

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES ARAGÓN**

**INSTALACIÓN DE RADIOFRECUENCIA
EN EL CERRO LA CRUZ EN DELICIAS, CHIHUAHUA**

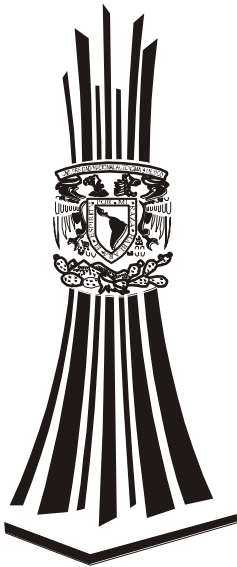
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A:

ALONSO VIDAL OLVERA



DIRECTOR: M. EN I. PATROCINIO ARROYO HERNÁNDEZ

San Juan de Aragón, Edo. de México Octubre del 2009.



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

DEDICATORIAS

A mi Mamá:

Quién gracias a su nobleza, cuidado y amor logró que mi vida tenga una claridad para seguir triunfando. La persona que hasta hoy no deja de preocuparse por mí y a la que nunca le dejaré de agradecer el darme la oportunidad de vivir.

A mi Papá:

Que gracias a su inquietud y ganas de aprender cosas nuevas, creó en mí la decisión de tomar un camino con decisión y entrega. Gracias a sus sabios consejos he caminado por los senderos de la vida sin temor a ella.

A mis Hermanos:

Eva, Leti y Cesar. A ellos que durante mi vida han estado siempre a mi lado sin pedir nada a cambio. Quienes han sido un ejemplo de dedicación y responsabilidad.

A mi Asesor de Tesis:

Por su amistad, apoyo y enorme paciencia para ayudarme a cerrar el círculo iniciado desde mi niñez.

A mis Síodos:

Los cuales sin su ayuda no hubiera sido posible cumplir este objetivo.

A mis amigos:

Quienes me apoyaron siempre y me daban ánimo de seguir adelante dentro y fuera de las aulas.

Muchas Gracias.

I N D I C E

Introducción

Objetivo

Alcances

I. CONSIDERACIONES GENERALES

- 1.1 Panorama actual.
- 1.2 Plan de Desarrollo.
- 1.3 Componentes básicos del sistema.
- 1.4 Diagrama de Flujo.
- 1.5 Reglamentación.

II. ETAPAS DE DESARROLLO

- 2.1 Validación.
- 2.2 Proyecto.
- 2.3 Construcción.
- 2.4 Costos.

III. CASO DE ESTUDIO: CERRO DE LA CRUZ

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

I N T R O D U C C I O N

Técnicamente hablando, la comunicación a través de la telefonía celular ha tenido un desarrollo interesante en el País, pero sin duda alguna, dentro de los principales factores para este desarrollo se encuentra la implementación de la infraestructura con la ayuda de la ingeniería civil.

Esta interacción entre las diversas áreas como lo son la radiofrecuencia, la adquisición de un inmueble, la gestión para obtener los requisitos legales, la transmisión de datos a través de la microonda, el proveer la energía eléctrica para el funcionamiento de los equipos y en su caso específico la construcción de los elementos que necesita el proceso de la telecomunicación son indispensables para el nacimiento de un proyecto encausado para un fin que es dar un servicio de mejor calidad y un mejor precio por este.

El proyecto de una instalación de radio base se logra a través de una validación de los elementos que lo integran, en esta validación se registran los requisitos de la gente de radiofrecuencia, transmisión, adquisiciones, fuerza (energía eléctrica) y principalmente de construcción, ya que su visión en cuanto al costo y tiempo de la construcción de la infraestructura es fundamental en el funcionamiento de una empresa de telecomunicaciones.

La construcción de un proyecto de varias radio bases en mercados comerciales nuevos en la república Mexicana son esenciales para el crecimiento de las empresas dedicadas a este género. El cuidado en la elección del mejor proyecto, el menor tiempo y costo son responsabilidad de las áreas encargadas para generar la mejor calidad existente en un mercado cada día más desarrollado.

Dicho lo anterior el **Objetivo** de este trabajo es identificar y desarrollar las etapas de implementación necesarias en la infraestructura de radiofrecuencia respecto de la ingeniería civil.

Por lo que en el desarrollo de este trabajo se hablarán de las diferentes etapas para el desarrollo de este proyecto y trataré los temas que a continuación se mencionan.

I.- Consideraciones generales, dentro del cual se hará una breve reseña de la situación actual del país en el crecimiento de las diferentes empresas de telefonía celular con radio, así como de su futuro para colocar la mejor tecnología en manos de sus clientes y ganar mas usuarios, describiremos los elementos que conforman una radio base y mencionaremos la reglamentación de la cual están sujetas las empresas para la ampliación de su red.

II. – En el Capítulo II hablaremos de las Etapas de Desarrollo que comprenden la validación en campo del inmueble donde se construirá la radio base, los tiempos para el proceso del levantamiento topográfico, así como de la ejecución del proyecto visto desde la supervisión y los costos que corresponden a un Sitio (radio base).

Para el Capítulo III en el Caso de Estudio abordaremos un tema práctico donde se conjugan los elementos mencionados en el Capítulo II, para este ejemplo tomaremos un Sitio denominado Cerro La Cruz, localizado en el municipio de Delicias del estado de Chihuahua desde el proceso de validación hasta la entrega de obra.

Por último trataremos las conclusiones y recomendaciones las cuales serán dadas desde un punto de vista de la supervisión y ejecución en campo, tratando de apoyar algunos casos prácticos que durante la ejecución de otro sitio vuelva a presentarse; así como anexos y bibliografía.

Los alcances de este trabajo son exclusivamente desde el punto de vista constructivo, ya que los elementos a desarrollar son dentro del área de la Ingeniería Civil siendo éste su propósito, cabe aclarar que no se desarrollarán temas de transmisión, radiofrecuencia, fuerza o adquisición.

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES

1.1 Panorama Actual.

La evolución de la telefonía se puede visualizar más fácilmente por etapas. Estas etapas se conocen comúnmente por generaciones. Hasta la fecha han existido tres generaciones: primera generación (1 G), segunda generación (2 G) y tercera generación (3 G).

La primer generación (1G), la cual empezó a principios de los 80s, se caracterizó por ser analógica, el método de acceso al medio que empleaba era muy rudimentario e ineficiente, debido a que a cada usuario se le asignaba una frecuencia única y esto ocasionaba que las llamadas se bloquearan muy fácilmente, aunado con el hecho que la telefonía celular comenzó a operar en la banda de 800-900 MHz, con un ancho de banda limitado de 20 MHz. Al ser analógica los teléfonos eran muy grandes, del tamaño de un ladrillo. La batería no era muy eficiente en el almacenamiento de la carga, además de ser enorme. La 1G sólo permitía la transmisión de voz a muy baja velocidad (2.4 Kbps). La tecnología más predominante en Latinoamérica fue AMPS (American Mobile Phone System).

La segunda generación (2G), que comenzó a operar a principios de los 90s, se caracterizó por ser digital. Los teléfonos disminuyeron su tamaño y las baterías eran cada vez más eficientes. Las velocidades ofrecidas por la 2G varían entre 9.6 y 14.4 Kbps.

Posteriormente aparece una tecnología europea conocida como GSM, la cual es adoptada por compañías que ofrecen sus servicios en México.

La 2G supera muchos de los inconvenientes de ancho de banda de la 1G, al abrirse un nuevo radio espectro de frecuencias en las bandas de 1850-1970 MHz, conocida por sus siglas PCS (Personal Communications Services). Esto permitió una nueva gama de nuevos servicios digitales enfocados a voz y datos.

La tercer generación (3G) se caracteriza por el envío de varios tipos de información voz, datos, video, multimedia a más altas velocidades que van desde los 144 Kbps hasta los 2 Mbps. Esto permite servicios que requieren más ancho de banda como el acceso a Internet, correo electrónico, transferencia de archivos, videos e imágenes. En el caso de México, Iusacell y Telcel son los únicos operadores que ofrecen servicios de esta generación.

Hay que resaltar que existen generaciones intermedias entre la 2G y 3G, que son conocidas comúnmente como 2.5G.

La COFETEL (Comisión Federal de Telecomunicaciones) en 1997 lanza una convocatoria para licitar en México una nueva banda de frecuencias (1850-1970 MHz). Posterior a esta licitación aparecen nuevos operadores en estas bandas como.

Concesionarios por Región	
Región	Compañía Celular
1	Baja Celular Mexicana (Bajacel)*
2	Movitel del Noroeste (Movitel)*
3	Telefonía Celular del Norte (Norcel)*
4	Celular de Telefonía (Cedotel)*
5	Comunicaciones Celulares de Occidente (Comcel)**
6	Sistemas Telefónicos Portátiles Celulares**
7	Telecomunicaciones del Golfo (Telcom)**
8	Portatel del Sureste (Portatel)**
9	SOS Telecomunicaciones (SOS)**
*Empresas adquiridas por Telefónica Movistar	
**Empresas del Grupo Iusacell	

Tabla 1. Concesionarios por región en la República Mexicana.

En agosto de 1998 empieza operar en nuestro país Nextel Internacional (Nextel), quien se alió con Motorola para establecer una red de radio digital (trunking) con la tecnología conocida como iDEN (integrated Digital Enhanced Network).

En 2001 la empresa española Telefónica Movistar, adquiere los 4 operadores del Norte del país (Cedotel, BajaCel, Norcel y Movitel). Posteriormente en Mayo de 2002, Telefónica Movistar adquiere gran parte de las acciones de la compañía Pegaso PCS.

A este paso, el sector de la telefonía celular en México se compone únicamente de 4 compañías: Telcel, Iusacell, Telefónica Movistar, y Nextel. Telcel es el operador más importante en número de usuarios, con casi con el 56% del mercado nacional. Le sigue Movistar con 22%, Iusacel con 9% y Nextel con 13%.

Según la Comisión Federal de Telecomunicaciones (COFETEL, ww.cft.gob.mx), los usuarios de telefonía celular en México superan los 35 millones, mientras que la telefonía fija apenas supera los 18 millones de líneas. Los 35 millones de usuarios, significa que uno de cada 3 mexicanos tiene un teléfono celular en las manos. La modalidad "El que llama paga", implementada por la COFETEL en mayo de 1999, fue un detonante importante en el incremento de la tele-densidad celular (número de teléfonos por cada 100 habitantes). Anteriormente a esta medida, a un usuario se le aplicaba un costo por recibir llamadas. En la actualidad, los usuarios de telefonía celular que reciben una llamada local no tiene costo alguno. Al implementarse esta medida del que llama paga en tan sólo un año (del 1999 a 2000) se incremento el número de usuarios casi al doble, pasando de 8 millones a 14 millones.

1.2 Plan de Desarrollo.

Según la Comisión Federal de Telecomunicaciones, los usuarios de telefonía celular en México superan los 35 millones, mientras que la telefonía fija apenas supera los 18 millones de líneas. Los 35 millones de usuarios, significa que uno de cada 3 mexicanos tiene un teléfono celular en las manos. La modalidad "El que llama paga", implementada por la COFETEL en mayo de 1999, fue un detonante

importante en el incremento de la tele-densidad celular (número de teléfonos por cada 100 habitantes). Anteriormente a esta medida, a un usuario se le aplicaba un costo por recibir llamadas. En la actualidad, los usuarios de telefonía celular que reciben una llamada local no tiene costo alguno. Al implementarse esta medida del que llama paga en tan sólo un año (del 1999 a 2000) se incremento el número de usuarios casi al doble, pasando de 8 millones a 14 millones.

1.3 Componentes básicos del sistema.

Las radio bases cuentan con elementos estructurales a base de concreto armado, acero A-36, acero galvanizado y de mampostería, en los cuales se colocaran los elementos de telecomunicaciones llamados equipos, líneas, antenas, generadores de energía eléctrica.

Comenzaremos por enumerar los elementos que son del tema de construcción para su descripción y conocer su composición.

❖ **Torre.-** La base de torre es el elemento de concreto armado con especificaciones que se pueden generalizar de una resistencia de concreto $f'c$ de 250 kg/cm² y un acero con un f_y de 4200 kg/cm² colocada dentro de una excavación ó sobre otro elemento similar como losas, muros de carga, columnas, trabes. A esta base se monta la torre que puede ser auto soportada, arriostrada, mástil ó monopolo.

❖ **Sistema de tierras.** Normalmente la torre cuenta con un sistema de tierras físicas que protege las instalaciones y personal de las descargas atmosféricas, para lo que cuenta con un pararrayos que comúnmente se utiliza el tipo Dipolo y un sistema de electrodos (rehiletos) hincados en tierra a una profundidad a partir de 40 cm ó varillas de cobre colocados en registros de concreto unidos entre sí por un halo perimetral a base de cable de cobre calibre 2/0.

❖ **Caseta.** Para su operación, el sitio normalmente cuenta con una caseta que consiste en una estructura rectangular construida con elementos modulares prefabricados caracterizados por su capacidad de aislamiento y autosoporte, los cuales son unidos con aditamentos metálicos y mecánicos. Esta estructura se

coloca sobre una plataforma que pueden ser a base de zapatas, dados y trabes ó con elementos de acero A-36 que se realizan con vigas de IPR, ángulos de 2"×2"×1/4" colocadas sobre placas de acero que previamente son empotradas y construidas en una base de concreto $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y acero de refuerzo $F'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, según requiera el proyecto.

El sistema de alumbrado con el que son equipadas, permite una óptima utilización del inmueble ya que el mantenimiento puede realizarse en horarios nocturnos o de menor circulación, evitando obstruir accesos o molestar a dueños e inquilinos.

El cableado para el suministro de energía se realiza a través de ductos tipo conduit cuando es visible, y PVC cuando sea instalación subterránea, garantizando la protección del personal al evitar cualquier tipo de accidente.

Los cableados de interconexión de los equipos interiores –fuerza, voz y datos-, descansan sobre un sistema de cama de líneas ubicado en la parte superior o techo de la caseta, previendo así la seguridad y el aprovechamiento del lugar.

❖ **Sistema de tierras interno.** Tomando en cuenta la importancia de proteger al personal y equipo electrónico de las sobre tensiones producidas por algún imprevisto como pueden ser cortos circuitos, corrientes inducidas o atmosféricas, la caseta está equipada con un sistema de tierras físicas. Este sistema se encuentra conformado por un halo realizado a base de cable de cobre forrado tipo AWG calibre # 2, que cuenta con derivaciones hacia los equipos y uniéndose, a su vez, al sistema general de tierras del sitio, en donde son drenadas las posibles descargas eléctricas.

❖ **Generador.** Como elemento auxiliar, el sitio contará con un generador de emergencia el cual proporcionará la energía eléctrica requerida en caso de no contar con ella; o en su defecto, cuando por razones ajenas al sitio el suministro de energía sea suspendido. El generador cuenta un motor de combustión interna de 4 cilindros a base de Diesel, diseñado para trabajar a 1800 RPM y un alternador de corriente, ensamblado en una base metálica y protegido por un gabinete metálico a prueba de goteo el cual tiene características acústicas para evitar el ruido, equipado con controladores electrónicos para un funcionamiento

autónomo y seguro, con capacidad de 50 KW y 56.25 KVA. El generador estará soportado sobre una base de zapatas, dados y trabes de concreto armado apoyada de forma directa sobre el terreno natural, según planos estructurales.

❖ **Subestación.** Para los sitios se contemplan dos tipos de subestaciones que a saber son:

Tipo Poste que permite transformar el voltaje de energía eléctrica suministrada por la red de media tensión de la Comisión Federal de Electricidad o Compañía de Luz y Fuerza del Centro, que requiere el sitio, con especificaciones de 45 KVA. / 13.2, 23 ó 34 KV, en conexión radial, Delta-Estrella 220-127 v, en baja tensión, este tipo de subestación, apta para sistemas de distribución aéreos.

Tipo Pedestal que permite transformar y reducir el voltaje de energía eléctrica suministrada por la red de media tensión de la Comisión Federal de Electricidad o Compañía de Luz y Fuerza del Centro, que requiere el sitio, con especificaciones iguales a la de tipo poste, este tipo de subestación, apta para sistemas de distribución subterráneos.

❖ **Nicho de medidores.** Adicionalmente, dentro del área del sitio se construye un nicho de medidores, con el objeto de alojar y resguardar los equipos de medición e interruptores de seguridad, protegiendo así a los equipos de cualquier falla en el suministro de energía. El nicho se construye de acuerdo a los requerimientos del proyecto que puede ser de mampostería o metálico.

❖ **Sistemas de seguridad.** Para prever cualquier eventualidad en el sitio y su entorno inmediato, así como del personal técnico, se implementará un sistema de seguridad integral conformado de la siguiente manera.

❖ **Sistema de tierras.** El sistema de tierras está diseñado para brindar protección al personal y al equipo electrónico que integra el sitio, ya que es a través de éste como se realiza el drenado de descargas eléctricas producidas por corrientes alterna, directa y atmosférica.

La puesta a tierra de los equipos se realiza por medio de cable de cobre AWG 2/0, con forro si es superficial o desnudo si es subterráneo. Este cable conductor

uni a los electrodos que son colocados a partir de una profundidad de 40 cm. unidos a través de conectores tipo Cadwell. El drenado de las descargas y corrientes de falla producidas por corrientes alterna, directa y atmosférica, se conduce por separado hasta el sistema común de puesta de tierra física, de acuerdo a reglamento de construcción vigente y las normas técnicas complementarias del terreno o inmueble.

1.4 Diagramas de Flujo.

Para la implementación de la instalación de radiofrecuencia se utilizan ciertas áreas que se encargan de realizar funciones que son esenciales en campo y que tienen cada una de ellas ciertas responsabilidades como son la adquisición, selección, diseño, construcción, equipamiento, entrega y operación de los sitios, estas áreas son de Adquisiciones, Construcción, Instalaciones y Fuerza y Field Operations. A continuación se mencionarán las misiones y responsabilidades de las mismas.

Adquisiciones: Adquirir y administrar los inmuebles para la instalación de Infraestructura de sitios de Telecomunicaciones y Oficinas de Atención a Clientes que cumplan con las necesidades y requerimientos de los clientes internos.

Proyectos: Diseño y elaboración de proyectos arquitectónicos; sistema de tierras e instalación eléctrica de todos los sitios de la Red así como la infraestructura requerida, debiendo cumplir con la necesidades de la áreas establecidas en la validación.

Construcción: Llevar a cabo la supervisión de la Construcción del sitio de acuerdo al proyecto ejecutivo, cumpliendo los requerimientos de la empresa buscando el menor costo y dentro de los tiempos requeridos dentro del programa de implementación.

Field Operations: Mantener la Red de Servicios a través de la validación, recepción, operación y mantenimiento de la Infraestructura de la Red de la empresa.

5.5 Instalaciones & Fuerza: Llevar a cabo la supervisión de la implementación de los subsistemas que integran un sitio radio-base EBTS en forma, con calidad y

tiempo de la red de la empresa y entregar dichos sistemas al área de Field Operations para su activación y puesta en servicio en la red.

En las siguientes páginas encontraremos el diagrama de flujo en el cual se podrán observar la administración y supervisión de un sitio y se podrá tener un mejor panorama de la importancia de la supervisión de todas las áreas involucradas (ver figura 1a, 1b y 1c.)

Si bien es cierto que la supervisión de sitios en su mayor parte del tiempo se encuentra en trabajos de campo, en este tipo de construcciones tiene una gran responsabilidad en la parte administrativa.

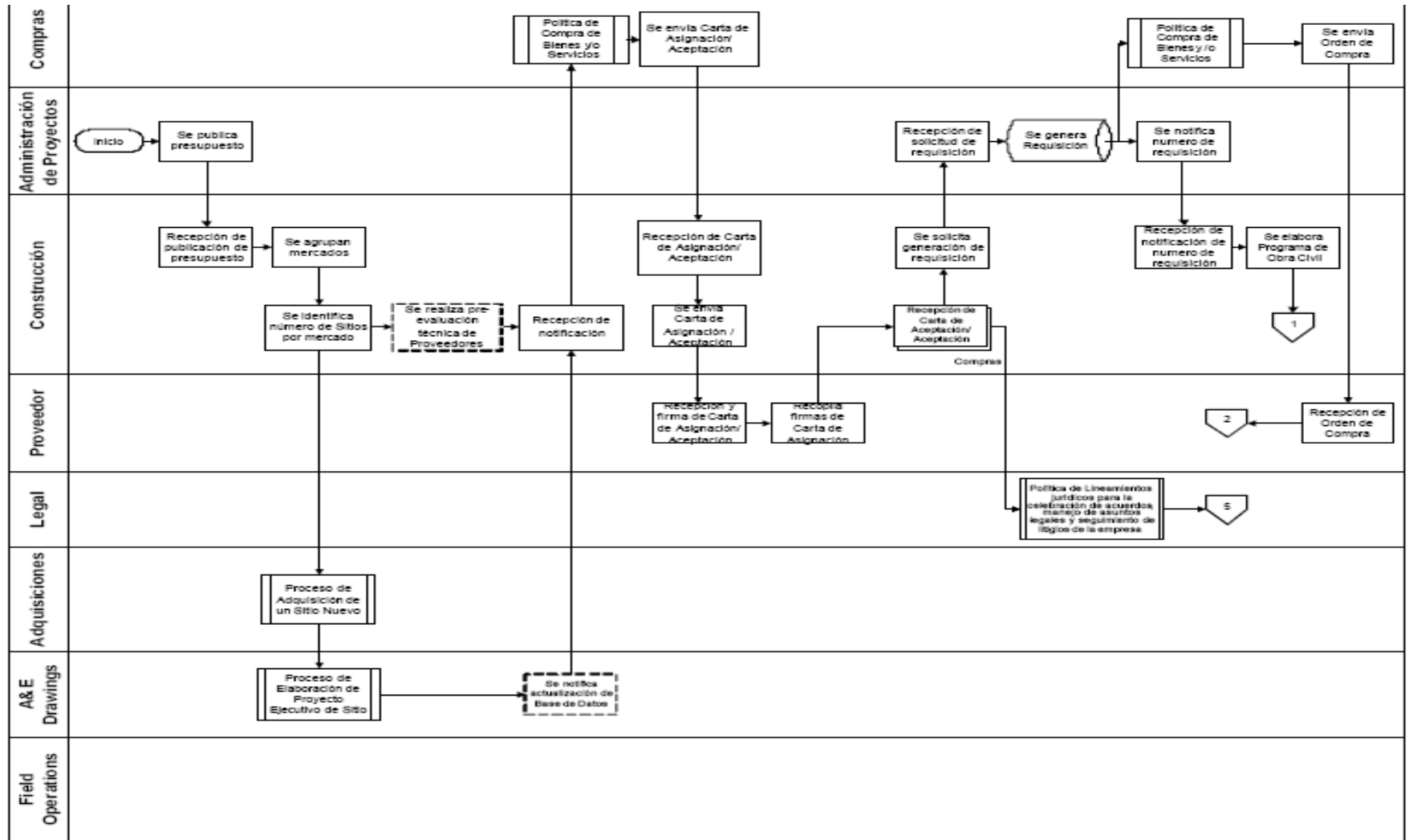


Figura1a. Supervisión de Construcción de un sitio.

