DEL PROPIETARIO O POSEEDOR**

Apellido paterno: \_\_\_\_\_ Apellido materno: \_\_\_\_\_ Nombres (S): \_\_\_\_\_  
 Calle: \_\_\_\_\_ No. \_\_\_\_\_ Colonia: \_\_\_\_\_  
 Delegación: \_\_\_\_\_ C.P. \_\_\_\_\_ Boleta predial (en su caso): \_\_\_\_\_  
 Domicilio para enviar notificaciones: \_\_\_\_\_  
 Persona autorizada para otorgar y recibir notificaciones: \_\_\_\_\_

**DATOS DEL REPRESENTANTE LEGAL (EN SU CASO)**

Apellido paterno: \_\_\_\_\_ Apellido materno: \_\_\_\_\_ Nombres (S): \_\_\_\_\_  
 Calle: \_\_\_\_\_ No. \_\_\_\_\_ Colonia: \_\_\_\_\_  
 Delegación: \_\_\_\_\_ C.P. \_\_\_\_\_ Boleta predial (en su caso): \_\_\_\_\_  
 Domicilio para acreditar la personalidad jurídica y para enviar notificaciones: \_\_\_\_\_

**DATOS DEL DIRECTOR RESPONSABLE DE OBRA**

Apellido paterno: \_\_\_\_\_ Apellido materno: \_\_\_\_\_ Nombres (S): \_\_\_\_\_  
 Calle: \_\_\_\_\_ No. \_\_\_\_\_ Colonia: \_\_\_\_\_  
 Delegación: \_\_\_\_\_ C.P. \_\_\_\_\_ Boleta predial (en su caso): \_\_\_\_\_

**DATOS DE LOS CORRESPONSABLES (EN SU CASO)**

Nombre	Apellido	Telefono
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

**DATOS DEL PREDIO**

Calle: \_\_\_\_\_ No. \_\_\_\_\_ Colonia: \_\_\_\_\_  
 Delegación: \_\_\_\_\_ C.P. \_\_\_\_\_ Boleta predial (en su caso): \_\_\_\_\_

Usar la máquina o software de modo con tinta negra

PARA USAR TINTA  
 Este formato es gratuito

**CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Niveles permitidos: Vivienda unifamiliar (M)  Área libre permitida: %

Con Régimen de Propiedad en Condominio: Si  No

Uso del suelo solicitado:

Esta solicitud requiere de licencia de uso del suelo: No  Sí

Solicitud para:

Obra nueva     Ampliación     Modificación     Demolición     Registro

Reparación     Instalaciones Subterráneas     Otros

Otros (Especifique):

**CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS**

Superficie del terreno: m<sup>2</sup>    Superficie cubierta en planta baja: m<sup>2</sup>

Superficie total construida: m<sup>2</sup>    Número de viviendas (en su caso):

Área libre: m<sup>2</sup>    Altura máxima de la construcción (sin incluir en su altura): m

Número de niveles:    Número de elevadores:

Superficie de estacionamiento:    Número de estacionamientos:   

En caso de demolición indicar los metros cuadrados:

**DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**  
(Superficies, usos y número de niveles)

Nivel	Superficie de construcción	Uso específico (descripción)	Nivel	Superficie de construcción	Uso específico (descripción)
4			11		
3			12		
2			13		
1			14		
PB			15		
1			16		
2			17		
3			18		
4			19		
5			20		
6			21		
7			22		
8			23		
9			24		
10			25		

\*Para el uso de más de un nivel admisión



**INSTALACIONES SUBTERRÁNEAS**

Tipo de solicitud

Construcción	Reparación	Mantenimiento
--------------	------------	---------------

Especificar (en su caso)

---

2 Características específicas

Excavaciones	M	Profundidad	M	Diametros	M
		Propiedades	M		

**VIGENCIA DEL TRÁMITE**

En los casos de obra nueva, ampliación y/o modificación de obra ya existente en instalaciones subterráneas la vigencia es variable de acuerdo a la naturaleza e importancia de la obra a ejecutar:

Superficie	Vigencia máxima
Hasta 100 m <sup>2</sup>	12 Meses
Hasta 200 m <sup>2</sup>	24 Meses
Más de 200 m <sup>2</sup>	36 Meses