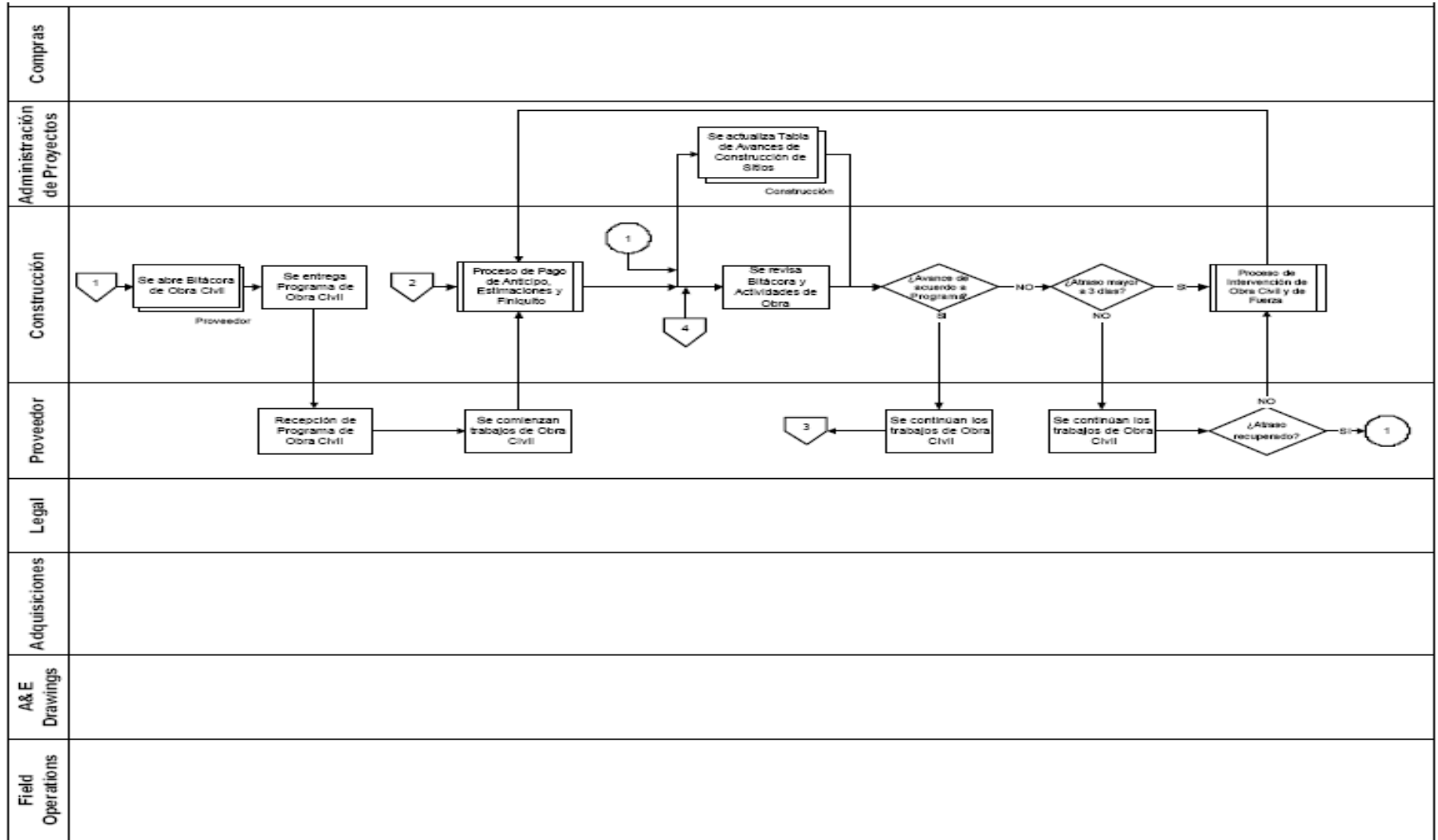


Figura1b. Supervisión de Construcción de un sitio.

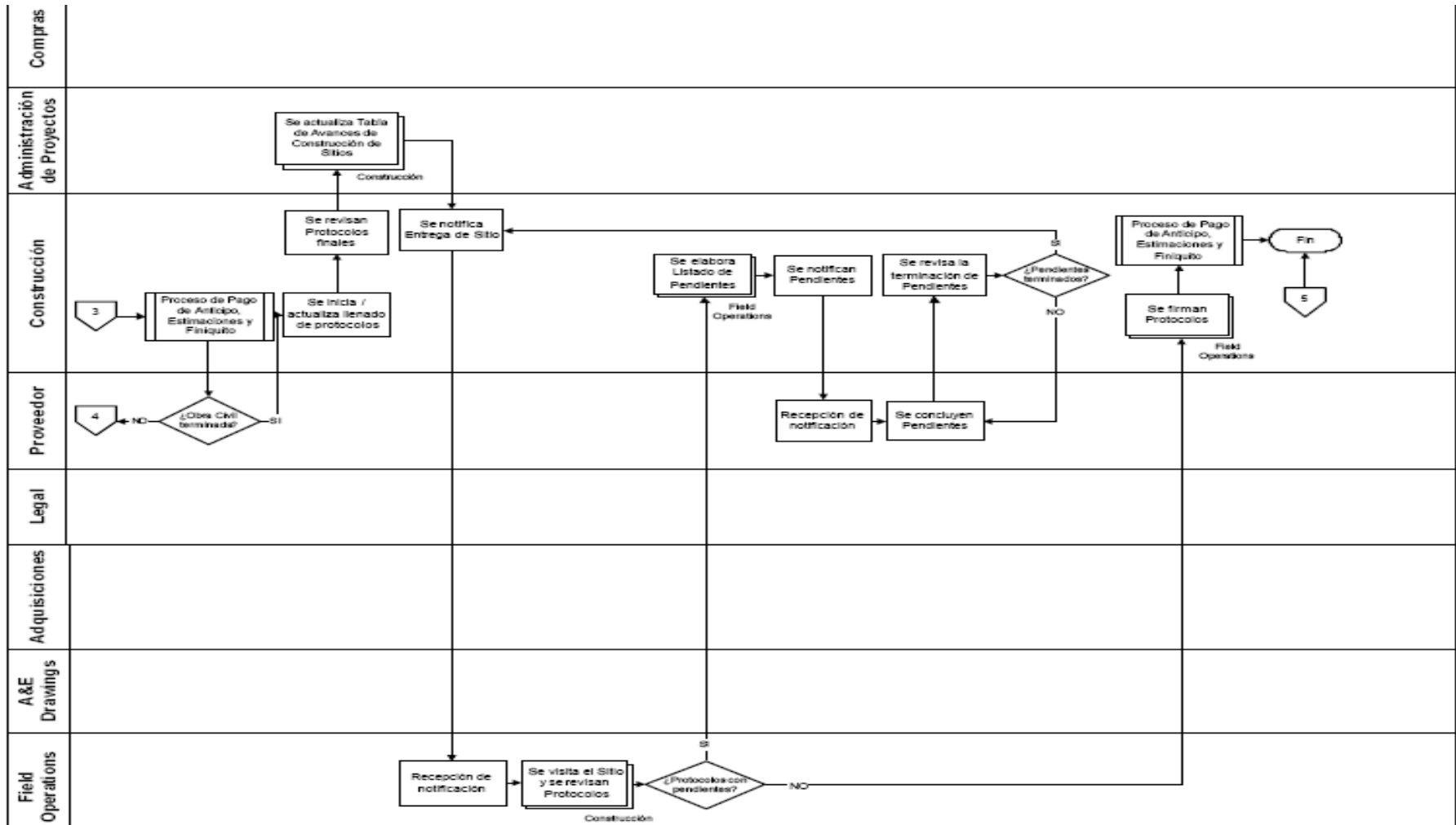


Figura1c. Supervisión de Construcción de un sitio.

1.5 Reglamentación.

La reglamentación a la que se sujeta la instalación de la radiofrecuencia es la que se describe a continuación y ésta sirve para dar la certeza de que cualquier sitio tiene la calidad y capacidad de los requerimientos que son necesarios para un sitio.

❖ **Especificaciones y normatividad.** Reglamento de Construcciones Vigente, en lo que respecta a Disposiciones Generales, Criterios de Diseño Estructural, Diseño por Sismo, Diseño por Viento, Diseño de Cimentaciones, Construcción de Estructuras de Concreto y Metálicas.

Código de Prácticas Estándar para Edificios de Acero y Puentes del American Institute of Steel Construction, Inc., Junio 10 de 1992; Allowable Stress Design (AISC – ASD). Building Code Institute 1318R-86 y 318-86, (ACI). Minimum Design Loads for Building and other Structures American National Standards Institute, ANSI A58.1 – 1082. Standard Specifications for Highway and Transportation Officials 1984, (AASHTO). Structural Standards for Steel Antenna Towers and Antenna Supporting Structures, EIA/TIA-222-f Electronic Industries Association & Telecommunications Industry Associations, Junio de 1996 Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por Viento y Diseño por Sismo, Comisión Federal de Electricidad, 1993.

Todas las consideraciones para el cálculo y diseño del proyecto eléctrico se basan en la siguiente documentación: Luz y Fuerza del Centro, Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMP-1999 relativa a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica, niveles de iluminación recomendados por la sociedad Mexicana de ingeniería e iluminación, a.c., National Eléctrical Code, 1996, (NFPA 70-1996), National Eléctrical Code, 1996, (NFPA 70-1996), NEXTEL Enhanced Base Transceiver System (EBTS), Engineering Standards, September 1995, Motorola's R56 Standards Manual (chapters) 7,8,9&10), NOM-EM-002-SCFI.- Productos Eléctricos, conductores, alambres y cables, especificaciones de Seguridad y métodos de prueba, NOM-003-SCFI.- Requisitos de Seguridad en Aparatos Electrodomésticos ó similares, NOM-008-SCFI.- Sistema General de

Unidades, NOM.-024-SCFI.- Información Comercial, aparatos eléctricos y electrodomésticos, instructivos y garantías para productos de fabricación nacional e importada.

❖ **Materiales y esfuerzos característicos.** Para la construcción del sitio se definen los materiales con sus características que normalmente se usan en la mayoría de las construcciones para este tipo de instalaciones (Tabla2).

Materiales y esfuerzos característicos	
ACEROS	
Acero Estructural=	A.S.T.M. A36 y A 490
Electrodos=	AWS E7010 y E6010
Acero de Refuerzo:	$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
RESISTENCIA DEL CONCRETO:	
En plantilla de cimentación	$f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$
En cimentación y anclas	$f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$
PESO VOLUMÉTRICO	
Acero	7.9 Ton/m ³
Concreto Armado:	2.4 Ton/m ³
Material de Excavación:	1.8 Ton/m ³
Material de Relleno:	1.8 Ton/m ³

Tabla 2. Materiales y esfuerzos.

Se toman como esfuerzos característicos para el análisis y diseño los permitidos para flexión, cortante, adherencia, anclaje, deflexiones, torsión, compresión, flexo compresión y penetración o aplastamiento, en la normatividad indicada en el Reglamento de Construcciones Vigente y Normas Técnicas Complementarias.

CAPITULO II

ETAPAS DE DESARROLLO

2.1 Validación.

El proceso de validación para la posible construcción de una radio base se ajusta a una prevalidación, la cual ya fue realizada con los anillos de búsqueda proporcionados por la gente de Radio Frecuencia y que comúnmente son ubicados en lugares estratégicos para dar una mejor calidad en transmisión y poder obtener la preferencia del usuario. A continuación definiremos la actividad de una prevalidación para dar una mejor visión de su importancia.

Prevalidación: Visita preliminar y recorrido para reconocimiento del entorno de las zonas de los anillos de búsqueda entregados por RF y ubicar los posibles candidatos. A esta etapa solo asisten la gente de adquisiciones y la gente de radio frecuencia, los cuales ya cuentan con una topología de la configuración de la red de cada mercado, esta topología es realmente una representación gráfica de la red, que es fruto de la ingeniería de radiofrecuencia a través del diseño que cuenta con coordenadas como latitud y longitud.

Una vez ubicados los posibles inmuebles que pueden ser candidatos a construirse en ellos una radio base ya se cumple con una validación y que a continuación definiré como sigue:

Validación: Visita en campo de los candidatos presentados por el área de Adquisiciones para verificar y evaluar si las características físicas y técnicas cumplen con los requerimientos de cada área y seleccionar la mejor opción.

Vamos a mencionar que existen diferentes tipos de radio base que durante el proceso de validación será necesario definir y ubicar en el formato para que se pueda ejecutar en el tiempo y costo que se le asigne, por lo que diremos la

clasificación de las cuales son: Raw land, roof top, collo, split, RF repetidor, MW repetidor y el MSO (Mobile Switching Office).

❖ **Raw Land.** Este tipo de radio base se localiza en terrenos, estacionamientos a nivel se piso, jardines, edificios, escuelas, hospitales, siempre y cuando tengan un área que sirva para la instalación de una torre, monopolo o mástil, además de la instalación de los elementos de una radio base como caseta, generador, nicho, acometida eléctrica y sistema de tierras (figura 2 y figura 3).

En la mayoría de las radio bases de tipo raw land se encuentran los llamados Nodos que son la radio bases principal de la red en donde se concentra los servicios de telecomunicaciones de una ciudad y/o localidad. Es decir, el alma de la instalación de la radio frecuencia de cada una de la región de cada mercado ya que en ella se instala la fibra óptica que sirve de enlace entre la telefonía y el radio que es uno de los aspectos que hacen la diferencia entre las empresas de telefonía.

Los tiempos de ejecución de la obra son de aproximadamente 28 días donde se debe de tener completa la radio base.

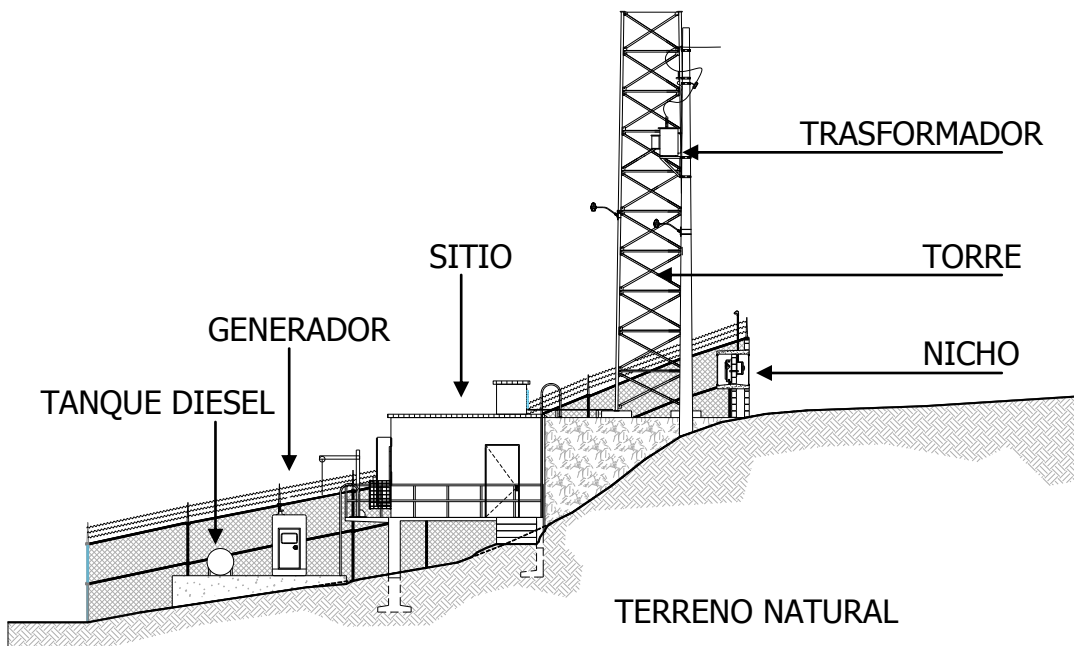
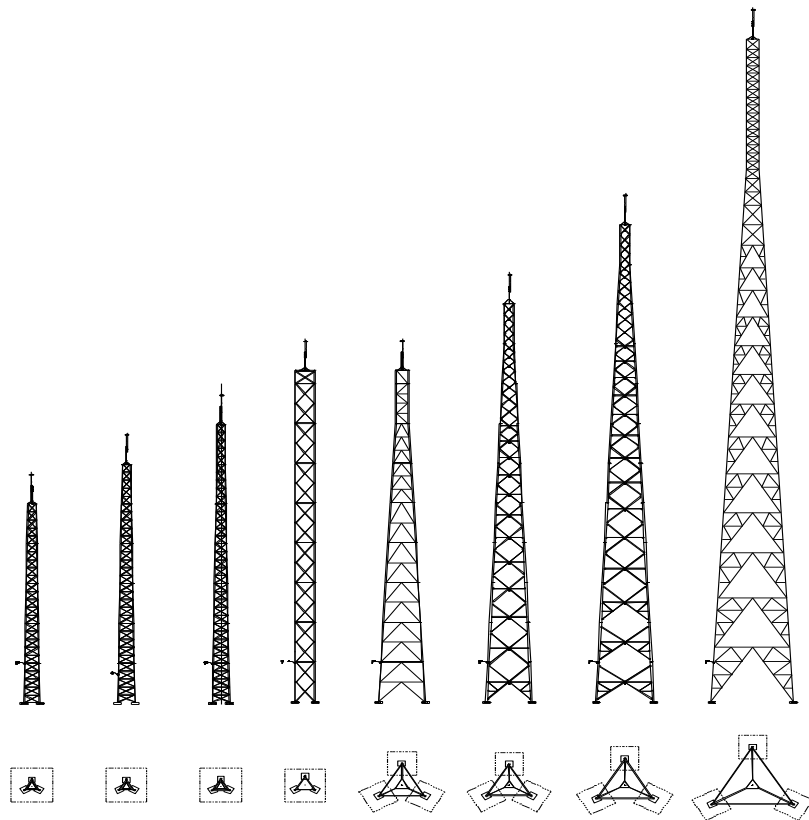


Figura 2. Vista de un sitio.

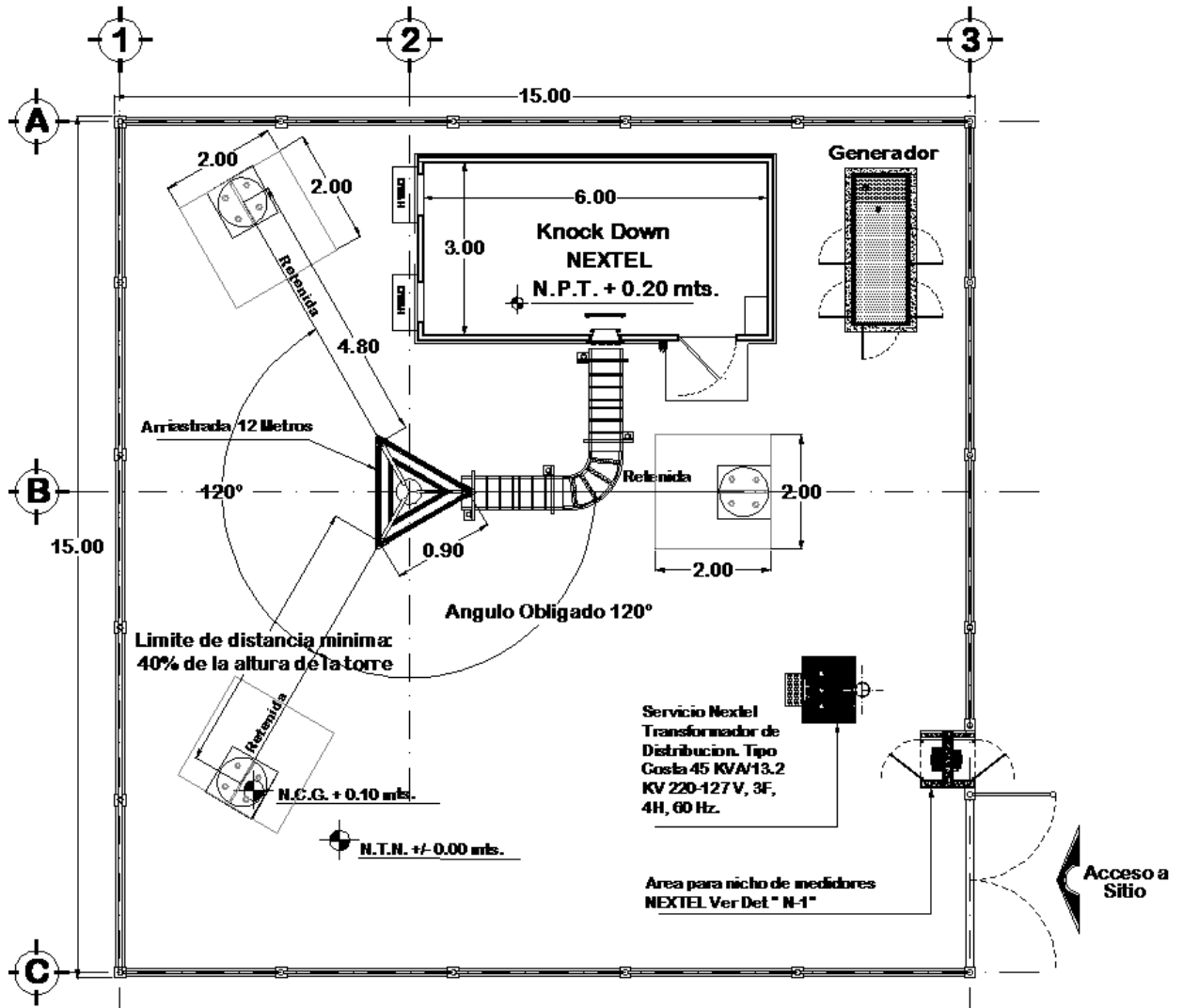


ALTURA METROS	30	36	42	48	54	60	66	72
CIMENTACION								
LADOS	5.00 a 6.00	5.00 a 6.00	7.00 a 8.00	7.00 a 8.00	10.00 a 12.00	10.00 a 12.00	12.00 a 14.00	12.00 a 14.00
LADOS	5.00 a 6.00	5.00 a 6.00	7.00 a 8.00	7.00 a 8.00	10.00 a 12.00	10.00 a 12.00	12.00 a 14.00	12.00 a 14.00
M2	25 a 36	25 a 36	49 a 64	49 a 64	100 a 144	100 a 144	144 a 196	144 a 196
SITIO								
LADO 1	8.00 a 10.00	8.00 a 10.00	12.00	12.00	15.00	15.00	15.00	20.00
LADO 2	15.00	15.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
M2	150	150	240	240	300	300	300	400

Figura 3. Alturas y tipos de Torre,

Arriostrada 12 mts.

Área mínima del sitio = 225 m²



Generalidades:

Las distancias mínimas para ubicar las retenidas es del 40 % de la altura de la torre

El ángulo obligado entre retenidas es de 120°

La dimensión de la zapata quedara sujeta en todos los casos a el EMS

Figura 4. Torre arriostrada en raw land.

Arriostrada

Arriostrada 18, 24, 36, 42, 60, 72 y 100 mts.

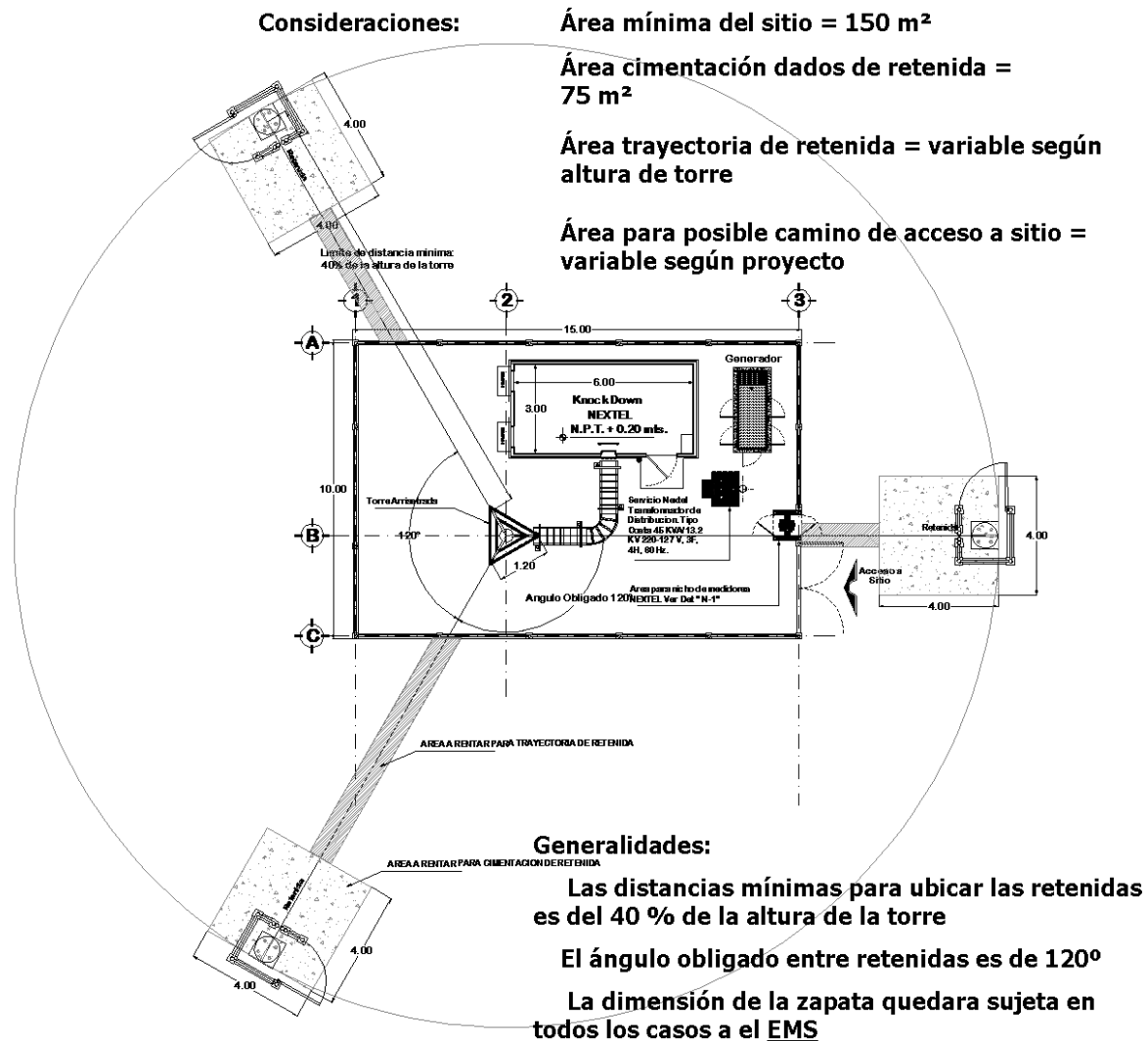


Figura 5. Torre arriostrada en raw land en tramo carretero.

- ❖ **Roof Top.** El estilo de esta radio base es su construcción en azotea de casa-habitación, edificios comerciales, hoteles, oficinas, y áreas que sean en niveles superiores en desplante las cuales su limitación es la colocación de una torre auto soportada por el tipo de estructura donde se pretende construir, la

altura de una torre arriostrada que depende del área a rentar, la construcción de una base para la subestación de pedestal, y principalmente los elementos estructurales encontrados como trabes, columnas, losas, muros, etc., los cuales no pueden ser suficientes para soportar las cargas de la infraestructura a colocar. Aunado a ello, uno de los problemas que se encuentran en este tipo de sitios es el acceso, ya que es compartido y en bastantes ocasiones se tienen que cumplir ciertas condiciones con el propietario, uno de estos detalles es el horario y el ruido del cual se generan por la construcción de este tipo de sitios.

En ocasiones por situaciones propias del inmueble se llega a exceder los días de ejecución promedio que son 21 días, de los cuales se llegan a tener 25 días para tener completa la radio base, esta ampliación del tiempo sólo es en casos especiales.

❖ **Collocation.** La construcción de este tipo de radio bases es a partir de una existente y en la cual se realiza una cohabitación en su torre, normalmente es de una empresa ajena a la que va a implementar la radio frecuencia y en esta validación solamente se visualiza el área para base de caseta, acometida eléctrica, sistema de tierras, base de generador. Normalmente se comparte la subestación en este tipo de radio bases por lo que su aspecto es secundario en la decisión de la validación para su aceptación, a no ser que exista una longitud a considerar para la colocación de subestaciones de tipo seco.

Para la collocation se tiene un período de ejecución de 18 días como máximo, ya que como se mencionó se encuentra en instalaciones existentes.

❖ **Split.** El Split es la construcción que se realiza dentro de una radio base de la misma empresa, es decir consiste en la construcción de la base de caseta, la conexión al sistema de tierras existente con el halo de la caseta a construir, la instalación de la acometida eléctrica y la colocación de herrajes para la radio frecuencia y la microonda (MW). Dadas las características en su construcción, en la mayoría de las veces este tipo de sitios no es necesario de validarlos ya que se cuenta con el proyecto y el levantamiento del mismo al la entrega del sitio. Tratándose de este tipo de sitios se debe de tomar en cuenta que es en la infraestructura de una radio base propia y solamente se deberá de contemplar

sólo 12 días para poder finalizar los elementos contemplados para su construcción.

❖ **Repetidor de RF.** Los repetidores de RF son radio bases las cuales su misión es tener el enlace entre las radio frecuencias de un sitio y otro, para esta condición se utiliza una dimensión diferente de una base de caseta, menor número de elementos que conforman el sistema de tierras, la estructura de la torre es de una altura máxima de 30 metros y normalmente se utilizan torres arriostradas por el menor costo en cimentación y la propia torre. El área de construcción para estas radio bases normalmente son menores a los de radio bases que sirven para la radio frecuencia y la microonda.

❖ **Repetidor de MW.** Los repetidores de MW son radio bases las cuales su misión es tener el enlace entre la microonda de un sitio y otro, para esta condición se utiliza una dimensión diferente de una base de caseta, menor número de elementos que conforman el sistema de tierras, la estructura de la torre es de una altura máxima de 30 metros y normalmente se utilizan torres arriostradas por el menor costo en cimentación y la propia torre. El área de construcción para estas radio bases normalmente son menores a los de radio bases que sirven para la radio frecuencia y la microonda.

En cuanto a los repetidores se tiene contemplados 15 días para contar con los elementos arriba mencionados.

❖ **MSO (Mobile Switching Office).** Central de Telefonía Móvil. Es el centro de operaciones de conmutación, donde se concentra la infraestructura de los servicios de radio (Dispatch), Interconexión y Transporte de Paquetes de Datos, normalmente su infraestructura es a base de elementos prefabricados en su interior como son muros a base de tabla roca, platabandas, mamparas, plafones falsos, instalaciones de seguridad contra incendio, aire acondicionado, puertas antinflama de acero, pisos antiestáticos de loseta vinílica, sistemas de circuito cerrado e instalaciones sanitarias.

Para los MSO que son en su esencia diferentes a una radio base, se cuenta con un tiempo de aproximadamente 45 días.

Hemos comentado que dentro de un sitio existe un elemento llamado caseta o gabinete el cual resguarda los equipos en su interior y que se desplantan o soportan sobre una base de concreto o de acero. Enumeraremos los tipos de casetas (knock down ó preensambladas) y gabinetes que se utilizan durante el proceso de validación y que para todos los casos de casetas son paneles de PVC y en su interior poliuretano ó paneles de lamina que confinan al poliuretano los cuales se les coloca una pintura para evitar corrosiones en zona de costa. Esta información se deberá conocer para que durante el proceso de validación se defina que tipo de caseta se utilizará para cada radio base en específico.

❖ **Knock Down City.** Esta caseta se le conoce de esta forma porque se ensambla en obra y es colocada en ciudad y se conforma de panel estructural de 101 mm de espesor, los cuales permiten integrar las características de resistencia y durabilidad con la facilidad de ensamblado. Las dimensiones interiores de la caseta estándar son de 2.80 m de ancho, 4.80 m de largo por 2.9 m de altura. Las casetas Knock Down se desplantan directamente sobre un firme de concreto de resistencia de 250 kg/cm^2 con acero del # 3 normalmente, la cual sobre el perímetro se coloca acero A-36 que es un ángulo de 2"x2"x3/16 en el que se fijan canales de acero en forma de "U" de desplante, fabricada con lamina galvanizada calibre No. 12, además, los paneles van remachados lateralmente por medio de remaches impermeables de aluminio.

❖ **Knock Down High-Way.** Esta caseta se le conoce de esta forma porque se ensambla en obra y es colocada en tramos que se les conoce como carretero, es decir, es el enlace entre ciudades, al igual que la City se conforma de panel estructural de 101 mm de espesor, los cuales permiten integrar las características de resistencia y durabilidad con la facilidad de ensamblado. Las dimensiones interiores de la caseta estándar son de 2.80 m de ancho, 4.20 m de largo por 2.9 m de altura. Las casetas Knock Down High-Way se desplantan directamente sobre un firme de concreto de resistencia de 250 kg/cm^2 con acero del # 3 normalmente, la cual sobre el perímetro se coloca acero A-36 que es un ángulo de 2"x2"x3/16 en el que se fijan canales de acero en forma de "U" de desplante, fabricada con lamina galvanizada calibre No. 12, además, los paneles van remachados lateralmente por medio de remaches impermeables de aluminio.

❖ **Pre-ensamblada City.** La caseta pre-ensamblada City viene de fabrica del proveedor, se coloca sobre una plancha de concreto de 250 kg/cm^2 con acero del # 3, a diferencia de las Knock Down se elimina el ángulo perimetral de 2"x2"x3/16" ya que la misma caseta viene con un piso que es a base de losa acero Cal. No. 22 fijada directamente a una base de acero conformada por perfiles de acero estructural. En los canales de la lámina, se vacía poliuretano de alta densidad asreado, hasta dar obtener una superficie totalmente plana, y sobre esta se instala triplay con tratamiento anti-humedad de 19.05 mm. de espesor, fijado a la losa acero mediante pijas cabeza fijadora tex. En la parte inferior de la base, se le aplica una capa de apcoseal, para evitar que la humedad penetre a través de la losa acero. Para asentamiento de los paneles de muros, se coloca directamente a la base, mediante tornillos punta de broca de 7.94 x 38 mm. Sus dimensiones al igual que la High-Way son 2.80x4.80x2.90 de altura. Su ventaja es el tiempo de instalación ya que se coloca con una grúa, sin embargo su costo es mayor a la armada en sitio.

❖ **Pre-ensamblada High-Way.** La caseta pre-ensamblada High-Way viene de fabrica del proveedor, se coloca sobre una plancha de concreto de 250 kg/cm^2 con acero del # 3, a diferencia de la City, sus dimensiones son de 2.8x4.2x2.9 m de altura, y al igual de la pre-ensamblada city se elimina el ángulo perimetral de 2"x2"x3/16" y es de las mismas características de la city en cuanto a su infraestructura.

❖ **Knock Down Nodo.** La caseta de este tipo es exclusivamente para radio bases conocidas como Nodo, se ubican en cada una de las ciudades de las cuales como ya se había mencionado es la radio base que liga a las demás ciudades, su estructura es igual a las demás, se ensambla en campo sobre una base de concreto de 250 kg/cm^2 , junto con su ángulo de 2"x2"x3/16" de acero A-36, sus dimensiones son de 3.00x6.00 metros y una altura de 2.90 metros.

❖ **Pre-ensamblada Nodo.** Al igual que la anterior, sólo que la diferencia es que viene ensamblada en la fábrica del proveedor, su infraestructura es igual a la del una caseta Pre-ensamblada City, y sus dimensiones al igual que la Knock Down Nodo son de 3.00x6.00 metros y una altura de 2.90 metros.

❖ **Caseta Pop.** Este tipo de caseta se instala sobre una losa de concreto de 250 kg/cm² con un armado de acero del # 3, sus dimensiones son 3.00x3.00x3.00 metros de altura. Sus elementos del muro son iguales a las demás casetas ensambladas en sitio.

❖ **Out Door.** El equipo Out door es especial, es un equipo que se encuentra a la intemperie, se coloca sobre una base de concreto con una resistencia de 250 kg/cm², su armado es con un acero de # 3, sus dimensiones de la base son de 1.90x4.20 metros.

Ahora hablaremos de una parte esencial para una radio base, que además de los elementos que he descrito es indispensable conocerla a fondo, en el proceso de validación se deberá de especificar el tipo de torre, altura, características y ubicación en un croquis que se anexa a la hoja de validación. Para ello empezaremos a hablar del tipo y altura de Torres.

❖ **Tipo y Altura de Torres.** Las torres se clasificaran según sus características de diseño (viento) y su altura. Respecto de la primera se hace la distinción en la siguiente tabla 3 y 4.

CARACTERÍSTICA DE DISEÑO PARA UN PERÍODO DE RETORNO DE 200 AÑOS		
VELOCIDAD DE VIENTO.	F. T. ¹	C. T. ²
80 mph,	1.0	3
100 mph,	1.0	3
120 mph,	1.0	3
150 mph,	1.0	3
180 mph,	1.0	3

Tabla 3. Características de diseño para torres.

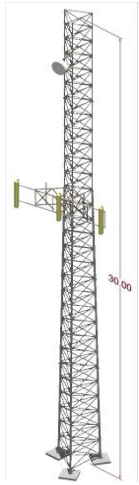
¹ Factor de Terreno.

² Coeficiente de Terreno.

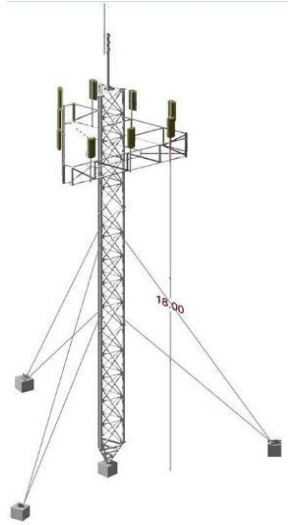
Por su geometría las torres se clasificaran en los siguientes modelos:

CLASIFICACIÓN DE LAS TORRES POR SU GEOMETRÍA.		
AUTOSOPORTADA	ARRIOSTRADA	MONOPOLO Ó MÁSTIL
Autosoportada Esbelta: Slim Self Suported (SSS),	Arriostrada T-30 (Cara de 30 cms). Torre arriostrada de sección triangular (GT)	Monopolo MT (base variable). Monopolo Tubular (MT)
Autosoportada Normal: Self Suported (SS), (Para ancho entre piernas superior a 5.00 Mts.)	Arriostrada T-45 (Cara de 45 cms). Torre arriostrada de sección triangular (GT)	Mástil Bridado (MAS)
	Arriostrada T-90 (Cara de 90 cms) . Torre arriostrada de sección triangular (GT)	Mástil Lastrado (MAL)
	Arriostrada T-120 (Cara de 120 cms) . Torre arriostrada de sección triangular (GT)	Monopolo MTA (base variable). Monopolo Tubular Camuflado (MTA)
	Arriostrada T-150 (Cara de 150 cms) . Torre arriostrada de sección triangular (GT)	

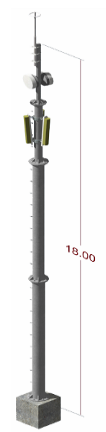
Tabla 4. Clasificación de las torres por su geometría.



Torre Autosoportada



Torre Arriestrada



Monopolo o Mastil

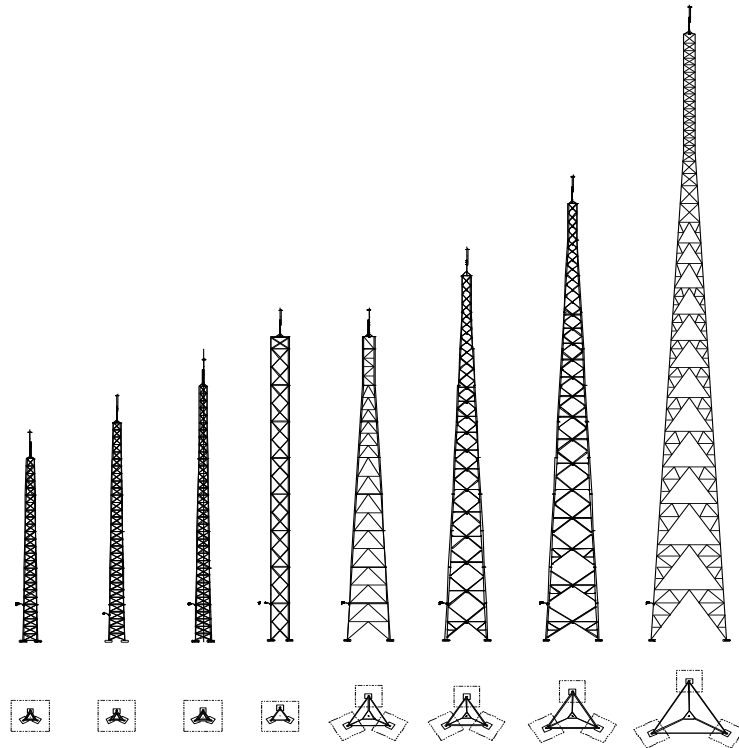


Figura 6. Clasificación de Torres.

Durante el proceso de validación, se define la altura que se solicitará, esto es con la ayuda de la gente de radio frecuencia y la gente de transmisión, la cual le indica a la gente de construcción que altura requiere para dar el servicio de la mejor calidad posible (figura 6).

Aunado a estas definiciones de los elementos necesarios de una radio base, en el formato de validación se hace una breve descripción del área a construir, como es la siguiente:

❖ **Consideraciones Generales del Inmueble.** Tipo de inmueble. Se registra si es terreno, terreno en desnivel, casa-habitación, edificio comercial, Oficinas, edificio de Bodega, Hospitales, es decir, ponerle un nombre en donde vamos a construir.

Horarios de trabajo. Se indica si es factible trabajar los siete días a la semana sin restricción de horario, los siete días a la semana con restricción de horario, cinco días a la semana en los días, cinco días a la semana en las noches, etc., aquí es el inicio de un programa de obra ya que es una de las condicionantes para decidir el tiempo de ejecución de la obra.

Nivel de Zona de riesgo. Se indica el nivel de bajo a muy alto en cuanto a la seguridad del sitio, de acuerdo a la zona de posibles afectaciones a la radio base por personas externas a la operación de la misma.

Canalización eléctrica. Es uno de los aspectos que ayudarán a la definición del costo de la radio base, ya que se indica si es subterránea, fachada aparente, fachada cajillo, muro aparente, muro cajillo o ducto existente la cual va a alimentar a la radio base.

Ubicación de generador fijo. Como ya se ha mencionado en este documento, se define la ubicación del generador que puede ser en piso o en azotea si es factible.

Sistema de Tierras. El sistema de tierras como hemos platicado, se puede instalar en terreno natural, jardín, estacionamiento, sótano, banquetta, patio, interior (uso común), etc. Y se debe de definir para que la gente de proyectos haga la consideración en costo.

❖ **Consideraciones particulares del inmueble.** Espacios para maniobras. Se contempla el espacio para la entrada de maquinaria pesada, maquinaria pequeña o nula, es decir a mano, lo cual impactará en el tiempo de ejecución de la obra.

Tipo de estructura existente. Se determina si el inmueble es de mampostería, metálica, concreto armado o mixta por describir algunos ejemplos de lo que se pueda encontrar en campo.

Tipo de losa existente. Durante el proceso de validación se define el tipo de losa existente el cual se clasifica de concreto armado, vigueta y bovedilla, losa cero, bóveda catalana, de madera, etc., que también este punto decidirá si es posible la construcción de la radio base.

Desnivel del Terreno. Normalmente en campo se puede identificar el desnivel del terreno a validar, el cual se registra en el formato de validación y a partir de esto se definen alturas en el proyecto.

Modificaciones Necesarias. En varias ocasiones se necesitan modificaciones al inmueble, como reubicaciones de muros, de cancelería, puertas, ventanas, es decir, todos los elementos internos del inmueble los cuales nos den las áreas necesarias para los componentes de la radio base.

Estado de impermeabilización. Se debe de identificar el estado actual de la impermeabilización para que al momento de terminar los trabajos de la radio base se dejen en las mismas condiciones encontradas al inicio de la obra.

❖ **Condiciones especiales del inmueble.** Ductos en el predio. Se debe de hacer referencia si existen tubos que nos puedan afectar durante el proceso de la obra, esto afecta directamente a la cimentación de la torre, además del tiempo de ejecución en la excavación.

Líneas de energía sobre predio. Al considerar que se necesitará la instalación de una torre, se requiere que no exista algún elemento que nos pueda perjudicar en los trabajos programados, por lo que se necesita reportar si existen sobre el terreno, al límite del terreno o decir que no existen.

Desnivel contra vialidad. Se describe o apunta si el terreno esta ligero bajo vialidad, ligero sobre vialidad, pronunciado sobre vialidad o pronunciado bajo vialidad, que también es factor de la ubicación de los elementos.

Ríos o canales inmediatos. Al existir ríos o canales cerca del candidato a validar, se argumenta que es una zona propensa a inundación por lo que se debe de registrar en la validación.

Al terminar el proceso de validación se entregan los resultados al área de Adquisiciones, tanto del área de Instalaciones y Fuerza, Radio Frecuencia, Transmisión, Legal y Construcción. Si el candidato es aceptado por todas las áreas se procede a la realización del proyecto para que posteriormente se inicie el proceso de contratación.

2.2 Proyecto.

Como lo mencionamos, si el candidato es aceptado por las diferentes áreas, se procede a la ejecución del proyecto, el cual consta de Memorias, Proyecto Ejecutivo, Fotografías, Datos Generales, Control de Cambios en caso de existir y Presupuesto de la Obra.

❖ **Datos Generales.** Se concentra la información como la ubicación del inmueble, nombre del propietario, soporte del proyecto que se da a razón del estudio del área de Radio Frecuencia, respaldado de los resultados de validación de todas las áreas involucradas.

❖ **Memorias.** Son todos los documentos relativos a análisis técnicos que sirvieran para desarrollar el proyecto, además de ser especializados y que son desarrollados por expertos y son firmados por partes responsables.

Memorial Estructural.

Mecánica de Suelos.

Memoria del cálculo Eléctrico.

Memoria del cálculo de Aire Acondicionado.

❖ **Proyecto Ejecutivo.** Se le llama Proyecto Ejecutivo al conjunto de planos, memorias técnicas y de diseño, catálogos y presupuestos que permitan llevar a cabo la construcción de una obra. El Proyecto Ejecutivo debe de reunir ciertas cualidades para poder facilitar la labor de las construcciones.

Las cualidades que deben de tener los proyectos son las siguientes:

Claridad. Que el proyecto sea fácilmente entendible, es decir que pueda ser construido sin explicaciones posteriores del proyectista.

Elocuencia. Que el proyecto explique cada paso conceptual y que esta explicación sea consecutiva, es decir de todos los elementos proyectados

Consecuencia. Que todas las partes del proyecto se refieren al mismo fin, es decir que los planos digan lo mismo que las memorias, catálogos y presupuestos.