En el caso de registro de obra ejecutada: Permanente

Firma del propietario y/o apoderado	Firma del representante legal de la obra
Firma del responsable en seguridad estructural	Firma del responsable en seguridad ambiental
Firma del responsable en seguridad eléctrica	Firma del representante legal de la obra

**ACUSE DE RECIBO DE LA SOLICITUD**

FOLIO       

Propietario, poseedor o representante legal

\_\_\_\_\_

Firma

Recibió

Nombre \_\_\_\_\_

Cargo \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

Sello de recepción

**AUTORIZACIÓN DE LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN**

Esta licencia de construcción se otorga en virtud de haber cubierto el orden de las demás formalidades pertinentes y de cumplir con las condiciones generales de la obra y las particulares específicas de la obra solicitadas, así como a la disposición del proyecto de obra y el proyecto de presupuesto de la obra que no llevar a cabo la construcción en el plazo concedido para la misma, podrá ser objeto de suspensión.

Licencia No: \_\_\_\_\_  
 Fecha de expedición: \_\_\_\_\_ Fecha de vencimiento: \_\_\_\_\_  
 Importe del pago por contribución de mejoras previsto en el Código Financiero del Distrito Federal recibo No: \_\_\_\_\_ \$ \_\_\_\_\_  
 Importe de los derechos por concepto de licencia de construcción en base al Código Financiero del Distrito Federal, recibo No: \_\_\_\_\_ \$ \_\_\_\_\_  
 Otra: \_\_\_\_\_ \$ \_\_\_\_\_  
 Importe total: \_\_\_\_\_ \$ \_\_\_\_\_

En caso de licencia de construcción bajo el régimen de propiedad en condominio, y de conformidad con los Artículos 3 y 4 fracción VIII de la Ley sobre el Régimen de Propiedad en Condominio de Inmuebles para el Distrito Federal, y artículo 54 del Reglamento de la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, el monto de la fianza se fija en la cantidad de

\$ \_\_\_\_\_

Sufrejo Efectivo No Reeleccion

Nombre: _____	Nombre: _____	Nombre: _____
Cargo: _____	Cargo: _____	Cargo: _____
Firma: _____	Firma: _____	Firma: _____

Entregó

Nombre: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

FIRMA



Señor Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica



*Prórroga de Licencia única de construcción*

Se otorga \_\_\_\_\_ prórroga No. \_\_\_\_\_ de licencia de construcción antes referida con una vigencia de \_\_\_\_\_ días, contados a partir del día \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ y venciendo el día \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ con un monto total de derechos a pagar \$ \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ ) según recibo No. \_\_\_\_\_ de fecha \_\_\_\_\_ 199 \_\_\_\_\_ y de acuerdo con las características de la obra y con el uso del suelo solicitado

Sufragio Efectivo. No Reelección

Nombre \_\_\_\_\_ Cargo \_\_\_\_\_ Firma \_\_\_\_\_

*Prórroga de Licencia única de construcción*

Se otorga \_\_\_\_\_ prórroga No. \_\_\_\_\_ de licencia de construcción antes referida con una vigencia de \_\_\_\_\_ días, contados a partir del día \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ y venciendo el día \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ con un monto total de derechos a pagar \$ \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ ) según recibo No. \_\_\_\_\_ de fecha \_\_\_\_\_ 199 \_\_\_\_\_ y de acuerdo con las características de la obra y con el uso del suelo solicitado

Sufragio Efectivo. No Reelección

Nombre \_\_\_\_\_ Cargo \_\_\_\_\_ Firma \_\_\_\_\_

FOLIO \_\_\_\_\_

Propietario, poseedor o representante legal

\_\_\_\_\_

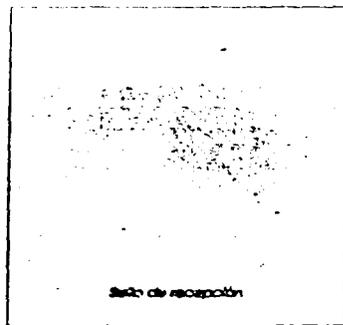
Firma

Recibió

Nombre \_\_\_\_\_

Cargo \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_





**AUTORIZACIÓN DE OCUPACIÓN DE OBRA**

**FUNDAMENTO JURÍDICO**

1. Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

**REQUISITOS**

1. Acuse de recibo de la manifestación de intención de iniciar la obra, expedido por el responsable en su planta o en la obra, en el que se acredite el cumplimiento de los requisitos establecidos en el presente Reglamento.