Los elementos que debe tener un proyecto ejecutivo:

Planos. Es el conjunto dibujos que representan el edificio que se va a construir. Debe de abarcar todos los aspectos de la obra, ya que estos son la base técnica donde se explicaran tanto elementos de diseño como especificaciones técnicas especiales, procesos constructivos, normas de seguridad y todo aquello referente al sitio que se esta interviniendo. Los planos necesarios para la ejecución de la obra son los planos de estado actual, planos arquitectónicos y de detalles, planos estructurales, planos eléctricos, planos del sistema de tierras, planos de aire acondicionado.

Fotografías. Cuando se realiza el levantamiento topográfico, se elabora un álbum de fotografías para tener un antecedente de cómo se encuentra el área a trabajar que servirá de soporte para su recepción final por parte de la gente de Field Operations que es la encargada de esta tarea.

Catalogo de Conceptos. Se le llama así al listado de instrucciones que el constructor va a ejecutar. Estas instrucciones se llaman conceptos y se componen de la siguiente manera:

- a) Concepto: Enuncia la orden a ejecutar
- b) Alcance: Especifica las condiciones en que se va a ejecutar el concepto

Los conceptos se deben de elaborar con alcances lo más específicos y claros que se pueda, ya que son lo que le da seguimiento al presupuesto de obra.

Todos los elementos de un proyecto deben tener un concepto de obra en el catalogo.

Presupuesto. Cuando se analiza la forma en que los conceptos van a ser ejecutados se debe de tomar en cuenta todas los pasos constructivos para que queden registradas en las cédulas de los precios unitarios.

Al conjunto de precios unitarios que se relacionan con el catalogo de conceptos se llama Presupuesto.

Es importante hacer notar que la obra debe de atenerse al Proyecto Ejecutivo, ya que este es el que le da posibilidades al constructor de realizar la obra con éxito.

Se puede pensar que las condiciones de un proyecto se pueden variar libremente pero no es así, ya que cualquier cambio en la obra puede tener repercusiones en el costo de la obra, ya que al variar las condiciones de la obra se cambian automáticamente elementos que inciden en los precios unitarios como el rendimiento de la mano de obra o de materiales, tiempos de ejecución y otros.

Control de Cambios. En caso de existir algún cambio antes de iniciar la obra, se le hace saber al área ó áreas involucradas el cambio por parte de área que realizó el cambio para su conocimiento y en su caso el ajuste que conlleve dicho cambio.

Todos los cambios que se hagan al proyecto en obra deben de asentarse en la Bitácora de la Obra y deben ser autorizados por el personal competente.

De acuerdo a lo antes mencionado, el proyecto es el esqueleto en papel de los trabajos a ejecutar, los cuales son los más elementales conceptos en la construcción de una radio base, en los capítulos siguientes veremos que tanto se ve cambiado el proyecto y, sí se modifíco, que tanto ayudo a la calidad, tiempo y costo de la obra.

2.3 Construcción.

Empezaré comentando que la construcción de una radio base puede ser fácil o en ocasiones puede tener grados de dificultad altos, todo depende de la zona en la

que será ejecutada la obra, es decir, si es un High Way o un High City. Desde el punto de vista de la supervisión se debe de tener en cuenta una coordinación exacta y en su caso rígida para poder cumplir los tiempos que han sido comprometidos. Cabe destacar que también depende de una organización externa la cual se contrata para la ejecución de los trabajos y corre a cargo de una empresa constructora. En conjunto, estos dos elementos tendrán la misión de cumplir los trabajos del proyecto en tiempo, calidad y costo a los que han sido encomendados.

Comenzaremos dando por hecho que la contratista como la supervisión cuenta ya con el proyecto impreso así como con el catálogo para conocer los alcances de la construcción y así empezar a describir el proceso constructivo de la instalación de la radio frecuencia en una zona de la cual no cuenta con este servicio o que se requiere hacer una ampliación de la red para calidad o cobertura del servicio.

Al iniciar la construcción de la radio base se debe de contar con un documento llamado Bitácora. Se llama Bitácora de Obra al documento de uso diario que sirve para llevar a cabo supervisión de la obra. Este documento tiene un valor legal igual al del contrato, ya que en el se registran todas las situaciones reales que ocurrieran en la obra y que afectan las condiciones del costo, tiempo y calidad.

En la Bitácora se deben registrar: Fecha de inicio de la obra, Personal autorizado para hacer notas de bitácora, Autorizaciones para iniciar pasos específicos de proceso constructivo, Cambios al catalogo de conceptos, Suspensiones y reanudaciones de la obra, Finalizaciones parciales o totales de los trabajos (recepción de obra), Advertencias, problemas y soluciones de todo tipo.

Notas de Bitácora. Son todas aquellas inserciones por parte de los integrantes del equipo constructor y del supervisor. El responsable de llevar la Bitácora es el responsable de supervisión que es personal de la compañía a la que ejecutan la obra. Todas las Notas de Bitácora deben de ser firmadas por todas las personas relacionadas con cada nota especifica, lo que las hace de aplicación obligatoria.

Normas de Calidad. Del correcto uso de la Bitácora y de la aplicación depende la calidad de la obra que se esta ejecutando. Todos aquellos aspectos de

la obra que no se apegan al proyecto y que no estén mencionados en la Bitácora deberán ser sancionadas para ser descontadas del costo final.

Inicio de los trabajos preliminares. Son todas aquellas actividades que es necesario realizar previo al inicio de la obra: (trazo y nivelación, limpieza, deshierbe, despalme, demoliciones y reubicaciones), para posteriormente continuar con la construcción de la infraestructura.

El trazo, nivelación y limpieza es el trabajo necesario previo y durante la construcción de una obra, para definir puntos, distancias, ángulos y cotas que serán marcados en el campo por el contratista, partiendo de los planos del proyecto y datos que le serán suministrados, siendo de su total responsabilidad la localización general, alineamientos y niveles que se fijen para la iniciación de la obra.

Materiales. Los materiales utilizados en el trazo y la nivelación son: cal, cemento, arena, pintura, madera, clavos, cáñamo y varillas de acero.

Equipo. El trazo y la nivelación en razón de la precisión requerida podrá ejecutarse mediante el empleo de: cinta métrica, plomada, báliza, brújula, estadal, nivel de manguera, nivel fijo, tránsito, distanciómetro, estación total y otros equipos de precisión que se requieran.

Las tolerancias que regirán para llevar a efecto estos trabajos, serán las establecidas para los aparatos de medición empleados para el trabajo de que se trate y que se establecerán en las especificaciones del proyecto.

Alcances. El uso de los materiales y equipos requeridos para señalar los trazos y niveles, construir las mojoneras o referencias permanentes, su almacenaje y transporte al sitio de uso.

La mano de obra que se necesite para llevar a cabo la ejecución de los trabajos de trazo, nivelación y colocación de referencias.

El uso y la depreciación del equipo, herramientas y accesorios.

La limpieza del área de trabajo y retiro del material sobrante al sitio será indicado por la residencia de supervisión.

Habiendo ubicado el lugar y realizado el trazo se procede a registrar las fechas compromiso en la bitácora, las cuales son la parte fundamental para lograr el objetivo de poder tener lista la radio base, las fechas son conciliadas con la constructora para que sean lo más reales y se deben de ajustar a las que se mencionan en el apartado 2.1 de Validación.

Cabe señalar que este punto es parte fundamental del proceso de Supervisión, ya que de ello depende visualizar si es necesario más tiempo del requerido. En muchas ocasiones se puede encontrar que lo que se menciona en proyecto no es lo que se pudo haber mencionado en la validación. Para conciliar una fecha el constructor tuvo que realizar un estudio de mercado para conocer el entorno y poder darla a la supervisión. En muchas de las ocasiones como han sido lugares ya trabajados podemos tener la experiencia de cuanto tiempo nos va a llevar la construcción y conocer los proveedores que nos van a apoyar en la construcción de la radio base.

Además de conocer los niveles existentes para poder tener una visión de que se necesitará si es que este relieve no fue considerado en proyecto, es decir, afectaría directamente al costo que ya se tiene programado. Se ubican los puntos donde serán construidos los elementos que conforman la radio base y que servirán para la instalación de la radio frecuencia que es el fin de nuestro trabajo. Posteriormente se iniciará si es necesario a la nivelación del terreno para poder ubicar puntos altos donde serán para el beneficio de la construcción de la base de la caseta.

Despalmes .Por este motivo, es necesario realizar Despalmes dentro del área a trabajar y lo podemos mencionar de la siguiente forma. Consiste en eliminar de acuerdo con lo señalado en el proyecto las capas superficiales de terreno natural, que por sus características no sean adecuadas para cimentar o desplantar una estructura o un terraplén o bien que el material que forma dicha capa no sea el adecuado para utilizarse en la construcción de una obra. Cuando se tenga que efectuar una excavación, cuyo producto no se emplee en otra parte de la obra, no se considerará como despalme y se cubicará la capa superficial en forma integral con la excavación. El material producto del despalme se clasificará como material común.

Ejecución. El despalme deberá efectuarse en toda la superficie y hasta la profundidad que señale el proyecto. El trabajo de despalme comprende las siguientes operaciones:

Remoción y extracción del material.

Acarreo libre.

Depósito del producto en los sitios que ordene la supervisión.

Cuando el proyecto lo indique o la Supervisión lo ordene, se efectuará la operación de regreso del despalme. El despalme se iniciará después de que se haya seccionado la superficie probable de ataque.

El Contratista deberá tomar las precauciones necesarias para que durante el despalme no se alteren ni se modifiquen las referencias y bancos de nivel del seccionamiento. Una vez efectuado el despalme, se seccionará nuevamente la superficie antes de proceder a la excavación subsecuente.

Todo el material producto del despalme tendrá un acarreo libre de sesenta (60) metros medidos a partir de las líneas que marquen los límites de las áreas de la excavación, de la cimentación o bien desplante de bordos, terraplenes, estructuras y edificios o el área de explotación de los bancos de préstamo.

El material producto del despalme se depositará en los sitios y con la disposición que señale el proyecto o las ordenes de la supervisión y se colocará sin que cause daños a terceros y en forma tal que no interfieran con el desarrollo normal de otros trabajos y no invada áreas destinadas a construcción o instalaciones.

El regreso del despalme se iniciará cuando se hayan terminado los trabajos de construcción o se haya terminado la explotación de los bancos de préstamo, previa aprobación de la Residencia.

El regreso del despalme tendrá un acarreo de sesenta (60) metros medidos a partir del centro de gravedad del sitio de depósito provisional de este material.

Alcances. Para fines de medición y pago, los precios unitarios de los conceptos de trabajo relacionados con esta Norma incluyen en cada caso lo que corresponda por: el equipo, herramientas, materiales y mano de obra necesarios para ejecutar las operaciones de afloje previo si se requiere, remoción, acarreo libre y depósito del producto en los sitios y con la disposición señalados en el proyecto.

Medición

a) El despalme y regreso del despalme, se medirán en metros cúbicos, con aproximación al centésimo, recomendándose que su medición se haga con cinta y nivel fijo.

b) El despalme se medirá en el sitio de ejecución tomando como base los volúmenes de proyecto, haciendo las modificaciones que resulten necesarias por cambios ordenados.

c) No se medirá para efectos de pago el despalme que el Contratista ejecute fuera de las superficies señaladas por el proyecto.

Excavación. Después de la apertura de bitácora se inicia el proceso de construcción de los elementos de la radio base. Se inicia la excavación para la base de la torre, cabe recordar que depende del tipo de suelo que se tenga, para poder conocer que maquinaria se va a utilizar. Normalmente se cuenta con una retro excavadora para este trabajo, el proceso de excavación dura tres días promedio, que durante este lapso de tiempo se esta realizando el habilitado del acero para la misma. Se debe de poner mayor atención a la profundidad de excavación y a la altura mínima de desplante requerida que viene en el proyecto, esta debe ser la menor localizada en cualquier punto del perímetro de la excavación para asegurar que se cumpla esta altura. Al mismo tiempo es necesario que durante el proceso de la excavación se tenga precaución ya que se puede encontrar material suelto y puede haber una falla en la estabilidad del talud y provocar un derrumbe que afecte a la seguridad de la gente que se encuentra trabajando en la zona. En ocasiones viene dentro de los alcances del proyecto un ademe, sin embargo existen proyectos donde no viene mencionado y que la supervisión debe de pedir cuando sea necesario para poder terminar la excavación. Las excavaciones son operaciones necesarias para extraer, y si es preciso, remover previamente parte de un terreno.

Dependiendo del nivel que alcance el agua en las excavaciones, estas pueden ser excavaciones en seco ó excavaciones en agua.

Cuando las excavaciones son en agua se distinguen dos casos:

Cuando el tirante de agua sea susceptible de abatir hasta el nivel de trabajo, en cuyo caso la excavación se considerará en seco.

Cuando el tirante de agua no sea susceptible de abatir por medios económicos a juicio de la Residencia., en cuyo caso se considerará la excavación en agua.

Atendiendo al procedimiento de ataque, las excavaciones se dividen en:

- a) Excavaciones a mano.
- b) Excavaciones con máquina.
- c) Excavaciones mixtas.

Clasificación. Por lo que se refiere a la dificultad de su excavación, los materiales se dividen en:

Material A. Es aquel que se puede atacar con pala si la excavación es hecha a mano, no requiriendo el uso de pico aun cuando éste se emplee para facilitar la operación. Este material es el que puede ser eficientemente excavado con escrepa de capacidad adecuada por ser jalada con un tractor de orugas de 90 a 110 caballos de potencia en la barra, sin auxilio de arados o tractores, aun cuando ambos se utilicen para obtener mayores rendimientos; o por excavadoras mecánicas montadas sobre tractor de orugas o cualquier otro equipo similar.

Los materiales comúnmente clasificados en este inciso son los suelos poco o nada cementados, con partículas menores de 7.5 cm. de diámetro. Ello no implica que otro tipo de material no pueda quedar clasificado en este inciso, si satisface las características señaladas al principio.

Material B. Es aquel que requiere el uso de pico y la pala si la excavación es hecha a mano. Este material es el que por la dificultad de extracción y carga solo puede ser excavado eficientemente por tractor de orugas con cuchilla de inclinación variable, de 140 a 160 caballos de potencia en la barra o con pala mecánica de capacidad mínima de 1.00 M3 sin el uso de explosivos, aunque por conveniencia se utilicen para aumentar el rendimiento; o bien, que pueda ser aflojado con arado de 6 toneladas halado con tractor de orugas de 140 a 160 caballos de potencia en la barra.

Se considera como material B, las piedras sueltas menores de 1/2 metro cúbico y mayores de 20 cm. de diámetro.

Los materiales más comúnmente clasificados como material B, son las rocas muy alteradas, conglomerados medianamente cementados, areniscas blandas y tepetates, haciéndose desde luego la misma salvedad que la asentada a este respecto en el inciso A.

Material C. Si la excavación es hecha a mano, es el material que solo puede removerse con cuña y marro, o con el uso de explosivos. Además también se considerarán como Material C las rocas sueltas que aisladamente cubiquen más de 1.00 M3. Entre los materiales comúnmente clasificados como Material C, se encuentran las rocas basálticas, las areniscas blandas y los conglomerados fuertemente cementados, calizas, riolitas, granitos y andesitas sanas.

Cuando en una excavación se encuentren mezclados materiales A), B) y C), estos se clasificarán en función de la proporción en la que intervengan, debiendo observarse al respecto las siguientes disposiciones:

Para clasificar un material se tomará en cuenta la dificultad que haya presentado para su extracción, asimilándolo al que corresponda de los materiales A), B) o C). Siempre se mencionarán los tres tipos de materiales antes citados para determinar claramente de cual se trata y en que proporción interviene.

Ejecución.

A) El equipo para excavación deberá ser previamente autorizado por la Supervisión.

B) Las dimensiones de las excavaciones, niveles y taludes, serán fijadas en el proyecto y/o por la Supervisión.

C) Las excavaciones para cimientos y zanjas para tuberías deberán tener la holgura mínima necesaria fijada por la Supervisión para que se pueda construir el tipo de cimentación proyectada.

D) Los materiales resultantes de la excavación deberán emplearse o depositarse en el lugar y forma indicados por la Supervisión.

E) La Supervisión decidirá cuándo los taludes de la excavación puedan servir de molde al colado.

F) Todos los taludes serán acabados ajustándose a las secciones fijadas por la Supervisión. Todas las rocas sueltas, derrumbes, y en general todo material inestable de los taludes será removido.

G) Se construirán las obras de protección necesarias para evitar derrumbes o inundaciones de las excavaciones, con aprobación previa de la supervisión.

H) El fondo inferior de las excavaciones para cimientos deberá quedar formando una superficie limpia de raíces, troncos o cualquier material suelto.

I) Cuando la cimentación deba hacerse en suelo que pueda ser afectado por el intemperismo, en un grado tal que pudiera perjudicar la estabilidad de la construcción, la excavación se efectuará siguiendo las normas que al efecto fije la Supervisión.

J) Cuando las excavaciones provoquen bufamientos que puedan ser perjudiciales a la construcción, la excavación se ejecutará con el procedimiento que indique la Supervisión.

K) Las grietas que pudiera presentar el lecho de roca o suelo de cimentación, se llenarán con concreto, mortero o lechada de cemento, según lo ordene la Supervisión.

L) Cuando se requiera bombeo, el contratista someterá a la consideración de la Supervisión el equipo que pretenda usar, debiendo contar con su aprobación para emplearlo.

M) Cuando se autorice el uso de explosivos, el Contratista estará obligado a ejecutar las obras de protección necesarias para garantizar la seguridad de terceros o de la propia Supervisión y de acuerdo con los lineamientos establecidos por la SEDENA

N) Para excavaciones en agua, la Supervisión ordenará los procedimientos de ataque a seguir, en función de las características específicas que presente la obra de que se trate.

Suelo-Cemento. En muchas ocasiones se necesita realizar uno Mejoramientos (Suelo-Cemento) y que nos servirán a la calidad y costo de la obra. Un suelo cemento es material resultante de la combinación y mezcla de suelos con cemento Pórtland cal o puzolana, que se emplea como relleno o para recubrir las superficies de excavaciones. Operaciones con las que se logra restituir a líneas y niveles de proyecto a una sección sobre-excavada o para proteger como revestimiento de superficies.

Los materiales que se utilizan en la fabricación del suelo-cemento son los siguientes:

Cemento Pórtland

Cal Hidratada

Puzolanas

Suelos

Agua

La proporción de los materiales para obtener las características deseadas, será del 7% en capas de 20 cm. Y compactada al 90 %

Cementante. De acuerdo con lo fije el contrato respectivo, el cemento, cal o puzolana podrá ser proporcionado por la Supervisión o por el Contratista.

Suelos. Salvo indicación en contrario, se utilizarán materiales de todo tipo de suelos que existan en los sitios aledaños al lugar con los que se vaya a fabricar suelo-cemento. Se exceptúan los suelos orgánicos y arcillas de alta plasticidad.

Agua. El agua se obtendrá de los sitios que fije la supervisión y siempre será proporcionada por el Contratista.

Ejecución. Los conceptos de trabajo relacionados con esta Norma comprenderán las siguientes operaciones.

Fabricación

Colocación

A. Curado

Fabricación. La elaboración del suelo-cemento podrá ejecutarse a mano o con revoladora. El suelo y el cementante se mezclarán preferentemente en seco hasta obtener una revoltura de color uniforme; posteriormente se agregará la cantidad de agua que fije el laboratorio, revolviendo nuevamente hasta lograr una mezcla homogénea.

Colocación. El suelo cemento se colocará dentro de las líneas y niveles que fije el proyecto. Antes de iniciar la colocación del suelo-cemento, las superficies por recubrir deberán estar libres de materiales sueltos o inestables y en general

cualquier material indeseable. Las superficies sobre las cuales se vaya a colocar el suelo cemento, se humedecerán previamente.

La mezcla se colocará, tendiéndola en capas uniformes y apisonándolas hasta obtener el espesor fijado en el proyecto sobre todo en el caso de emplearse como revestimiento. Para dar por terminada la colocación de un suelo-cemento, se verificará el alineamiento, taludes, elevaciones, espesor, acabados y compactación de acuerdo a lo señalado en el proyecto.

Curado. Una vez que se haya colocado el suelo cemento, deberá curarse para lograr un endurecimiento correcto, dicho curado se hará mediante la aplicación de riegos ligeros con el cuidado necesario para no remover el material recién colocado.

Alcances. Toda la mano de obra, los equipos, accesorios y herramientas necesarias.

Medición. Los conceptos de trabajo a que se refiere este capítulo, se medirán tomando como unidad el metro cúbico con aproximación de un (0.01) centésimo. El suelo cemento se medirá ya colocado, tomando como base los volúmenes de proyecto y considerando las modificaciones necesarias por cambios ordenados. No se medirá el suelo cemento que el Contratista coloque para rellenos de las sobre excavaciones causadas por el mismo. No se medirá el suelo cemento que el Contratista haya colocado deficientemente, ni los trabajos que tenga que realizar para corregirlos en la forma que indique la Supervisión.

El agua que se emplee tanto para mezclado como para el curado del suelo cemento, será proporcionado por el Contratista, incluyendo el costo de obtención y transporte hasta el lugar. Su costo estará incluido en el precio del suelo cemento colocado.

Plantilla. Después de colocar el suelo cemento, viene el colado de Plantillas para desplante del acero de la cimentación. Se coloca sobre el terreno para desplante de la cimentación. Las plantillas tienen como finalidades principales proporcionar una superficie uniforme y limpia para los trabajos de trazo y desplante, así como evitar la contaminación de los materiales con que se

construyen los cimientos. En función del tipo de materiales que se empleen en su construcción, las plantillas pueden ser de:

Concreto simple.

Pedacearía de tabique.

Arena o grava.

Ejecución:

Materiales para plantillas de concreto.

Cemento.

Agua.

Grava o piedra triturada.

Arena.

Pedacearía de tabique.

Los materiales antes citados deberán cumplir con lo indicado en estas Especificaciones.

Ejecución. La superficie del terreno sobre la que se va a colocar la plantilla, deberá estar exenta de troncos, raíces, hierbas y demás cuerpos extraños que estorben o perjudiquen el trabajo. El terreno deberá compactarse en la medida que indique el proyecto, procurando que dicha operación no rompa la estructura del terreno. Previamente al colado de la plantilla, la superficie del terreno de desplante deberá estar húmeda, con el objeto de evitar pérdidas del agua de fraguado. Tanto el espesor de la plantilla como la resistencia del concreto empleado, serán fijados por el proyecto, pero no deberán ser menores de 5 cm. y 100 Kg/cm², respectivamente. Por lo que se refiere al concreto, se atenderá a lo especificado en el capítulo C-007 de estas especificaciones. Para lograr la compactación y vibrado necesarios en el concreto, podrá usarse cualquier procedimiento siempre que se evite la mezcla del concreto con el material del suelo. En el momento que se llega a la profundidad mencionada, se debe de fabricar la plantilla que sirve para proteger el acero de la zapata para la cimentación de la torre.

Acero de refuerzo. Posteriormente, ya fraguado el concreto de la plantilla se procede a bajar el acero que se ha habilitado.

Al mismo tiempo se debe de habilitar también el acero para la base de la caseta y generador de acuerdo a los planos estructurales revisados por la supervisión.

Los elementos estructurales de acero que se usan asociados al concreto para absorber cualquier clase de esfuerzos. Dentro de este concepto quedan incluidas las varillas, alambres, cables, barras, soleras, ángulos, rieles, rejillas de alambre, metal desplegado u otras secciones o elementos estructurales que se usen dentro o fuera del concreto.

Ejecución. El acero de refuerzo deberá satisfacer todos los requisitos especificados en los proyectos respectivos así como a los señalamientos que a este respecto se hacen en las especificaciones generales de construcción. En cualquier caso, la procedencia del acero de refuerzo deberá ser de un fabricante certificado. Cada remesa de acero de refuerzo recibida en la obra deberá considerarse como lote y estibarse separadamente de aquel cuya calidad haya sido ya verificada y aprobada. Del material así estibado se tomarán las muestras necesarias para efectuar las pruebas correspondientes. Siendo responsabilidad del Contratista realizar dichas pruebas, en caso de que los resultados de las pruebas no satisfagan las normas de calidad establecidas, el material será rechazado. El acero de refuerzo deberá llegar a la obra libre de oxidación, exento de aceite o grasa, quiebres, escamas, ojeadoras y deformaciones en su sección. El acero de refuerzo deberá almacenarse clasificándolo por diámetros bajo cobertizo, colocándolos sobre plataformas, polines u otros soportes y se protegerá contra oxidaciones y cualquier otro deterioro. Cuando por haber permanecido un tiempo considerable en la obra. Otro deterioro. Cuando por haber permanecido un tiempo considerable en la obra sin utilizarlo, el acero de refuerzo se haya oxidado o deteriorado, se deberán hacer nuevamente pruebas de laboratorio para determinar su utilización.

Doblado de las varillas. Con el objeto de proporcionar al acero la forma que fije el proyecto, las varillas de cualquier diámetro se doblarán en frío. No se permitirá el calentamiento de varillas torcidas o estiradas en frío.

Ganchos y dobleces. A menos que el proyecto indique otra cosa, los dobleces y ganchos de anclaje se sujetarán a las disposiciones del A.C.I. debiendo cumplir

además los siguientes requisitos: En estribos y varillas empalmadas, los dobleces se harán alrededor de un perno que tenga un diámetro igual o mayor a dos veces el diámetro de la varilla. Los ganchos de anclaje deberán hacerse alrededor de un perno que tenga un diámetro igual o mayor a seis veces el diámetro de la varilla. En las varillas mayores de 2.5 cm. de diámetro, los ganchos de anclaje deberán hacerse alrededor de un perno igual o mayor a ocho veces el diámetro de la varillas. No se permitirá bajo ningún motivo el reenderezado y doblado de varillas.

Juntas de acero de refuerzo. Todas las juntas en el acero de refuerzo se harán por medio de traslapes con una longitud igual a 40 diámetros de las varillas empalmadas, salvo indicación especial en contrario. Los empalmes no deberán hacerse en las secciones de máximo esfuerzo, salvo que se tomen las precauciones debidas, tales como aumentar la longitud del traslape o usar como refuerzo adicional hélices o estribos alrededor del mismo, en toda su longitud. En caso de que se especifiquen juntas soldadas, éstas se efectuarán de acuerdo con las normas de la American Welding Society y de tal manera que sean siempre capaces de desarrollar un esfuerzo a la tensión igual al 125% de la resistencia de fluencia especificada para el acero de refuerzo en el proyecto. Estas capacidades serán controladas por medio de las pruebas físicas y radiográficas que se consideren en el control de calidad respectivo. No deberá traslaparse o soldarse más del 50% del acero de refuerzo en una misma sección. Las juntas en una misma barra no podrán estar más cercanas una de otra de una longitud equivalente a 40 diámetros, midiéndose ésta entre los extremos más próximos de las varillas.

Colocación del acero de refuerzo: El acero de refuerzo deberá colocarse en las posiciones, forma, longitudes, separaciones y área que fije el proyecto. La distancia mínima de centro a centro entre dos varillas paralelas debe ser cuando menos de 2 1/2 veces su diámetro si se trata de varillas redondas o 3 veces la dimensión diagonal, si se trata de varillas cuadradas; en todo caso la separación de las varillas no deberá de ser menor 38 mm. Que es el tamaño máximo del agregado grueso, debiéndose dejar un espacio apropiado con el objeto de que pueda pasar el vibrador a través de ella. Las varillas paralelas a la superficie exterior de un miembro quedarán protegidas por recubrimiento de concreto de

espesor no menor a su diámetro o a su magnitud diagonal si se trata de varillas cuadradas, pero en ningún caso se podrá reducir dicho recubrimiento a menos de 2.5 cm. si los planos no indican un recubrimiento mayor. Al colocarse deberá hallarse libre de oxidación, tierra, aceite o cualquier otra sustancia extraña, para lo cual deberá limpiarse siguiendo el procedimiento establecido por las normas respectivas.

Una vez que esté terminado el armado, la supervisión hará una cuidadosa revisión de este, siendo indispensable su aprobación para proceder al colado. El armado deberá estar perfectamente alineado y a plomo.

Cimbra. Ya colocado en acero, se procede al proceso de Cimbra y Descimbra, la cimbra es el conjunto de obra falsa y molde para un colado o para la construcción de una mampostería. Molde, es la parte de la cimbra formada por los elementos que estarán en contacto directo con el concreto o con la mampostería, y por aquellos otros que sirven para darle forma y rigidez a la superficie de contacto. Obra falsa, es parte de la cimbra que sostiene a los moldes en su lugar.

Diseño de la cimbra: Las cimbras se construirán de acuerdo con el proyecto presentado por el Contratista y aprobado por la supervisión. Esta aprobación no releva al Contratista de la responsabilidad para que la cimbra llene los requisitos de estabilidad, acabado y los que después se indican. El contratista deberá colocar cuando menos dos andamios para poder subir a los pisos superiores, los cuales tendrán un ancho mínimo de 1.00 m. y estarán formados por vigas o tablones con travesaños y pasamanos: el precio de los andamios antes descritos, queda incluido dentro de los precios unitarios de los concretos. En el diseño de la cimbra deberán considerarse los siguientes factores.

Rapidez y procedimiento de colocación del concreto.

Cargas, incluyendo carga viva, muerta, lateral e impacto.

Materiales por usarse y sus correspondientes esfuerzos de trabajo.

Deflexión, contra flecha y excentricidad.

Contraventeo horizontal y diagonal.

Traslapes de puntales.

Desplante adecuado de la obra falsa.

Ejecución: Tanto el molde como la obra falsa se construirán con madera, metal u otro material especificado en el proyecto respectivo. El tipo de materiales que se empleen serán los especificados en el proyecto y deberán ajustarse a las normas de calidad indicadas por las especificaciones generales de construcción.

Ejecución de la Cimbra: Por lo que se refiere a su ejecución propiamente dicha, se observarán las siguientes recomendaciones: Las cimbras se ajustarán a la forma, líneas y niveles especificados en los planos. Las cimbras deberán estar contra venteadas y unidas adecuadamente entre sí para mantener su posición y forma durante su uso. Los moldes deberán tener la rigidez suficiente para evitar las deformaciones debidas a la presión de la revoltura, al efecto de los vibradores y las demás cargas y operaciones relacionadas con el vaciado del concreto. Los moldes deberán ser estancos para evitar la fuga de la lechada y de los agregados finos durante el vaciado, vibrado y compactado de la revoltura. Todos los moldes se construirán de manera que puedan quitarse, una vez cumplido el tiempo de descimbrado especificado, sin recurrir al uso de martillos y/o palancas para separarlos del concreto recién colado. No se iniciará un colado si en la cimbra existen cuñas, taquetes u otros elementos sueltos, o bien si no está construida de acuerdo con el proyecto aprobado. Los pies derechos irán sobre rastras y estarán colocados sobre cuñas de madera de tal forma que se pueda controlar y corregir cualquier asentamiento. Los pies derechos del piso superior deberán coincidir con los del piso inferior en lo que se refiere a su eje vertical. Salvo indicación en contrario, todas las aristas vivas llevarán un chaflán que consistirá en un triángulo rectángulo con catetos de 2.5 cm. Para el caso específico en que los moldes se hayan construido de madera, la superficie en contacto con el concreto deberá humedecerse antes del colado. Queda expresamente prohibido el uso de separadores de madera en el interior de los moldes que pudieran desplazar al concreto.

En lo que respecta a su limpieza, esta deberá apegarse a las indicaciones siguientes:

Previamente a la colocación del acero de refuerzo, a la parte de los moldes en contacto con el concreto se le aplicará una capa de aceite mineral o de cualquier otro material aprobado, antes de cada uno de sus usos. Al iniciar el colado, la

cimbra deberá estar limpia y exenta de toda partícula extraña, suelta o adherida al molde. Para tal fin el Contratista utilizará los medios que considere adecuados para llevar a cabo dicha limpieza. Cuando por procedimiento sea necesario, se dejarán "ventanas" para facilitar la limpieza previa al colado así como el colado mismo y las inspecciones que al efecto se requieran. La limpieza de los moldes estará sujeta a la inspección de la supervisión, sin cuya aprobación no podrá iniciarse un colado. Por lo que se refiere a su uso, los moldes podrán emplearse tantas veces como sea posible, siempre y cuando el Contratista les proporcione el tratamiento adecuado para obtener el mismo tipo de acabado que señale el proyecto.

Descimbrado: La remoción de la cimbra se hará de acuerdo a lo especificado las cimbras se quitarán de tal manera que siempre se procure la seguridad de la estructura. No se descimbrará aquellas porciones de estructura que no estén apuntaladas adecuadamente para soportar durante la construcción cargas que excedan a las de diseño. La remoción de los moldes se hará sin dañar las superficies del concreto recién colado. Para remover los moldes y la obra falsa no deberán usarse procedimientos que sobré fatiguen la estructura. En las maniobras de descimbra, los apoyos de la obra falsa (cuñas, gatos, etc.) deberán operarse de manera que la estructura tome su esfuerzo uniforme y gradualmente.

Tiempos de descimbrado: La determinación del tiempo que deben permanecer colados los moldes y la obra falsa depende del carácter de la estructura, de las condiciones climáticas y del tipo de cemento empleado.

Cuando se hayan tomado cilindros de pruebas del concreto, la remoción de los moldes y de la obra falsa podrá iniciarse cuando el concreto haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar las cargas permanentes a que quedará sujeta la estructura.

Concreto. Teniendo colocada la cimbra se procede al vaciado del concreto tanto de la base de caseta, torre y generador, este proceso es indistinto en su orden. El concreto es el resultante de la mezcla y combinación de cemento, agua y agregados pétreos, dosificados adecuadamente.

Ejecución: Los materiales que se emplean en la fabricación del concreto hidráulico son los siguientes: Cemento Pórtland en todos sus tipos, cemento Pórtland puzolánico, cemento Pórtland de escorias y cemento de escorias.

Agregados.

Agua.

Aditivos.

Cemento:

Cuando no se especifique determinado tipo de cemento en el proyecto, deberá entenderse que se usará cemento Pórtland Tipo I. El cemento que se utilice deberá ser de una marca de reconocida calidad, previamente aprobada por el laboratorio de la contratista. Excepcionalmente podrá usarse un cemento de marca nueva o sin antecedentes, sin que se hayan llevado a cabo los ensayos y cuando se realicen pruebas de laboratorio de lote cuyo uso se pretende y que estas pruebas arrojen resultados satisfactorios. Ningún cemento podrá emplearse cuando tenga más de un mes de almacenamiento a menos de cumplir con los requisitos de una nueva prueba de laboratorio. Por ningún motivo se usará el cemento que no tenga cuando menos una semana de fabricado. Cuando por motivos justificados el Contratista pretenda usar cemento de un tipo diferente del especificado, podrá hacerlo mediante la autorización previa de la supervisión y sin que esto implique variación en el precio unitario.

Agregados. Los agregados finos y gruesos se obtendrán de los bancos o depósitos fijados por la Residencia. o bien los propuestos por el Contratista y aprobados por la Residencia. El contratista deberá proporcionar muestras de los materiales que va a utilizar, cuando menos quince días antes de la fecha fijada para dar principio al colado.

Agregados finos. El agregado fino será arena, ya sea natural u obtenida por trituración o una combinación de ambas.

Agregados gruesos. El agregado grueso será piedra triturada, grava natural o escoria de altos hornos, o bien una combinación de ellas y deberá reunir los requisitos señalados en estas especificaciones y cumplir además con las normas de calidad señaladas en las Especificaciones Generales de Construcción.

Agua. El agua que se emplee en la elaboración del concreto y en el curado del mismo deberá reunir los requisitos señalados en estas especificaciones. El agua para la elaboración deberá estar exenta de materiales perjudiciales tales como aceite, grasas, etc.

Aditivos. Se denominan aditivos aquellas sustancias que se añaden al concreto para modificar ciertas características tales como su manejabilidad, tiempo de fraguado, impermeabilidad, resistencia al ataque de ciertas sustancias, segregación, expansión, resistencia al desgaste, repelencia al agua, color, etc.

Revenimiento. El concreto tendrá el revenimiento fijado en el proyecto y de acuerdo a las características de cada estructura.

Revolturas a máquina. La revoltura de los materiales deberá hacerse siempre a máquina, excepto en los casos en que la supervisión apruebe la revoltura hecha a mano y siempre que el concreto resultante vaya a ser empleado en elementos no estructurales o en pequeños colados cuyo volumen no exceda de un metro cúbico. El contratista deberá utilizar el equipo propuesto en sus procedimientos según los requerimientos del proyecto y las especificaciones además de evitar la posibilidad de suspender los trabajos en detrimento del programa de obras por la falta de equipo. En caso de que sucediera esta eventualidad, el Contratista deberá corregirlas o, en su defecto, retirar la maquinaria defectuosa y reemplazarla por otra en buenas condiciones.

Cuando por algún motivo después de hecha la mezcla, tenga que dejarse esta en el interior de la revolvedora, no deberá permanecer en ella más de treinta minutos y antes de vaciarla, deberá volverse a mezclar por lo menos durante un minuto. Cuando la mezcla permanezca dentro de la revolvedora más de treinta minutos deberá desecharse. Siempre que se suspenda la operación de una revolvedora, deberá lavarse inmediatamente la tolva, el tambor y los canales para quitarles las capas de lechada adheridas.

Podrá utilizarse concreto en camión revolvedor, siempre y cuando el tiempo de transporte no exceda de treinta minutos y que la revoltura de los materiales se efectúe durante el trayecto de la planta de dosificación al sitio en el cual va a ser colocado. Además el producto así elaborado, al llegar a su destino, deberá reunir

las características fijadas en el proyecto y cumplir con todas y cada una de las disposiciones señaladas al respecto en estas especificaciones.

Transporte. De acuerdo con el tipo y características de la obra de que se trate, el transporte de la revoltura se podrá hacer de acuerdo con alguna de las formas siguientes: Con carretillas vagonetas, cubetas o camiones. Cuando se emplee este tipo de equipo no se permitirá que ruede directamente sobre el acero de refuerzo colocado, debiéndose construir para ello las pasarelas apropiadas. Con canalones, bandas transportadoras o tubos (trompas de elefante) que deberán disponerse de manera que se prevenga cualquier segregación y/o clasificación de los materiales. El ángulo de caída deberá ser el adecuado para que se permita el flujo de la revoltura sin provocar segregación de los materiales. Si es preciso y siempre que el flujo de la revoltura se mantenga dentro de ciertos límites, pueden establecerse tramos intermedios de canal, con cambios de dirección. Por medio de bombeo. El equipo deberá instalarse de tal manera que no produzca vibraciones que puedan dañar al concreto en proceso de fraguado. La operación de bombeo deberá hacerse con flujo de continuo de la revoltura. Cada vez que se suspenda el bombeo, la revoltura que permanezca en el interior de la tubería deberá removerse y lavarse escrupulosamente todo el resto del equipo expuesto al contacto con la mezcla. En ninguno de los casos a que se hace referencia en los tres incisos anteriores, se usará revoltura que llegue a su destino final después de los treinta minutos siguientes a la iniciación de la mezcla, salvo que la supervisión autorice el empleo de aditivos retardadores del fraguado, en cuyo caso fijará el período máximo. Tampoco se permitirá que sufran alteraciones las propiedades de la mezcla, cualesquiera que ellas sean, por falta de limpieza y de condiciones adecuadas de operación de los medios de transporte.

Colado. Es la serie de operaciones necesarias para depositar el concreto recién elaborado en los moldes. Inspección previa: Para iniciar el colado, el Contratista deberá dar aviso a la supervisión con 24 horas de anticipación, con el objeto de que él o los representantes de este último, verifiquen que el contratista de cumplimiento de los siguientes requisitos. Que la cimbra cumpla con lo señalado en el capítulo de Cimbras de estas especificaciones, que el acero de refuerzo cumpla con lo indicado en el capítulo de Acero de Refuerzo de estas

especificaciones, que se limpien de toda partícula extraña o concreto endurecido, el interior de la revolvedora y el equipo de conducción y se reúnan las condiciones enunciadas en el capítulo correspondiente, Elaboración de concretos, que las condiciones climáticas sean favorables, y en caso contrario el Contratista deberá tomar las precauciones necesarias para llevar a cabo el colado, previendo, en un momento dado, interrumpirlo y protegerlo debidamente y que las tuberías y conductos ahogados en el concreto cumplan con lo siguiente :

Ejecución del colado. En el colado, cada uno de los frentes o capas deberá irse vaciando de modo que las revolturas se sucedan en su colocación de tal manera que cada una sea puesta y compactada en su lugar, antes de que la inmediata anterior haya iniciado su fraguado. Por ningún motivo se dejará caer la revoltura desde más de 3.0 m, de altura, cuando se trate de colado de columnas. Para los demás elementos estructurales, la altura máxima de caída será de 1.50 m. La revoltura se vaciará por frentes continuos cubriendo toda la sección del elemento estructural, a menos que se indique lo contrario, y la interrupción del colado se hará en los lugares previamente señalados por la supervisión. Queda expresamente prohibido acumular revoltura dentro de los moldes para después extenderla, así como el traspaleo de concreto para llenar moldes.

Vibrado. Dentro de los treinta minutos posteriores a la iniciación del mezclado, la compactación y acomodo de la revoltura se hará de manera que llene totalmente el volumen limitado por los moldes, sin dejar huecos dentro de su masa. Esto se obtendrá mediante los procedimientos siguientes:

Mediante el uso de vibradores de inmersión, de tal modo que se asegure el correcto acomodo de la revoltura en el interior de los moldes.

En la selección de los vibradores, se considerarán los siguientes factores:

- a-1) Volumen de la masa del colado por vibrar.
- a-2) Velocidad de compactación deseada.
- a-3) Peso y tamaño de la máquina para su manejo.

Juntas de construcción para cortes de colado. Las juntas de construcción se harán en los lugares y forma señalados en el programa de colado respectivo y, en el caso de no haber indicación alguna, estas deberán hacerse en el centro de los

claros. Antes de depositar el concreto fresco sobre el concreto ya endurecido, se revisarán y apretarán los moldes nuevamente. En caso de suspender el vaciado de la revoltura fuera de alguna junta, será necesario demoler todo el concreto colado, hasta llegar a la junta de construcción próxima anterior. Cuando por circunstancias imprevistas se requiera interrumpir un colado fuera de la junta de construcción señalada, el Contratista comunicará a la supervisión y solicitará la correspondiente autorización y, en este caso, el corte se hará en el lugar y forma indicada por el último, tomando en cuenta las características particulares del elemento estructural de que se trate.

Para ligar el concreto fresco con otro ya endurecido por efecto del proceso de fraguado, la junta de construcción correspondiente se tratará en toda su superficie de tal manera que quede exenta de materiales sueltos o mal adheridos, así como también de la lechada o mortero superficial, con objeto de lograr una superficie rugosa y sana. A continuación se limpiará la junta con chiflón de aire o agua, en cualquier caso los resultados deberán ser los indicados. Cuando específicamente lo indique el proyecto la superficie del concreto endurecido deberá someterse a la acción de un chiflón de arena con presión de 7 Kg/cm^2 (100 lbs/pulg²). Posteriormente al uso del chiflón de arena, deberán lavarse el concreto y los moldes.

Las juntas de construcción serán preparadas siguiendo las indicaciones comprendidas en los párrafos anteriores, deberán invariablemente humedecerse mediante riego de agua hasta lograr su saturación, cuando menos cuatro horas antes de iniciar el nuevo colado. Deberá transcurrir un mínimo de 24 horas entre el colado de columnas y muros, y el colado de vigas, trabes y losas, que se apoyan en los primeros. Las vigas, trabes, ménsulas, capiteles de columnas y acuartelamientos, se considerarán como parte del sistema del piso, y en tal virtud, deberán colarse simultáneamente.

Curado. Es el control de la humedad, temperatura y, en algunos casos, de la presión, durante un lapso determinado para que el concreto adquiera la resistencia proyectada. Para garantizar que el agua necesaria para el fraguado del concreto se tenga en la masa del mismo de una manera continua durante el tiempo de fraguado, se utilizan los siguientes procedimientos, mismos que se aplicarán

durante el lapso requerido, tomando en cuenta las condiciones climáticas del lugar y las características particulares del concreto que se trate.

Estructuras de concreto armado. Los elementos a construir normalmente son trabes, columnas, zapatas, losas y muros de contención que son las que nos darán los soportes de los elemento de la radio base. Hay que recordar que las estructuras de concreto armado son el conjunto de elementos resistentes, contruidos a base de concreto y acero de refuerzo que trabajando mancomunadamente, proporcionan estabilidad a un edificio. La forma, dimensiones, armados, fatigas de trabajo tanto del concreto como del acero, y demás características de resistencia y rigidez de los elementos que integran la estructura, estarán dadas por el proyecto.

Los elementos a los que se hace referencia en el párrafo anterior son, a título enunciativo pero no limitativo, los siguientes; zapatas, contra trabes y dados; columnas, muros, trabes y losas; arcos, bóvedas y membranas, dalas, castillos y diagonales.

Ejecución. Tanto los materiales que intervienen en la elaboración del concreto, en la fabricación de la cimbra y el acero de refuerzo propiamente dicho, deberán ajustarse a lo especificado en los capítulos correspondientes.

Durante el proceso de construcción de los elementos estructurales de concreto armado, deberán preverse los anclajes necesarios para sustentación de recubrimientos y plafones, así como para la liga entre la estructura con elementos tales como cadenas y castillos. Las tolerancias en la construcción de elementos estructurales con acabados comunes serán las que a continuación se señalan, en la inteligencia de que para acabados especiales regirán las que indique específicamente el proyecto.

No se aceptarán flechas en elementos horizontales mayores de $1/360$ del claro. En muros, columnas y demás elementos verticales, no se aceptarán mayores de $1/300$ de la altura; en alturas mayores de 6.00 se tolerará un máximo de 2 cm. Las irregularidades de la superficie colada no serán mayores de 2 mm., con relación al plano del proyecto. Las desviaciones en las líneas y niveles de proyecto, no serán mayores de 2 mm por cada metro de longitud de elemento, teniendo como valor máximo 1 cm. para dimensiones mayores a 5.00 M. En

cualquier elemento, la variación de las medidas de la sección fijada por el proyecto, no será mayor del 1% teniendo como valor máximo 1 cm., salvo que la supervisión autorice tolerancias diferentes en función del elemento estructural de que se trate. No se tolerará disminución alguna en el área de la sección transversal del acero especificada en el proyecto. Por error de corte y/o de medida, se aceptará como máximo una disminución de 2 cm. en la longitud de las barras de acero de refuerzo. No se aceptarán diferencias en posición de los doblados de las barras longitudinales de más de 5 cm. con respecto a lo que indique el proyecto. No se permitirán variaciones en la posición de las varillas mayores a 1 cm., salvo que la supervisión autorice tolerancias diferentes en función del elemento estructural de que se trate.