2. Nota

Una vez se dispusiere de la información necesaria para la verificación de los requisitos establecidos en el presente Reglamento, el responsable de la obra deberá presentar el presente documento con el que se autoriza la ocupación de la obra.

**VIGENCIA**

Indefinida

Autenticación de recepción de:

Con fecha \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_ se dio cuenta a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Construcción de la obra de \_\_\_\_\_ expedida el \_\_\_\_\_ en virtud de haberse verificado el cumplimiento del proyecto, aprobado en la licencia con base en la manifestación \_\_\_\_\_

fehaciente del director responsable de obra y de sus correspondientes (s) en su caso de haber cumplido estrictamente con las disposiciones relativas establecidas en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y demás ordenamientos legales vigentes aplicables en la materia.

Sufragio efectivo. No reelección:

Nombre \_\_\_\_\_

Cargo \_\_\_\_\_ Firma \_\_\_\_\_

Propietario, promotor o constructor de la obra _____ Firma		<b>FOLIO</b> _____
Recibió Nombre _____ Cargo _____ Firma _____		Sitio de recepción

Formato 13 – Autorización de Ocupación de Obra (Página 10)



**LUZ Y FUERZA DEL CENTRO**  
 SOCIEDAD DE SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
 BAJO EL RÉGIMEN DE APORTACIONES

SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
 SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y GAS  
 SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y GAS Y TELEFÓNICA

POR MEDIO DE LA FUENTE COMERCIAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y GAS DE ECONOMÍA PARA EL CONSUMIDOR  
 SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y GAS DE ECONOMÍA PARA EL CONSUMIDOR  
 SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y GAS DE ECONOMÍA PARA EL CONSUMIDOR

**DATOS DEL SOLICITANTE**

NOMBRE DEL CLIENTE: **ALESTRA S. DE R.L. DE C.V.**  
 DIRECCIÓN: **AV. BUENO LEON No 210** COLONIA **Hipodromy Condesa**  
 ENTRE CALLES: **AV. LUIS GALLOS No. AV. QUINTANA ROO** MUNICIPIO **CUAUHTEMOC** C.P.  
 ESTADO: **MEXICO D.F.** REFERENCIAS COMPLEMENTARIAS PARA LA  
 IDENTIFICACIÓN: **OFICINAS ANTERIORMENTE DE LA S.A.C.A.R**  
 DOMICILIO: **AV. BUENO LEON No 175** COL **Cuauhtemoc**  
 TELÉFONO: **018 305 6100** \* **018 305 62 87**

**CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO SOLICITADO**

TIPO DE SERVICIO:  RESIDENCIAL  COMERCIAL  INDUSTRIAL  PÚBLICO  REMEDIACIÓN  TERRESTRE  PARQUE INDUSTRIAL

ALTERNANCIAS:  ALTERNANCIAS COMERCIALES  ENTRADA COMERCIAL  TRAFICO TRAFICO  TRAFICO TRAFICO  TRAFICO TRAFICO  TRAFICO TRAFICO

CONEXIÓN:  CONEXIÓN COMERCIAL  CONEXIÓN INDUSTRIAL  CONEXIÓN PÚBLICA  CONEXIÓN TERRESTRE  CONEXIÓN SUBTERRANEA

**DATOS DE CARGA Y DEMANDA DEL SERVICIO**

CARGA CONTRACTADA: **18** kW DEMANDA SOLICITADA: **17** kW  
 CARGA CONTRACTADA: **18** kW DEMANDA SOLICITADA: **17** kW  
 CARGA CONTRACTADA: **18** kW DEMANDA SOLICITADA: **17** kW

**DATOS ADICIONALES PARA SERVICIOS EN MEDIA Y ALTA TENSION**

CATEGORÍA:  SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y GAS EN MEDIA TENSION  SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y GAS EN ALTA TENSION  
 TIPO DE SERVICIO:  SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y GAS EN MEDIA TENSION  SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y GAS EN ALTA TENSION  
 TIPO DE SERVICIO:  SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y GAS EN MEDIA TENSION  SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y GAS EN ALTA TENSION