Rellenos. Al terminar el colado de los elemento de concreto viene el relleno de las excavaciones donde fueron alojados los mismos elementos en donde se deberá de tener cuidado al realizar la compactación ya que es uno de los puntos finos de la supervisión el no tener que regresar al contratista por causa de algún hundimiento en las zonas trabajadas. Atendiendo a las exigencias del caso, los rellenos pueden ser a volteo (sin compactar) o compactados. Se entiende por compactación la operación necesaria para lograr una reducción de volumen de los espacios entre las partículas de un material con el objeto de aumentar su peso volumétrico y su capacidad de carga.

Ejecución. Conforme al proyecto se fijarán las características de los materiales que puedan emplearse como relleno. Cuando la importancia de la obra lo requiera, el relleno se hará por capas del espesor fijado en el proyecto, dándole al material la humedad necesaria para alcanzar el grado de compactación que se requiera. Los rellenos se ajustarán a los procedimientos de ejecución propuestos según proyecto. Los rellenos se ejecutarán manualmente o con equipo mecánico según el caso. Los rellenos serán en capas de espesores no mayores de 20 cms proporcionando al material la humedad requerida y grado de compactación según proyecto.

Montaje de Torre. Posteriormente se realiza el montaje de la torre y caseta, la primera es la estructura que alberga las antenas de radio frecuencia, de micro

onda y las líneas de ambas y que son las que conectan a los equipos que se encuentran dentro de la caseta.

Placas y pernos de anclaje. Conjunto de partes fabricadas de acero que se emplean en construcción, para apoyo, fijación o transmisión de esfuerzos en estructuras. Los materiales que se emplean en placas y pernos de anclaje, son los enumerados en la tabla 5.

MATERIALES DE TORRE.
Placa de acero estructural
Placa de acero inoxidable
Placa de bronce
Barra de acero de sección circular o cuadrada
Soldadura
Concreto hidráulico
Mortero
Aditivos
Ejecución.

Tabla 5. Materiales de Torre.

En la instalación de las partes del anclaje en los dados previamente formados en la estructura, se observará lo siguiente:

Toda la superficie de la base superior del dado deberá estar limpia para poder recibir el relleno de concreto expansivo autonivelante o mortero.

Las barras de anclaje deberán también estar limpias de óxido, aceite, pintura u otro material, que impidan un buen contacto con el relleno.

La pieza de anclaje en conjunto o las barras, si estas se colocan previamente, deberán quedar fijas a la estructura en la posición que señale el proyecto,

terminadas o no en un gancho en el extremo embebido y con una rosca y tuerca en el opuesto.

Alcances. La fabricación de las piezas de anclaje, así como la colocación en su posición correcta, incluirán la adquisición del material, su habilitación y preparado.

Se deberá considerar el uso de equipos, herramientas, andamios y estructuras provisionales para la colocación de todas las partes que formen el anclaje, así como los materiales y mano de obra para cumplir con los requisitos que establece este capítulo y las especificaciones de proyecto. Se incluirá la limpieza y retiro tanto de los materiales sobrantes como del equipo utilizado.

Medición. Los criterios de medición quedarán establecidos en el contrato para la habilitación, fabricación y colocación de las placas y pernos de anclaje.

Para la fabricación o colocación se tomará como unidad, la pieza (pza.) terminada o el kilogramo (kg) con aproximación al centésimo (0.01), incluyendo desperdicios y descalibre.

El concreto expansivo autonivelante y el mortero se medirán de acuerdo a lo establecido en el contrato.

Montaje de Caseta. Cuando se encuentra ya armada la caseta, se inicia la obra eléctrica que se realiza desde el nicho de medición hasta el gabinete eléctrico de la caseta, incluyendo registros eléctricos y derivaciones hacia la base de generador.

Código de colores Los conductores eléctricos para alimentadores derivados o alimentadores a salidas especiales deberán ir plenamente identificados por colores, un color diferente por cada fase, así como para el neutro y tierra física, según la NOM-001-SEDE-2005 en materia de Instalaciones Eléctricas en vigor y de acuerdo a las tablas 6 a la 11.

CIRCUITOS MONOFÁSICOS A TRES HILOS.
Fase color negro.
Neutro color blanco o gris claro.
Tierra física color verde.

Tabla 6. Código de colores a tres hilos.

CIRCUITO BIFÁSICO A DOS HILOS.

Fase A color negro.

Fase B color rojo.

Tabla 7. Código de colores a dos hilos.

CIRCUITOS BIFÁSICOS A TRES HILOS.
--

Fase A color negro.

Fase B color rojo.

Neutro color blanco o gris claro.

Tabla 8. Código de colores bifásico a tres hilos.

CIRCUITOS BIFÁSICOS A CUATRO HILOS.
--

Fase A color negro.

Fase B color rojo.

Tierra física color verde.

Neutro color blanco o gris claro.

Tabla 9. Código de colores bifásico a cuatro hilos.

CIRCUITOS TRIFÁSICOS A CUATRO HILOS.

Fase A color negro.

Fase B color rojo.

Fase C color azul.

Neutro color blanco o gris claro.

Tabla 10. Código de colores trifásico a cuatro hilos.

CIRCUITOS TRIFÁSICOS A CINCO HILOS.
Fase A color negro.
Fase B color rojo.
Fase C color azul.
Neutro color blanco o gris claro.
Tierra física color verde.

Tabla 11. Código de colores trifásico a cinco hilos.

Deberán tener aislamiento THW todos los conductores para la tierra física de contactos polarizados y salidas especiales.

Para circuitos bifásicos y trifásicos, el calibre del cable del neutro deberá ser, como mínimo, del mismo calibre que el cable de las fases.

Conductores eléctricos o alimentadores principales. Los alimentadores principales se identificarán colocándoles en sus extremos visibles, cinta adhesiva plástica de los siguientes colores:

Fase A: Cinta negra cuando el forro del conductor sea de color diferente. Si éste es el color negro, no llevará cinta para su identificación.

Fase B: Cinta roja cuando el forro del conductor sea de color diferente. Si este es de color rojo, no llevará cinta para su identificación.

Fase C: Cinta azul cuando el forro del conductor sea de color diferente. Si este es de color azul, no llevará cinta para su identificación.

Neutro: Cinta blanca cuando el forro del conductor sea de color diferente. Si este es de color blanco, no llevará cinta para su identificación.

Tierra física: Cinta verde cuando el forro del conductor sea de color diferente. Si este es de color verde, no llevará cinta para su identificación.

Todos los conductores utilizados deberán ser del tipo THW-LS 90°.

Para conductores de calibre 1/0 con forro y mayores solo se utilizara Cinta para el marcado de los cables ya que solo se fabrican con forro en color negro.

Diámetro de Tuberías. La suma de la sección transversal de todos los cables incluyendo su aislamiento, en cualquier sección, no debe superar el 50% del área interior de la canalización (ver tabla 12).

TIPO	AREA DE SECCION TRANSVERSAL DEL CONDUCTOR MM2 (AWG)	DIAMETRO NOMINAL DEL TUBO MM											
		16	21	27	34	41	53	63	78	91	103	129	155
		13	19	25	32	38	51	63	76	89	102	127	152
THW -LS	2.082 (14)	9	15	25	44	60	99	142					
	3.307 (12)	7	12	19	35	47	78	111	171				
	5.260 (10)	5	9	15	26	36	60	85	131	176			
	8.367 (8)	2	4	7	12	17	28	40	62	84	108		
	13.30 (6)	1	2	4	7	10	16	23	36	48	62	97	141
	21.15 (4)	1	1	3	5	7	12	17	27	36	47	73	106
	33.62 (2)	1	1	2	4	5	9	13	20	27	34	54	78
	53.48 (1/0)		1	1	2	3	5	8	12	16	21	33	49
	67.43 (2/0)		1	1	1	3	5	7	10	14	18	29	41
	85.01 (3/0)		1	1	1	2	4	6	9	12	15	24	35
	107.20 (4/0)			1	1	1	3	5	7	10	13	20	29

Tabla 12. Diámetro nominal de tubo.

Tuberías y Accesorios. Siempre que la distancia lo permita, se procurará instalar los tubos enteros, evitando el uso de pedacearía y coples, con el fin de dar mayor rigidez a la instalación.

Las tuberías para canalizaciones eléctricas deberán estar perfectamente lisas en su interior, y sus extremos deberán estar libres de rebabas y aristas cortantes.

Las tuberías tipo conduit de pared gruesa se colocarán en muros o entre el plafón y la losa, el tipo de tubería conduit será de pared gruesa galvanizada.

En la instalación de tuberías entre dos registros consecutivos no se permitirán más de dos curvas de 90°, o su equivalente.

Cuando sea necesario hacer curvas o dobleces (bayonetas) en tuberías deberán hacerse con dobladoras de mano; para diámetros mayores de 50 mm se harán con doblador hidráulico.

Peinado de Cables. Los tableros e interruptores serán los que indique el proyecto, con conexión atornillable o enchufable y que cumplan con la Norma Oficial Mexicana.

Todos los tableros de distribución, que alimenten circuitos para contactos, deberán contar con una barra adicional para conectar las tierras físicas,

independientemente de la barra de neutros y aislada eléctricamente de las partes metálicas.

Interruptores. Los interruptores serán termomagnéticos adecuados a la carga, voltaje y capacidad interruptiva de diseño. Los interruptores de seguridad tipo navajas serán con palanca de operación al frente.

Los conductores dentro de los tableros deberán estar perfectamente alineados y peinados con cinchos de plástico.

Todos los tableros deberán tener un cuadro de identificación de los circuitos que controlan las diferentes zonas, protegida con mica.

Una vez conectadas todas las cargas en condiciones normales de operación, los tableros deberán balancearse en sus fases, de acuerdo a normas, no excediendo el 5% de desbalanceo.

Luminarias. Las luminarias con sus lámparas serán instaladas conforme a los planos de diseño y a las instrucciones del fabricante. Quedaran colgadas del techo mediante cadenas u otro elemento también indicado en plano. Las luminarias deberán de quedar debidamente niveladas, instaladas y probadas. No se permite soportar las unidades del plafón (adecuación de casetas) o de otras instalaciones existentes.

Tuberías. La tubería Galvanizada o de P.V.C. se instalara entre el nivel de plafón y losa soportándose por medio de unicanal, abrazaderas para unicanal, y varillas roscadas. Los soportes se deben de colocar a cada 2.5 mts. En todo lo largo de la trayectoria (ver figura 7, 8 y 9).

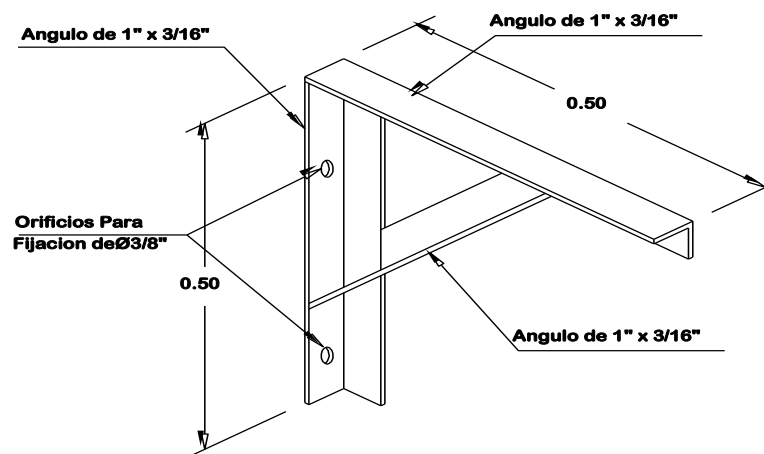


Figura 7. Detalle

soporte tipo Ménsula.

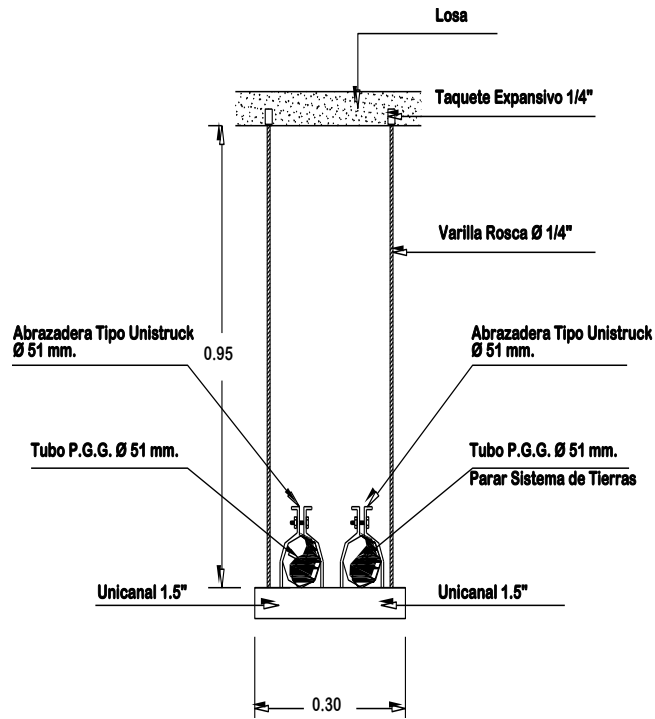


Figura 8. Detalle soporte tipo Columpio.

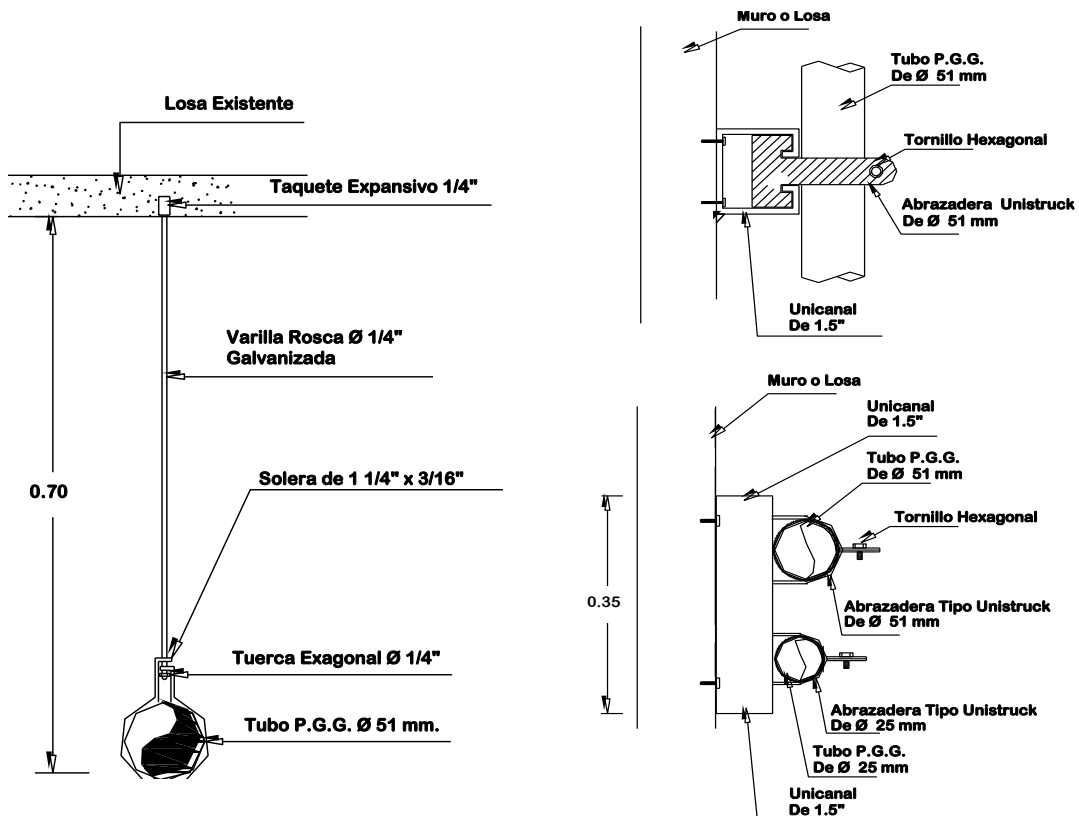


Figura 9. Detalle soporte tipo Pera

Polarización de Contactos. Debe de respetarse la polaridad eléctrica y el código de colores en el aislamiento de los cables como se muestra en la figura 10.

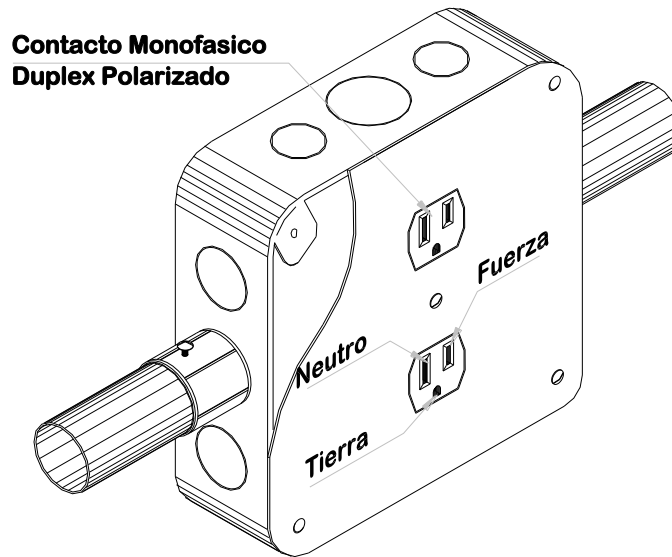


Figura 10. Detalle soporte tipo Pera

Existe un aparato electrónico llamado Tester, que por medio de Lets Luminosos, indican si la polaridad de los cables esta invertida y es una manera muy fácil de emplearlo sin la necesidad de estar quitando la tapa de los contactos para verificarlo visualmente.

Sistemas de Tierras. Posteriormente ya realizada la instalación de la cometa se realiza el sistema de tierras, que, aunque vale la pena decir, ya ha sido iniciado para poder aterrizar los elementos estructurales como el acero de refuerzo en la base de caseta y torre, así como la del generador. El sistema de tierras es uno de los sistemas principales para la protección contra sobre tensiones eléctricas, tableros, máquinas eléctricas en general.

Este sistema esta formado principalmente por un anillo formado por cable cal. 2/0 desnudo y electrodos tipo varilla o tipo rehilete, así como un pararrayos tipo Dipolo.

Varillas. Las varillas son de una longitud de 2.4 mts. De largo por 3/8" de diámetro. Y la separación entre ellas es de 3.0 mts. Si se tiene el espacio suficiente es recomendable que la separación entre varillas sea del doble de la

longitud de la Varilla, o sea 4.8 mts. Las varillas son empleadas cuando la dureza del terreno es muy poca. Los supervisores de obra deben de tener cuidado cuando la empresa contratista realice el hincado de las varilla, porque es muy común que al dificultarse el hincado corten la varilla dejándola de menor longitud y el sistema quedaría deficiente.

Rehiletos. Los Rehiletos son fabricados por medio de placas de cobre soldadas a una varilla. No se permite los rehiletos que sus placas estén remachadas o atornillados. Son recomendados para su instalación en donde la dureza del terreno es muy alta o en lugares en donde se encontré el terreno muy rocoso.

Para el mejoramiento del terreno y reducir la resistencia de contacto, no se puede utilizar directamente cloruro de sodio, bentonita u otro componente que corroa con rapidez los electrodos. Se permite utilizar los mezclas químicas que realizan los fabricantes de los electrodos, como son GEM, Terra ep, Ep tr.

Las conexiones entre electrodos y cables deben de ser por medio de soldaduras tipo Cadweld. Antes de realizar estas conexiones se debe de limpiar el cobre para que quede libre de impurezas.

Al termino de realizar todas las conexiones se deben de realizar pruebas la sistema para comprobar la continuidad del sistema y si no existe alguna Terminal abierta o una soldadura mal realizada. También se debe de realizar la medición del sistema de tierras para comprobar que el valor de resistencia no sea mayor a 3 ohms. En caso de sobre pasar este valor, es necesario reforzar el sistema, colocando mas electrodos en forma radial hasta que se obtenga el valor requerido.

Todos los cables del sistema de tierras que estén expuestos, se deben de ahoga en un tubo de P.V.C de 1" de diámetro y rellenos de concreto, esto es para evitar robos a los cables. Así también se debe de proteger el cable que forman los halos por medio de varillas estructurales de 3/8, esta varilla debe de tener un dobles en forma de gancho en uno de sus extremos para que este sujete al cable al momento de enterrar la varilla, esta varilla debe de tener una longitud de 0.60 mts. Estos ganchos se deben de distribuir en varios puntos del sistema que puedan estar más vulnerables.

Malla Ciclónica, muros y protección de sitio. Ya iniciados los trabajos mencionados, se inicia la construcción de Castillos y cadenas para la instalación de la malla ciclónica que sirve para darle protección a la radio base:

Refuerzos de concreto armado en muros de mampostería. Las finalidades principales de los castillos y cadenas son las siguientes.

Rigidizar muros. Cuando el proyecto estructural lo indique, proporcionar la liga requerida de los muros a la estructura, a efecto de que trabajen ambos mancomunadamente.

Ligar a los muros que se interceptan. Como elementos de distribución de carga en el desplante de muros.

Como protección y refuerzo de muros cabeceros.

Como remates horizontales de muros.

Como elementos colaboradores en la absorción de esfuerzos horizontales.

La localización, espaciamiento, sección, armado, fatigas de trabajo, acabados y demás características de las cadenas y castillos, estarán dadas por el proyecto, debiéndose además atender a las siguientes indicaciones:

Se construirán castillos en todo muro que desempeñe funciones estructurales o cuya altura exceda de 5.00 M., de acuerdo con lo siguiente:

- a) En las intersecciones de muros.
- b) En ambos extremos de todo muro aislado.
- c) En los extremos de muros, cuando la longitud del tablero, medida a partir del último castillo, sea mayor que 0.25 de la altura del muro.
- d) En los extremos libres de todo muro exterior.

Deberán construirse castillos en los muros que no estén comprendidos dentro de las condiciones estipuladas en el párrafo anterior, de acuerdo con lo siguiente:

A ambos lados de los vanos de puertas y ventanas, cuyas dimensiones lo amerite, y siempre y cuando no existan elementos estructurales colindantes que los sustituyan en su función En ambos extremos de todo muro aislado. En los extremos de muros, cuando la longitud del tablero, medida a partir del último castillo, sea mayor de 0.5 de la altura del muro.

El espaciamiento máximo entre castillos será de 20 veces el espesor del muro.

En el caso de muros construidos con bloques huecos con castillos colados en su interior, el espaciamiento máximo será de 10 veces el espesor del muro.

Deberán construirse cadenas de concreto en los siguientes casos:

a) Sobre el coronamiento de cimientos de mampostería como desplante de muros.

b) Para remates horizontales o inclinados de bardas, pretilas y muros que no vayan a estar ligados en su parte superior con elementos de la estructura.

c) En cerramientos de puertas y ventanas.

El espaciamiento máximo entre cadenas será de 15 veces el espesor del muro. En el caso de muros construidos con bloques de cemento el espaciamiento máximo será de 10 veces el espesor del muro. La sección de los castillos y cadenas tendrá como valor mínimo 15 cms., por el espesor del muro. Como mínimo, los castillos, y cadenas deberán armarse en sentido longitudinal como 4 varillas del No. 3 (3/8"), grado estructural o con 4 varillas del No. 2.5 (5/16"), grado duro, y en sentido transversal con estribos de alambra del No. 2 (1/4") a cada 25 cms. En el caso de castillos y cadenas ahogados en el interior de muros construidos con bloques huecos, su armado será el que para cada caso señale el proyecto.