**MODIFICACION DE INSTALACIONES**

INSTALACION DE NUEVA LINEA DE TRANSMISIÓN  
 SUBSTITUCIÓN DE LINEA DE TRANSMISIÓN  
 SUBSTITUCIÓN DE SUBESTACIÓN DEL SUMINISTRADOR  
 OTRO

DECLARO BASTARME PARA VERIFICAR QUE LOS DATOS ANTERIORES SON CORRECTOS.  
 EN CASO DE PERSONA MORAL  
 FIRMA DEL SOLICITANTE: \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_ TEL: \_\_\_\_\_  
 EN SU CASO, PERSONA DESIGNADA PARA REALIZAR LOS TRÁMITES:  
 NOMBRE: **Martin Miguel p-**

IMPORTANTE: FAVOR DE LEER LOS REQUISITOS Y ELIMINAR LOS DATOS INÚTILES AL REVERSO



# Anexo **C**

Números

Generadores



## NÚMEROS GENERADORES

La determinación de los conceptos y las cantidades de obra se muestran a continuación:

### 1 – Elaboración del Proyecto Ejecutivo.

1 Estudio

### 2 – Trabajos preliminares.

#### 2.1 – Permisos y Licencia de Construcción

1 Permiso

#### 2.2 – Contrato de Luz y Fuerza.

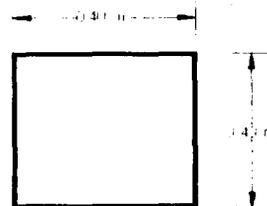
1 Contrato

2.3 - Demolicion de losa de concreto armado de 20 cm de espesor para anclaje de dados. 4 dados en cimentación del shelter y 4 dados para desplantar torre.

$$(0.4 \times 0.4 \times 0.2) 4 = 0.128 \text{ m}^3$$

$$(0.6 \times 0.6 \times 0.2) 4 = 0.288 \text{ m}^3$$

$$\text{Total } 0.128 + 0.288 = 0.416 \text{ m}^3$$



#### 2.4 - Trazo y nivelación de dados.

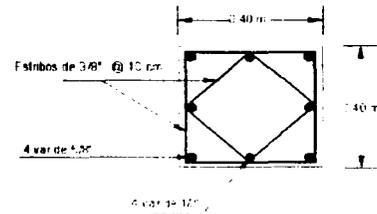
$$8.0 \times 11.0 = 88.00 \text{ m}^2$$

Área de trazo y nivelación 88 m<sup>2</sup>

### 3 – Estructura de concreto

3.1 - Suministro, habilitado y armado de acero de refuerzo para  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  para dados

$$66.0 + 56.0 + 35.0 = 157.0 \text{ kg}$$

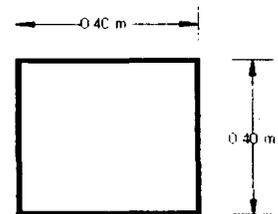


3.2 - Suministro, habilitado y cimbrado de 4 dados en cimentación de shelter y 4 dados mas para desplantar torre. Todos con 0.60 m de altura.

$$(0.4 \times 0.6 \times 4) 4 = 3.84 \text{ m}^3 \text{ para cimentación del shelter}$$

$$(0.4 \times 0.6 \times 4) 4 = 3.84 \text{ m}^3 \text{ para cimentación de torre}$$

$$\text{Total } 3.84 + 3.84 = 7.68 \text{ m}^3$$

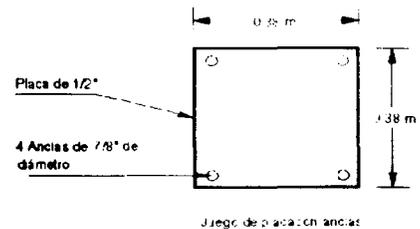


3.3 - Suministro y elaboración de concreto  $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$  para dados.

$$(0.4 \times 0.4 \times 0.6) 8 = 0.768 \text{ m}^3$$

3.4 - Suministro, habilitado y colocación de anclas y placas para apoyo de estructura del shelter y desplante de torre.