Los materiales que se utilizan en la construcción de los castillos y cadenas, son los siguientes:

MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN.
Cemento.
Arena.
Grava.
Agua.
Aditivos.
Acero de refuerzo.
Madera para cimbra.

Tabla 13. Materiales para construcción.

Los materiales que se utilizan en la elaboración del concreto, el acero de refuerzo y la madera para cimbra, deberán cumplir con lo que corresponda de lo indicado en los capítulos correspondientes de estas Especificaciones, excepto en el renglón alusivo a los tipos de cemento que, para este caso, deberán ser del tipo I, normal.

Por lo que se refiere a la ejecución de los castillos y cadenas, deberá atenderse a lo siguiente:

- A) Se localizarán los castillos de acuerdo con lo indicado en el proyecto tomando en cuenta además lo señalado en el párrafo 1.2.
- B) El armado deberá traslaparse con los anclajes previstos en la estructura por el proyecto, dicho traslape deberá llevarse a cabo de acuerdo con las disposiciones del capítulo respectivo subíndice relativo a juntas en el acero de refuerzo.
- C) En cuando al armado, deberá atenderse a lo indicado en el capítulo correspondiente subíndices relativos al doblado de las varillas, ganchos y dobleces y a la colocación propiamente dicha del acero de refuerzo.
- D) Por lo que se refiere a la ejecución de la cimbra y descimbra de los moldes, deberá atenderse a lo estipulado en el capítulo respectivo subíndices ejecución de cimbra y descimbra de estas especificaciones.
- E) Previamente al colado, deberán humedecerse los elementos contiguos al castillo o cadenas por colar.
- F) Respecto a la dosificación, elaboración, pruebas, transporte, colado, vibrado, picado y curado del concreto, deberá tenerse en cuenta lo especificado en el capítulo respectivo subíndices elaboración de concreto de estas Especificaciones.
- G) El tiempo mínimo de descimbrado deberá ser de 24 horas, excepto cuando la supervisión haya aprobado previamente la utilización de cemento de fraguado rápido. Tipo III, en cuyo caso podrá reducirse a 12 horas. Para el caso específico de cadenas que funcionan como cerramientos, se deberá atender a

las indicaciones consignadas en la Tabla anexa No. 2, de la Primera Parte de estas Especificaciones.

H) Cuando sobre los paños de muro reforzado con castillos y cadenas, se vayan a colocar recubrimientos pétreos, deberán preverse los anclajes necesarios que señale en cada caso el proyecto.

Malla Galvanizada para Cerca Perimetral. Se entiende por cerca de malla al vallado con que se rodea un espacio de terreno. Se utilizará cerca de malla ciclónica de acero galvanizado marca Mallalux, de 5 x 5 cm cal 9, de 2.40 mts. de altura con las siguientes piezas especiales:

Postes de esquina diámetro de 4" cedula 40, solera de 3/4" x 3/10" con tornillo de 1/4 x 5" @ 0.30, postes de fijación @ 3.00 mts. de 2" de diámetro, ced 40, tubo intermedios diámetro 1 5/8" galvanizada ced. 40, largueros de 2" de diámetro superiores e inferiores, espadas de acero galvanizado en "v" @ 3.00 mts., seis líneas de alambre galvanizado trenzado y púas con 4 puntas.

2.3 Costos.

Base de pago. El trazo y la nivelación se le pagará al contratista con los precios fijados en el contrato, de acuerdo a la unidad de que se trate y que incluyen todos los cargos directos, indirectos, financiamiento y utilidad del contratista.

Criterios de medición. El trazo y nivelación se medirá con las modalidades siguientes: por metro cuadrado (m²), con aproximación a la unidad en edificios y por hectáreas (ha), con aproximación a una (0.1) decimal en terrenos.

Base de pago

a) El despalme y el regreso del despalme como conceptos de obra independientes, se pagarán a los precios unitarios que para cada uno de los conceptos de trabajo respectivos establezcan en el contrato, que incluyen los costos directos e indirectos, así como la utilidad del Contratista.

Medición para fines de pago.

- 1) La medición de los volúmenes excavados se hará tomando como unidad el metro cúbico con aproximación al centésimo.
- 2) Todos los volúmenes de las excavaciones se medirán en la propia excavación, bajo las líneas del proyecto, con las modificaciones que previamente hubieran sido autorizadas por la Residencia., ponderándose el o los tipo(s) de materiales a excavar.
- 3) Para excavaciones en agua cuyo tirante fue abatido, se considerará la excavación como ejecutada en seco, considerándose para su pago por separado el bombeo y/o el drenado correspondiente.

Cargos que incluyen los precios unitarios.

- I) El costo de la mano de obra necesaria para llevar a cabo hasta su total terminación el concepto de trabajo, retiro de troncos y raíces, retiro del material de derrumbes imputables al Contratista y el acarreo libre de acuerdo con el tipo de excavación de que se trate.
- II) La renta y demás cargos derivados del uso del equipo, herramienta y accesorios, rampas y escaleras de acceso, andamios, pasarelas, plataformas de traspaleo y las obras de protección que para la correcta ejecución del trabajo proponga el Contratista y apruebe o indique la Supervisión.
- III) Para el caso de excavaciones hechas a mano además de lo anterior, el precio unitario incluye los traspaleos necesarios para formar banquetas y acamellonamientos del material, o en su caso, la carga a equipo de acarreo a mano, y acarreo libre de 20 m., según lo ordene la Supervisión.
- IV) Para el caso de excavaciones a máquina, el precio unitario incluye además de los párrafos A) y B) anteriores, la carga a los vehículos de transporte, o al depósito del material excavado en los lugares que indique la Supervisión, con un acarreo libre de 1 Km., medido por la ruta accesible más corta desde el centro de gravedad del volumen excavado.

V) Todos los cargos indicados en el Contrato de Obra y que no se mencionen en estas Especificaciones.

Los conceptos de trabajo relacionados con el suelo cemento se pagarán a los precios unitarios establecidos en el contrato respectivo para cada uno de ellos, incluyendo costos directos e indirectos y la utilidad del contratista.

La medición de las plantillas de concreto se hará tomando como unidad el metro cuadrado, con aproximación de una cifra decimal.

La medición del acero de refuerzo se hará tomando como unidad el kilogramo. Se calculará con los pesos del refuerzo por unidad de longitud que especifique el fabricante. Como base para la cuantificación se tomará el peso teórico que indique el proyecto. No se medirán los desperdicios, traslapes, ganchos, alambre, silletas, ni separadores, ya que quedan incluidos en el precio unitario. Si el Contratista, con autorización de la supervisión sustituye acero de la sección indicada en el proyecto por otro de diferente sección y área equivalente o mayor, se medirá solamente el peso del acero de refuerzo indicado en el proyecto.

Las cimbras se medirán tomando como unidad el metro cuadrado, con aproximación de una decimal, debiéndose cuantificar exclusivamente la superficie de molde que esté en contacto con el concreto. En caso que los costos de la cimbra estén comprendidos en el precio unitario del concepto que lo incluya el contratista deberá programar el número de usos de tal forma que en todo momento se cumpla con las tolerancias y acabados descritos en el proyecto ejecutivo y estas especificaciones.

Las estructuras de concreto armado se cuantificarán para cada tipo de elemento de que se trate, de acuerdo con lo siguiente:

El concreto, en volumen, utilizando como unidad el metro cúbico, con aproximación de un centésimo. La cimbra, por superficie del contacto, tomando como unidad el metro cuadrado, con aproximación de un decimal. El acero de refuerzo, en peso, tomando como unidad la tonelada, con aproximación al kilogramo. Independientemente de lo antes expuesto, y según sea el caso de optar alguna de las modalidades siguientes:

- a). El concreto, tomando como unidad el metro cúbico, incluyendo los cargos derivados de la cimbra, con aproximación al décimo y el acero, por tonelada, con aproximación al kilogramo.
- b). En algunos casos de losas, muros, membranas y demás elementos que presenten características uniformes por unidad de superficie, podrán cuantificarse por metro cuadrado con aproximación de una decimal, incluyendo los cargos derivados de la cimbra, el acero de refuerzo y el concreto.

Los materiales para relleno se medirán tomando como unidad el metro cúbico, cuantificado en el lugar mismo del relleno, con aproximación al décimo y bajo líneas y niveles de proyecto. Para el caso de rellenos compactados, la medición se hará cuando el material colocado en el sitio del relleno haya alcanzado el grado de compactación requerido.

Las partes de acero que forman los anclajes se pagarán por pieza o por kilogramo, conforme se establezca en el contrato.

La colocación de concreto expansivo autonivelante y mortero, empleados, se pagarán a los precios establecidos en el contrato y serán por metro cúbico (m³).

Los precios unitarios establecidos en el contrato incluyen los costos directos e indirectos, así como la utilidad del Contratista.

Los castillos y cadenas se medirán en longitud tomando como unidad el metro lineal, con aproximación al décimo, para cada sección de que se trate. O en m³ según el caso, tomando aproximación a dos décimos.

La cerca de malla ciclón se pagará tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación de un centésimo.

CAPITULO III

CASO DE ESTUDIO: CERRO DE LA CRUZ

2.1 Desarrollo.

Información técnica del Sitio		Fecha:	Febrero de 2008.
Clave:	JM3545	Domicilio:	Escrituras: Carretera libre Delicias Camargo Km. 93. Ejido Rancho San Rafael Col. La Cruz, Municipio: Delicias, Chihuahua, México
Nombre:	Cerro La Cruz		
Superficie a rentar	200.00 m ²		
Tipo de sitio	Raw Land		
Torre	Tipo: Autosoportada	Altura: 60.00 m.	Distancia entre patas: 5.52 m.
	Cimentación o anclaje: Una zapata aislada de concreto reforzado.		
Sistema radiante			
- Equipo de RF	No. de antenas: 6	Altura: 60.00 m.	
- Equipo de MW	Parábolas	Diámetro: 1.20 m.	Altura: 12.00, 20.00 y 22.00 m.
- Líneas	Para RF Helix 7/8" y 1 5/8". Para MW Cable Coaxial.		
Caseta	Tipo: Prefabricada	Dimensiones: 2.80 x 4.80 x 2.80 m. de altura.	Plataforma a base de zapatas, dados y trabes.
	Cimentación o anclaje:		
	HVAC Tipo: Vertical de 0.55 x 1.06 x 2.15 m. de altura.	Capacidad: 3 toneladas 36,000 BTUS.	
Instalaciones Eléctricas			
Subestación	Propietario: Nextel de México	Tipo: Poste	Capacidad: 45 KVA
	Voltaje: 127/220	No. de Fases: 3	
Generador	Tipo: Intemperie	Capacidad: 50 KW	Combustible Diesel
	Cimentación o anclaje: Base de concreto armado.		Capacidad de tanque: 480 l.
Sistemas de seguridad			
Sistema de tierras	Pararrayos tipo dipolo y electrodos tipo rehiletos		
Sistemas de alarma	<ul style="list-style-type: none"> - Contra Incendio - Alta y baja temperatura - Intrusión - Movimiento - Corto circuito 		

Figura 12. Información técnica del sitio.

A continuación se describe la implementación de un sitio de telecomunicaciones (E.B.T.S.), a través de los siguientes apartados, identificando con esto los elementos que lo componen y hacen óptimo su funcionamiento. En la figura 12 se cuenta con la información técnica del sitio y en el anexo 2 podemos ver los planos del sitio.

Validación.

Se inició con el proceso de validación, el cual fue descrito el procedimiento en el capítulo II de este trabajo y se realizó la visita al Estado de Chihuahua, con la cuadrilla de trabajo de las áreas de Transmisión, Radio Frecuencia, Fuerza, Adquisiciones y Construcción. Se llegó al lugar a través de la Carretera libre Delicias Camargo Km. 93. Ejido Rancho San Rafael Col. La Cruz, Municipio: Delicias, Chihuahua, México; y que se denomina Cerro La Cruz o Cerro Azul (figura 13 y 14).



Figura. 13 Estado actual de la zona a validar.



Figura. 14 Zona a validar.

El camino para acceder al terreno es de terracería en malas condiciones para llegar al lugar, ya que aproximadamente unos 1500 metros se encuentra el material suelto. Tiene unas pendientes de 5% y es de difícil acceso.



Figura 15 Zonificación de trabajos a desarrollar.



Figura 16. Distintas zonas del camino de acceso hallado durante la validación.

Al inicio de la obra se tuvo un atraso de la contratista y se debió realizar la ampliación de una curva para poder suavizar la pendiente, además se hizo un enlace para que se pudiera transitar y subir los materiales como fueron blocks, acero, cemento, arena, grava, agua y el material eléctrico. También poder subir la torre y la caseta, así como los equipos que se instalaron en el interior de la caseta. Para esto fue requerida una retroexcavadora E410, además de poder alternar los trabajos en el trazo y nivelación, así como los preliminares ya que era de una prioridad alta el poder tener lista la radio base ya que era el enlace del nuevo mercado.



Figura 17. Camino encontrado durante la validación.

Para el mejoramiento del camino se utilizó aproximadamente 120 m³ de material de los cuales no estaban contemplados en el catalogo de la obra, además que se tuvo que realizar en cuatro días para poder tener listo el acceso. Se comentó con el constructor que al haber un retraso de obra por su responsabilidad, este camino iba a ser bajo su costo, al estar la bitácora al día y al tener en las notas los sucesos de atraso se pudo tener un soporte para que se pudiera deslindar la responsabilidad de la constructora.

Base de Torre.

Al saber que se tenía un atraso de siete días sobre los inicios de la excavación, se tenían dos decisiones las cuales eran la utilización de maquinaria pesada y el uso de explosivos, se tomó la decisión de utilizar dos excavadoras John Deere

200C que fueron localizadas en la Ciudad de Chihuahua que se encuentra a 240 km del Cerro de la Cruz por la experiencia que se había tenido en años pasados, ya que la solución con explosivos iba a resultar con un atraso mayor por lo que se inicio la excavación el día 28 de Febrero de 2008. Se tenía que llegar a una profundidad de desplante mínima de 3.50 metros, con unas dimensiones de 8.00x8.00 metros en un área de roca. Sólo se contaba con 20 días para que la radio base estuviera operable y se pudieran instalar los equipos. Se acordó que la excavación se debería de



Figura 18. Acomodo de las máquinas para el inicio de la excavación.

terminar en cuatro días para que a partir del día 3 de Marzo se empezara a bajar el acero y poder hacer la supervisión de las anclas el día 7 de Marzo y poder hacer el colado el día 9 del mismo mes.



Figura 19. Inicio de la excavación.



Figura 20. Trabajos de noche.

La excavación se logró terminar en cuatro días, es decir el día tres de Marzo por lo que al realizar el trabajo por la noche se pudo terminar en menos tiempo. Esta experiencia se había tenido en otras radio bases como Cerro Prieto en el Valle de Mexicali y Cerro El Águila en Magdalena de Kino, Sonora, es por eso que se tenía ya esa experiencia. (Figura 20)



Figura 20. Terminación de la excavación.

Para el día 3 de Marzo se logró bajar el acero como se tenía planeado, se pudo obtener la cooperación de la constructora para realizar este logro ya que fue

un trabajo duro para los trabajadores que habilitaron el acero y la cimbra como se muestra en las figuras 21 y 22.



Figura 21 Colocación del acero para base de torre.



Figura 22 Colocación del acero para base de torre.



Figura 23. Habilitado de cimbra.

Para el día 6 de Marzo se pudo tener listo la instalación del Kit de anclas para poder estar en tiempo para la operación de la radio base (ver figura 24). Se realizó la supervisión de las anclas para dar el Vo. Bo. para el colado de la zapata y los dados y así proceder con el relleno de la excavación. La cimentación esta conformada por una zapata aislada y tres dados de concreto armado, a los que se les colocaron 18 anclas de acero de 1.50 ml. (seis a cada uno) para una máxima fijación de la misma. Este proceso tiene la función de soportar y transmitir el peso de la torre hacia el subsuelo del terreno en donde se construye. Los planos de armado del acero se encuentran en el apartado de los Anexos.



Figura 24. Kit armado para su supervisión.

Al día 7 de Marzo se tuvo listo los trabajos para poder colar la cimentación, esto se logró con el Grupo Cementos de Chihuahua (GCC), ya que no existe otro proveedor en la zona para poder surtir el concreto. Se le pidió un concreto de 250 kg/cm² y un aditivo para retardar el fraguado ya que el colado se realizó con una retroexcavadora en los últimos 90 metros porque las ollas del concreto no subieron hasta el área de la cimentación para que en una posible avería de una de las ollas no fuera obstáculo para que se retirará con una grúa y así poder seguir con el vaciado. Se inició el colado por la mañana, la primera olla salio de la planta aproximadamente a las 8:00 am y se terminó por la noche, fueron aproximadamente 62 m³ para la zapata y los dados. Sólo para este colado se

necesitó que GCC de la ciudad de Delicias tuviera toda su flota de camiones listos ya que al platicar con ellos se realizó el compromiso de poder lograr el objetivo sin atrasos. Se contó con todo el apoyo de la concretera que fue lo que ayudo a mantener el nuevo calendario sin cambios.



Figura 25. Colado de zapata.



Figura 26. Apoyo con maquinaria para colado de zapata.

Para el día 8 de marzo se inició el descimbre y el relleno para la base de la torre, la cual debería de quedar lista con relleno el día 11 de Marzo porque el día 12 llegaría la torre y no se podía para el montaje de la misma ya que se tenía el tiempo justo para su instalación y poder dejar la radio base lista para que fuera equipada.

Base de Caseta.

Paralelo al habilitado del acero de la base de torre, se trabajo también el acero de la base de caseta para que estuviera lista para el día 11 de marzo, por lo que el

día 8 de marzo se inició a trabajar la colocación del acero y la cimbra. Se tuvo que trabajar también por la noche para poder lograr el objetivo que era la fecha establecida. La caseta salía da Querétaro el día 9 de marzo junto con la torre por lo que no se tenía margen de error en las fechas. Además de la gente del montaje de ambos elementos que ya salían a la zona, ya se tenía contemplado el personal para el montaje de los equipos, antenas y líneas además de la gente de fuerza que ya tenía la fecha de conexión con CFE establecida. Y junto a este personal ya se había contratado a la gente que se iba a hacer cargo del mercado en la parte operativa y comercial. Estaban recibiendo capacitación. No se tenía más tiempo.

Para su operación, el sitio cuenta con una caseta que consiste en una estructura rectangular construida con elementos modulares prefabricados caracterizados por su capacidad de aislamiento y autoaporte, los cuales son unidos con aditamentos metálicos y mecánicos. Esta estructura fué colocada sobre una plataforma a base de una losa y trabes previamente construidas a base de concreto $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y acero de refuerzo $F'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, según cambios realizados por la supervisión y autorizados por la gente de proyectos.

La caseta cuenta además con un acceso controlado de alta seguridad.

a) Equipo Interior

En su interior albergará, de manera segura, hermética e impermeable, el equipo electrónico y eléctrico compuesto por:

- Planta de corriente directa
- Banco de baterías
- Desconector de baterías
- Punch Block
- Supresor de picos
- Tablero general de distribución
- Transfer switch
- Rack's de EBTS
- Rack's de microondas

Sistema de tierras para la protección contra descargas atmosféricas y corrientes de falla (corto circuito)

Sistemas de protección y alarmas

Extintor

Botiquín de primeros auxilios

El sistema de sensores de temperatura, humo e intrusión, conformado por dispositivos especiales, aportará un mayor control del sitio haciéndolo aún más seguro. Es importante mencionar que el sistema de alumbrado con el que será equipada, permitirá una óptima utilización del inmueble ya que el mantenimiento puede realizarse en horarios nocturnos o de menor circulación, evitando obstruir accesos o molestar a dueños e inquilinos.

El cableado para el suministro de energía se realizará a través de ductos tipo conduit cuando es visible, y PVC cuando sea instalación subterránea, garantizando la protección del personal al evitar cualquier tipo de accidente.

Los cableados de interconexión de los equipos interiores –fuerza, voz y datos-, descansarán sobre un sistema de cama de líneas ubicado en la parte superior o techo de la caseta, previendo así la seguridad y el aprovechamiento del lugar.

Sistema de tierras interno. Tomando en cuenta la importancia de proteger al personal y equipo electrónico de las sobretensiones producidas por algún imprevisto como pueden ser cortos circuitos, corrientes inducidas o atmosféricas, la caseta está equipada con un sistema de tierras físicas. Este sistema se encuentra conformado por un halo realizado a base de cable de cobre forrado tipo AWG calibre # 2, que cuenta con derivaciones hacía los equipos y uniéndose, a su vez, al sistema general de tierras del sitio, en donde son drenadas las posibles descargas eléctricas.

b) Equipo Exterior

La caseta del sitio contará con un equipo de aire acondicionado, el cual se instalará a través de gabinetes metálicos que se colocarán o sobrepondrán en el exterior de la caseta. Estos equipos autónomos cuentan con una capacidad de 36,000 BTU/hora de 60 Hz logrando recircular el aire contenido en la caseta. En cuanto a la temperatura, ésta es controlada a base de termostatos y sensores de ambiente que trabajan en forma alterna logrando un nivel permanente e idóneo de 22° centígrados.

El día 10 de Marzo se realizó el colado de la base de caseta cumpliendo así la fecha establecida en la bitácora. El concreto se elaboró con una revolvedora de un saco con una resistencia de 250 kg/cm^2 . Para realizar este concreto se le solicitó a la contratista que se realizarán las pruebas al concreto para así estar seguros de que el concreto cumplía con las características establecidas en el proyecto.



Figura 27. Cimbrado de base de caseta.



Figura 28. Preparación de base de caseta para su colado.



Figura 29. Colado de base de caseta.

El día 11 de marzo se inició el montaje de la caseta, la cual se pudo terminar el día 12 de Marzo. La gente durmió dentro de la caseta para que no se perdiera tiempo y así evitar un retraso.

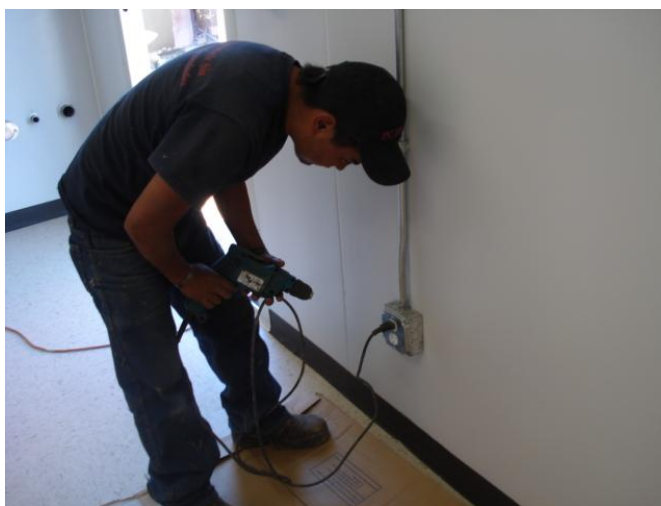


Figura 30. Armado de caseta

Montaje de Torre.

La torre llegó el día 13 de Marzo y en seguida se procedió a su traslado y descarga ya que esto se vió reflejado con dos días de atraso. Ya no se tenía tiempo y se tuvo que ajustar los trabajos del sistema de tierras y acometida eléctrica. En el sitio Cerro de La Cruz, se instaló una torre Autosoportada, tiene en su base 5.52 m. por cara (distancia entre piernas) y tiene una altura de 60.00 m, la cual esta sustentada a su vez por una cimentación de concreto armado $f'c = 250$ kg/cm² y acero de refuerzo $F'y = 4200$ kg/cm², según planos estructurales.