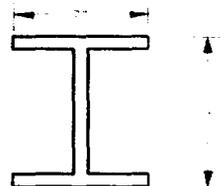
$$8 \text{ juegos}$$



#### 4 – Estructura de acero

4.1 - Suministro, habilitado, armado y montaje de estructura IPR de 16" x 7" de 74.1 kg/m para shelter y planta eléctrica.

$6224 + 219 + 679 + 360 = 7482 \text{ kg}$



4.1 A - Suministro, habilitado, armado y montaje de estructura para pasillo de mantenimiento de planta eléctrica.

1450 kg

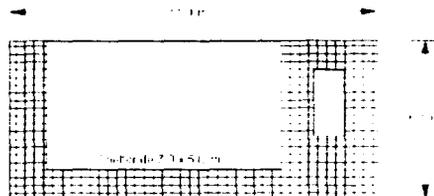
4.2 - Suministro, habilitado y colocación de piso a base de rejilla Irving

Área total =  $11.0 \times 6.1 = 67.10 \text{ m}^2$

Área del shelter =  $35.0 \text{ m}^2$

Área de base de planta eléctrica =  $3.0 \text{ m}^2$

Área de rejilla irving =  $36.0 \text{ m}^2$

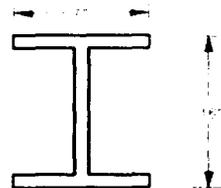


4.2 A - Suministro, habilitado y colocación de piso a base de rejilla Irving, para pasillo de mantenimiento

Área de rejilla irving =  $1.5 \times 6.0 = 9.0 \text{ m}^2$

4.3 - Suministro y aplicación de primer y pintura a estructura

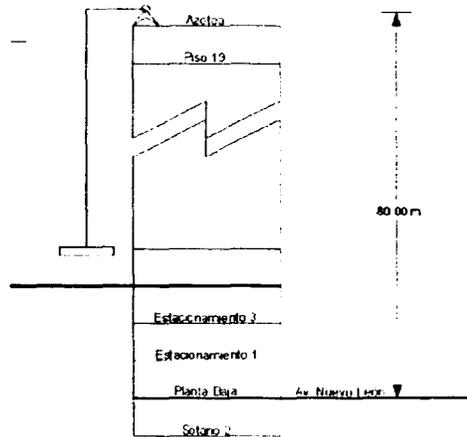
8532 kg



4.3 A - Suministro y aplicación de primer y pintura a estructura de antena

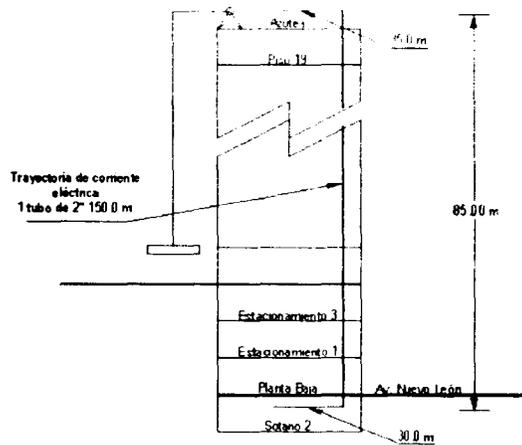
1675 kg

**5 - Maniobras y elevación de material y equipo a una altura de 70 m, de forma manual, con polipastos y malacate**

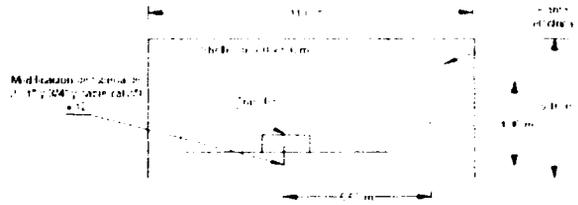


**6 – Instalaciones eléctricas**

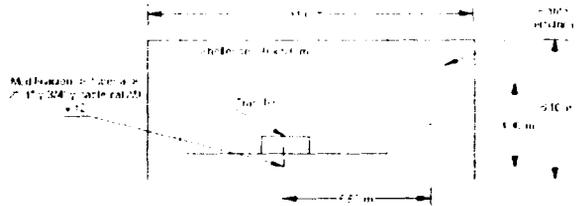
6.1 - Suministro y colocación de tubería de 2" conduit galvanizada pared gruesa, con caja de registro a cada 15 m y 820 m de cable 2/0 . color negro TN para alimentación de AC. interruptor de cuchillas de 30 x 100 amperes y sistema de fijación de unicanal en dos camas, según plano para Corriente Eléctrica



6.1 A - Modificación de tubería de 2", 1" y 3/4" y colocación de cable calibre 2/0 y calibre 12, del Shelter a planta de emergencia



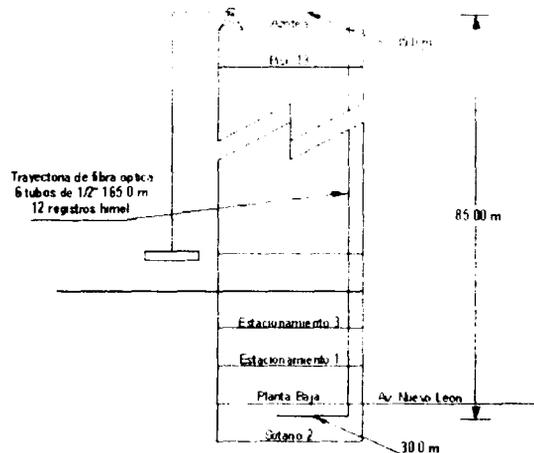
6.2 - Instalaciones de transfer automático, planta de emergencia, contacto de precalentador y control de planta eléctrica.



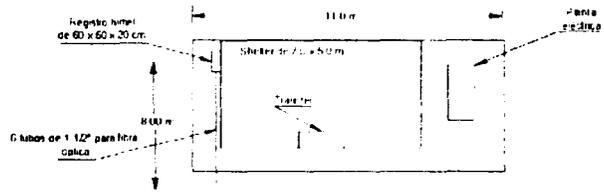
6.2 A - Suministro de 200 litros de diesel para planta de emergencia

## 7 – Instalación de fibra óptica

7.1 - Suministro y colocación de tubería de 1 1/4" conduit galvanizada pared gruesa, con registro himel a cada 15 m y sistema de fijación de unicanal en dos camas, según plano de instalación de fibra óptica

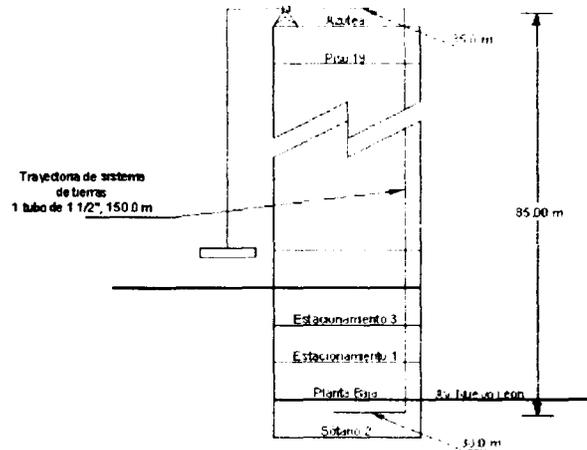


7.1 A - Modificación de tubería de 1 1/2" y colocación de registro himel al pasamuro de fibra óptica

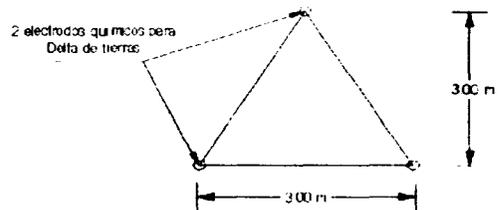


8- Sistema de tierras

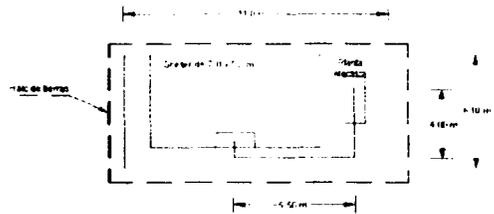
8.1 - Suministro y colocación de tubería de 1 1/4" conduit PVC pesado, con caja de registro a cada 15 m, 200 m de cable 2/0 THW color negro, tres varillas Cadwell de 5/8" x 3.0 m, 12 m de cable 2/0 desnudo, 3 cargas de soldadura Cadwell 150. según plano Sistema de Tierras



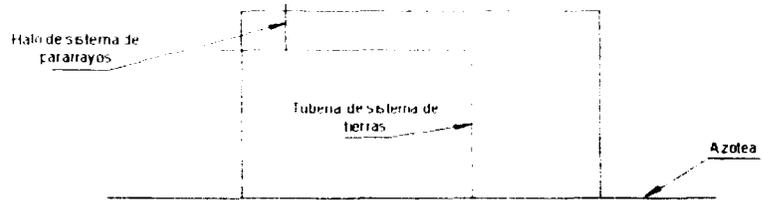
8.1 A - Suministro y colocación de dos electrodos químicos para delta de tierras



8.2 - Suministro y colocación de sistema de tierras externo, con unión a la delta, con 40 m de cable 2/0 forrado y conector mecánico de compresión.

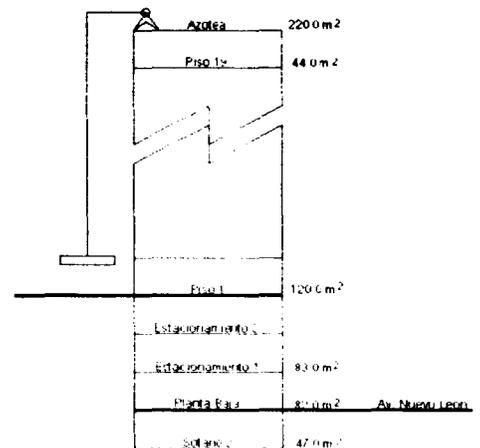


8.2 A - Cerrar el halo del sistema de pararrayos, suministro y colocación de soldadura cadwell T, molde y cable 2/0

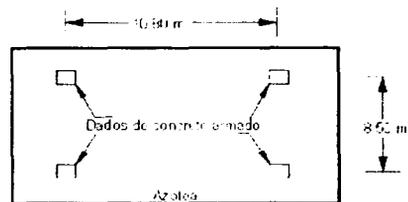


9 – Limpieza general de la obra.

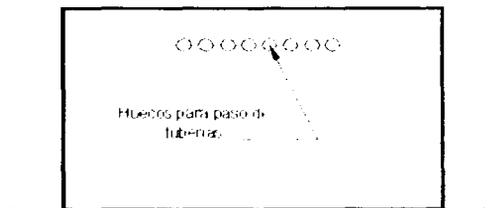
$$220.0 + 44.0 + 120.0 + 83.0 + 47.0 + 82.0 = 596.0 \text{ m}^2$$



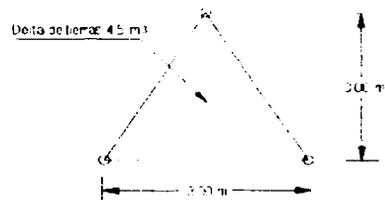
10 - Suministro y aplicación de impermeabilizante prefabricado de asfalto modificado y sellador hidroprimer para dados y losa de azotea



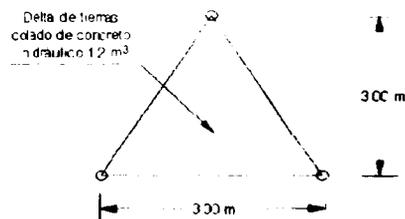
10.1 A - Resane de huecos en muros para paso de tuberías: de fibra óptica, de sistema de tierras y corriente eléctrica



10.2 A - Demolición de piso de concreto armado de 1.0 m de espesor para delta de tierras



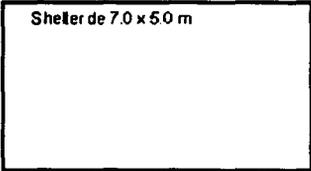
10.3 A - Fabricación y colado de concreto hidráulico para delta de tierras, incluye registro con tapa, bombeo de agua del nivel freático y aditivo obturador de fugas de agua



10.4 A - Lavado, pulido y encerado de loseta vinílica de Shelter

35.0 m<sup>2</sup>

Shelter de 7.0 x 5.0 m



11 - Suministro e instalación de Shelter de 5.0 x 7.0 x 3.0 m

1 Pieza

12 - Suministro e instalación de torre arriostrada, de 30 m de altura

1 Pieza