Figura 31. Descarga de Torre.

Esta torre se caracteriza por tener las siguientes especificaciones: es una estructura vertical de base triangular construida en acero A-36 de 36,000 lb./pul², galvanizado por inmersión en caliente de acuerdo a las normas ASTM-123 y A-394, soldado en planta, fabricada en secciones de 6.00 m. que van unidas con tornillos de alta resistencia a través de medios mecánicos desarrollados en el sitio. El montaje de la torre se inició el día 14 de Marzo. Mientras que la gente de obra civil se dedicó a la construcción de los registros y nicho eléctrico, se tenía un avance en estas partidas.



Figura 32. Cableado para acometida.

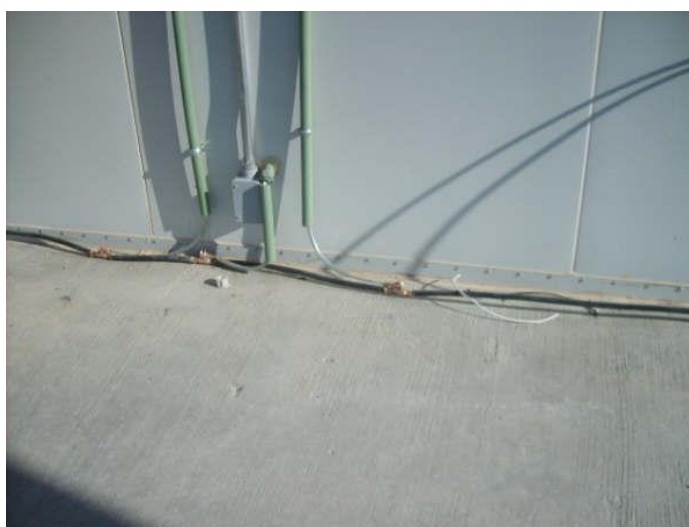


Figura 33. Aterrizaje de las barras de tierras.

Para el día 17 de Marzo se tenía un avance de Torre cerrada, es decir, los tramos de las piernas estaban unidas, faltaba el montaje de las banderas, soportes MW, cama porta cablera, puente, escalera de ascenso, sin embargo por la noche cayó una nevada que pudo cubrir los elementos de la torre, así como los registros eléctricos. Sumado a ello, era imposible el acceso hacia el cerro. Se pudo trabajar a partir de las 14:00 hrs. del día 18 de Marzo.



Figura 35. Radio Base después de la nevada.

En la torre se instalaron las antenas de recepción y propagación de la señal de Radio Frecuencia, ubicándose a una altura de 60.00 m., y orientación variable. Para ello, la torre contó con la instalación de 2 banderas de soporte para la colocación de 6 mástiles de 3.00 m., de longitud cada uno, fabricados con tubo de

acero estructural ASTA-36 galvanizado en inmersión en caliente de 2 ½" de diámetro.



Figura 36. Torre terminada.

Para las antenas de enlace de señal o de microondas, se instalaron mástiles fabricados con tubo galvanizado de inmersión en caliente de 4" de diámetro, cédula 40 y 1.50 m. de longitud, fijos a la torre mediante herrajes de acero de 4" y 4 mm. de espesor, unidos mecánicamente a la torre por medio de abrazaderas, ubicándose a una altura de 12.00, 20.00 y 22.00 m, y un azimut de 171.12o, 320.52o, 171.12o y 320.52o, respectivamente.

La torre quedó lista el día 18 de marzo y se pudo enviar el reporte de construction ready (anexo 2) para que la gente de las otras áreas y pudieran entrar a instalar sus equipos.

Sistema de tierras.

La torre cuenta con un sistema de tierras físicas que protegerá instalaciones y personal de las descargas atmosféricas, para lo que cuenta con un pararrayos tipo Dipolo y un sistema de electrodos hincados en tierra a una profundidad a partir de

40 cm., unidos entre sí por un halo perimetral a base de cable de cobre calibre 2/0. Así también el sitio cuenta con un halo de tierras para proteger tanto a los equipos que se encuentran dentro de la caseta como a la torre donde se encuentran instaladas las antenas y líneas de cable. El sistema de tierras quedó listo el día 18 de marzo gracias a que se trabajó en paralelo con el montaje de la Torre.



Figura 37. Sistema de Tierras terminado.

Instalaciones Eléctricas

a) Generador

Como elemento auxiliar, en el sitio se colocó un generador de emergencia el cual proporcionará la energía eléctrica requerida en caso de no contar con ella; o

en su defecto, cuando por razones ajenas al sitio el suministro de energía sea suspendido.



Figura 38. Generador instalado.

El generador cuenta un motor de combustión interna de 4 cilindros a base de Diesel, diseñado para trabajar a 1800 RPM y un alternador de corriente, ensamblado en una base metálica y protegido por un gabinete metálico a prueba de goteo el cual tiene características acústicas para evitar el ruido, equipado con controladores electrónicos para un funcionamiento autónomo y seguro, con capacidad de 50 KW y 56.25 KVA. El generador estará soportado sobre una base de zapatas, dados y trabes de concreto armado apoyada de forma directa sobre el terreno natural, según planos estructurales.

b) Subestación

Para el sitio se contempló la instalación de una subestación tipo Poste que permite transformar el voltaje de energía eléctrica suministrada por la red de media tensión de la Comisión Federal de Electricidad o Compañía de Luz y Fuerza del Centro, que requiere el sitio, con especificaciones de 45 KVA. / 13.2, 23 ó 34 KV, en conexión radial, Delta-Estrella 220-127 v, en baja tensión.

Este tipo de subestación, apta para sistemas de distribución aéreos, como es el caso de este sitio, se compone de núcleos de lámina de acero al silicio, bobinas

de conductores eléctricos, aislamientos de clase térmica, tanque adecuado para recubrimiento anticorrosivo y aceite del tipo no inhibido.



Figura 39. Subestación tipo poste.

c) Nicho de medidores

Adicionalmente, dentro del área del sitio se construyó el nicho de medidores, con el objeto de alojar y resguardar los equipos de medición e interruptores de seguridad, protegiendo así a los equipos de cualquier falla en el suministro de energía. El nicho se realizó de acuerdo a los requerimientos del proyecto.



Figura 40. Nicho de medidores.

Sistemas de seguridad.

Para prever cualquier eventualidad en el sitio y su entorno inmediato, así como del personal técnico, se implementará un sistema de seguridad integral conformado de la siguiente manera.

Sistema de tierras

El sistema de tierras está diseñado para brindar protección al personal y al equipo electrónico que integra el sitio, ya que es a través de éste como se realiza el drenado de descargas eléctricas producidas por corrientes alterna, directa y atmosférica.

La puesta a tierra de los equipos se realizará por medio de cable de cobre AWG 2/0, con forro si es superficial o desnudo si es subterráneo. Este cable conductor unió a los electrodos que serán colocados a partir de una profundidad de 40 cm. unidos a través de conectores tipo Cadwell. El drenado de las descargas y corrientes de falla producidas por corrientes alterna, directa y atmosférica, se conducirá por separado hasta el sistema común de puesta de tierra física, de acuerdo a reglamento de construcción vigente y las normas técnicas complementarias del terreno o inmueble.



Figura 41. Registro del sistema de tierras.

Sistema de alarmas.

Para garantizar la seguridad del sitio y lograr un mayor control en él, se implementará un sistema de alarmas que se activan a partir de diversas acciones fuera de control o posibles eventualidades -como incendio, intrusión, corto circuito, etc.-, enviando una señal al switch central, que genera acciones de respuesta inmediata.

Alarma contra incendio. Este dispositivo electrónico se encargará de detectar cualquier señal de combustión en el interior de la caseta, utilizando un mecanismo de ionización que activa un sistema de notificación que envía una señal de alerta al switch central.

Alarma de intrusión. Detecta cualquier intromisión a la caseta, fuera de notificación, además de monitorear el acceso a los sitios. Este sistema funciona mediante un cable par de cobre y contactos secos conectados al punch block del sitio, enviando la notificación correspondiente al switch central.

Alarma de corto circuito. Consiste en un interruptor general tipo Termo magnético o de cuchillas, que detecta y notifica cualquier falla del sistema eléctrico, impidiendo de inmediato el suministro de energía, evitando, en lo posible, cualquier tipo de accidente.

Alarma de temperatura. Este sistema detecta las variaciones de temperatura, dentro de la caseta, fuera del rango establecido de los 22o C (+/- 5o C), notificando cualquier evento.

Alarma de movimiento. Como su nombre lo indica, este sistema detecta cualquier movimiento dentro del perímetro del sitio, que no haya sido registrado y autorizado por el switch central, movilizándolo al personal de seguridad en forma inmediata.

Instalado y con energía en la radio base se pudo hacer el último paso que fue la prueba de los equipos, éste se pudo realizar el día 27 de Marzo con éxito. Sólo se espera a que las otras radio bases estuvieran listas con el mismo proceso.

El día 4 de abril se inició la entrega de la radio base al personal de operaciones del área de Chihuahua, estos trabajos se recibieron satisfactoriamente y sin pendientes. Posteriormente se inició los trámites administrativos para que la empresa constructora pudiera cobrar la obra.

El día 12 de abril se enlazó la ciudad de Chihuahua y Delicias con la Ciudad de Camargo, Jimenez y Parral en el estado de Chihuahua. Es decir, con la construcción de estas radio bases como la de Cerro La Cruz el sur del estado de Chihuahua mantiene contacto con las demás ciudades del país, E.U.A. , Brasil, Argentina y Perú.



Figura 42. Radio base terminada.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

La ingeniería civil dentro del área de las telecomunicaciones es fundamental para su desarrollo en nuestro país. Cuando se habla de obtener ganancias con este tipo de infraestructura, se ubica a la ingeniería como uno de los pilares para lograr este objetivo, el cual implica brindar un servicio de calidad a bajo costo con las menores inversiones en la implementación de radio frecuencias, para de esta manera hacer redituable las ventas contra la inversión de prestar el servicio de telefonía celular.

Entonces, la construcción de radio bases (que son las que albergan los equipos y antenas para transmitir señales que se transforman en comunicación esencial para el desarrollo de las comunidades y a su vez del país), representan la plataforma de ahorro, en este tipo de comunicación, a través de su ingeniería y ejecución.

La supervisión de la construcción de una radio base inicia con el proceso de validación en el cual es necesario identificar que cuando se esta validando se esta haciendo un anteproyecto que es la base para un bajo costo y una ejecución de tiempo menor al establecido. La supervisión de construcción de sitios debe saber que su cliente inicial es la gente de radio frecuencia y que debe trabajar en conjunto con las diferentes áreas como son adquisiciones, instalaciones y fuerza y la gente de transmisión.

El proceso de constructivo de una radio base tiende a cambiar el proyecto original para una mejora y ahorro en tiempo y dinero sin descuidar la calidad.

Durante el desarrollo de la construcción y dado que estas obras son de dimensiones menores, la supervisión se vuelve en gente de proyecto para ayudar a realizar mejoras en la ejecución de los conceptos. Es necesario contar con las bases necesarias en el manejo de bitácoras, recursos materiales, económicos y humanos.

Al final el trabajo en conjunto de las diferentes ingenierías dan como resultado un producto que tendrá que competir en el mercado de las telecomunicaciones y poder dar el mejor servicio posible a la gente.

BIBLIOGRAFÍA

Código de Prácticas Estándar para Edificios de Acero y Puentes del American Institute of Steel Construction, Inc., Junio 10 de 1992

Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por Viento y Diseño por Sismo, Comisión Federal de Electricidad, 1993.

Motorola's R56 Standards Manual (chapters) 7,8,9&10), September 1995.

NEXTEL Design and Construction Standards. July 2004

NEXTEL Enhanced Base Transceiver System (EBTS), Engineering Standards, September 1995.

NEXTEL Installation Standards. April 2006

NOM-EM-002-SCFI.- Productos Eléctricos, conductores, alambres y cables, especificaciones de Seguridad y métodos de prueba.

NOM-003-SCFI.- Requisitos de Seguridad en Aparatos Electrodomésticos ó similares

Structural Standards for Steel Antenna Towers and Antenna Supporting Structures, EIA/TIA-222-f Electronic Industries Association & Telecommunications Industry Associations, Junio de 1996

ANEXOS.

Anexo 1

Validación de Construcción

Fecha 22-Feb-09

Cargo Abiso Vidal Ojeda

Nombre de Sitio CERRO DE LA CRUZ

Candidato A

Dirección Carretera Libre Delicias-Camargo Km 93

Estado CHIHUAHUA

Coordenadas Lat 27°54'41.9" Lon 105°11'53.8"

Deleg. o Mpo. DELICIAS

Generales

Tipo de Sitio Raw Land Tipo de Caseta Rock Down HW Clase de Sitio HW

Tipo de Torre Airportada Altura de Torre 60 Mts Tipo de Acceso Independiente

Condiciones Generales del Inmueble

Tipo de Inmueble Terreno desahogado Horario de trabajo 7 días hábiles Nivel de Zona de Riesgo Bajo

Canalización Eléctrica Subterránea Ubicación de Generador Fijo En piso Sistema de Tierras Terreno natural

Condiciones Particulares del Inmueble

Espacio para maquinas Excelesente (Max. Pesada) Tipo de estructura existente Na Tipo de losa existente Na

Desnivel en terreno Pequeño (20%) Modificaciones necesarias Varios Estado de Inmpeabilización Na

Condiciones Especiales del Inmueble

Existen derechos en predio Na Considerar derecho de vía Na Líneas de energía sobre predio No Invasión

Desarrollo contractual Procedido sobre viabilidad Existen rbo o canales inmediatos Na Zona propensa a inundación Poca Probabilidad

Observaciones Generales

El candidato se propone en un terreno denominado "La Cruz", al área propuesta se llega después de aprox. 6 km. El lugar tiene una pequeña planeación existente para poder desarrollar la cimentación de la torre de una altura de 60 m., el sitio es roca lo cual afectará el costo y tiempo de ejecución de obra, el tiempo se deberá de contemplar de aprox. un mes más cuatro días para tener el sitio listo, para la base de caseta se creará con el espacio existente, para la acometida eléctrica se creará con el área existente. Para el montaje de la torre se deberá de tomar en cuenta que tendrá que ser en un lugar que se permita la subida a la torre. El concreto se realizará a mano ya que una ojalero se le sea posible subir por una pendiente con un ángulo mayor a los 30°. Solamente la jetee excavado la podrá subir. Para la operación del sitio se deberá de limpiar y habilitar un tramo de aprox. 15 metros de longitud por tres de ancho.

Se deberá anexar obligatoriamente croquis general de sitio en la siguiente hoja

Construcción Abiso Vidal Ojeda Observaciones _____

Gerencia de Fuerza Nombre Observaciones _____

Dirección de Construcción Adrián Rocha Ojeda Observaciones _____

Validación de Construcción

Fecha 05-Mar-09

a Cargo Alonso Vidal Olvera

Nombre de Sitio CERRO DE LA CRUZ

Candidato A

Dirección

Status Aceptado

Calle y No. CARRETERA LIBRE DELICIAS-CAMARGO KM 93

Colonia LA CRUZ

Coordenadas

Lat 27°54'41.9"

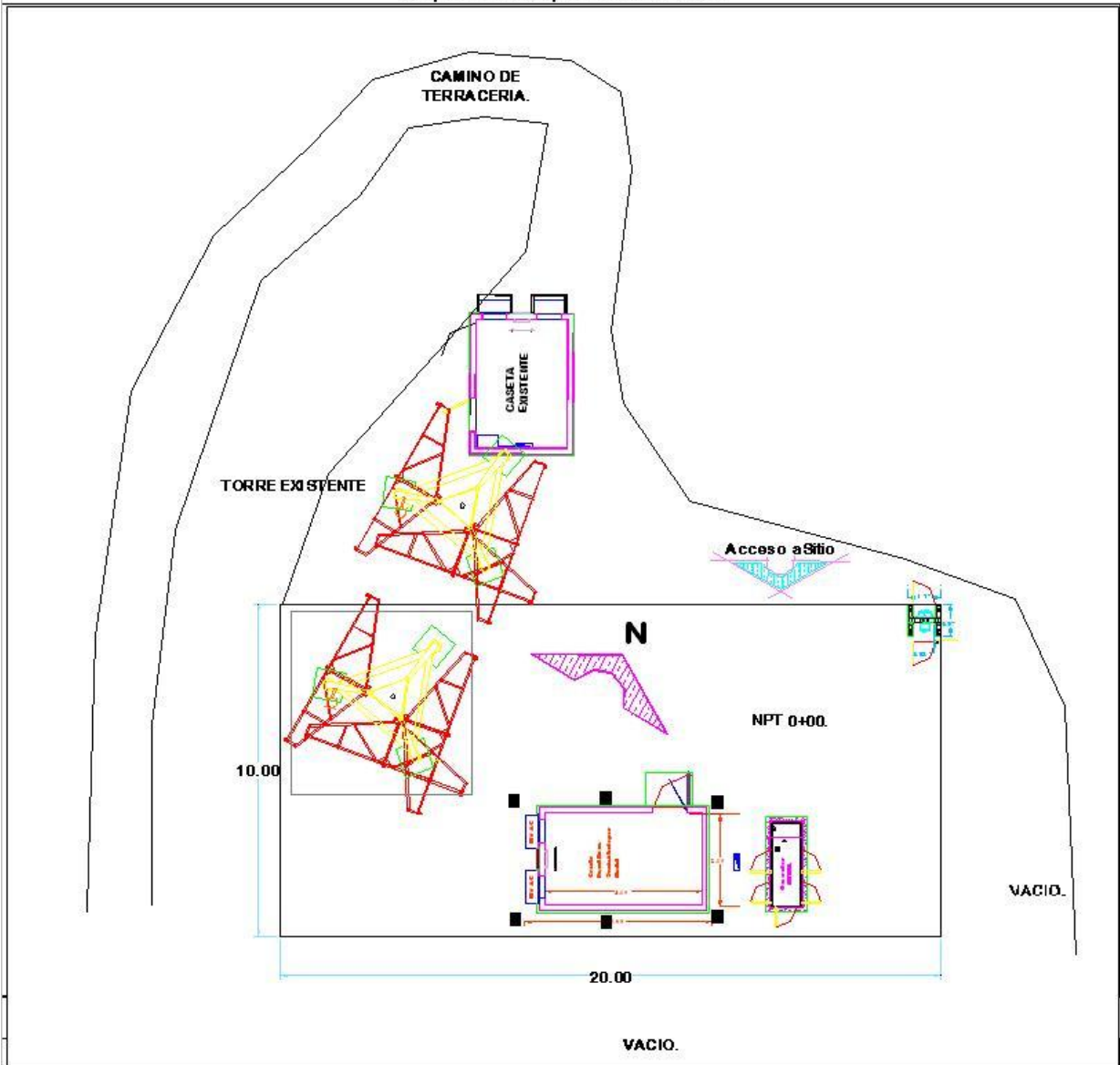
Lon 105°11'53.8"

Deleg. o Mpo. DELICIAS

Estado

CHIHUAHUA.

Croquis de General para ubicación de sitio



Espacio para fotografías de referencia

Validación de Candidato

Fecha Diciembre 26, 2007

Sitio CERRO DE LA CRUZ

Clave

Candidato A



1



Observaciones y Comentarios

Validación de Candidato

Fecha Diciembre 26, 2007

Sitio CERRO DE LA CRUZ

Clave _____

Candidato A

Anexo Fotografico



Observaciones y Comentarios _____

de 7

Validación de Candidato

Fecha Diciembre 26, 2007

Sitio CERRO DE LA CRUZ

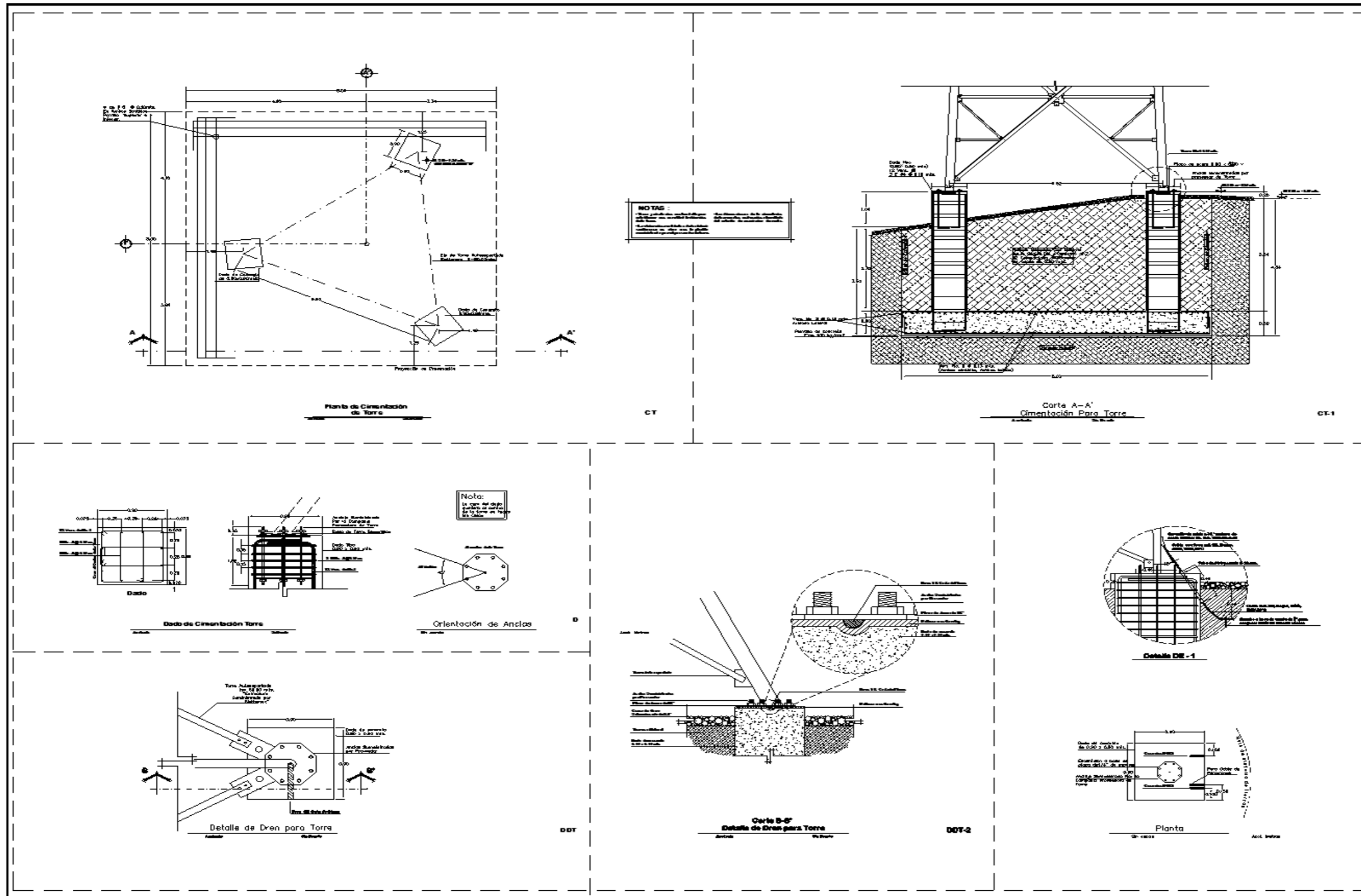
Clave

Candidato

A



Observaciones y Comentarios



Notas Generales

Sitio: CERRO LA CRUZ

APPROVALS

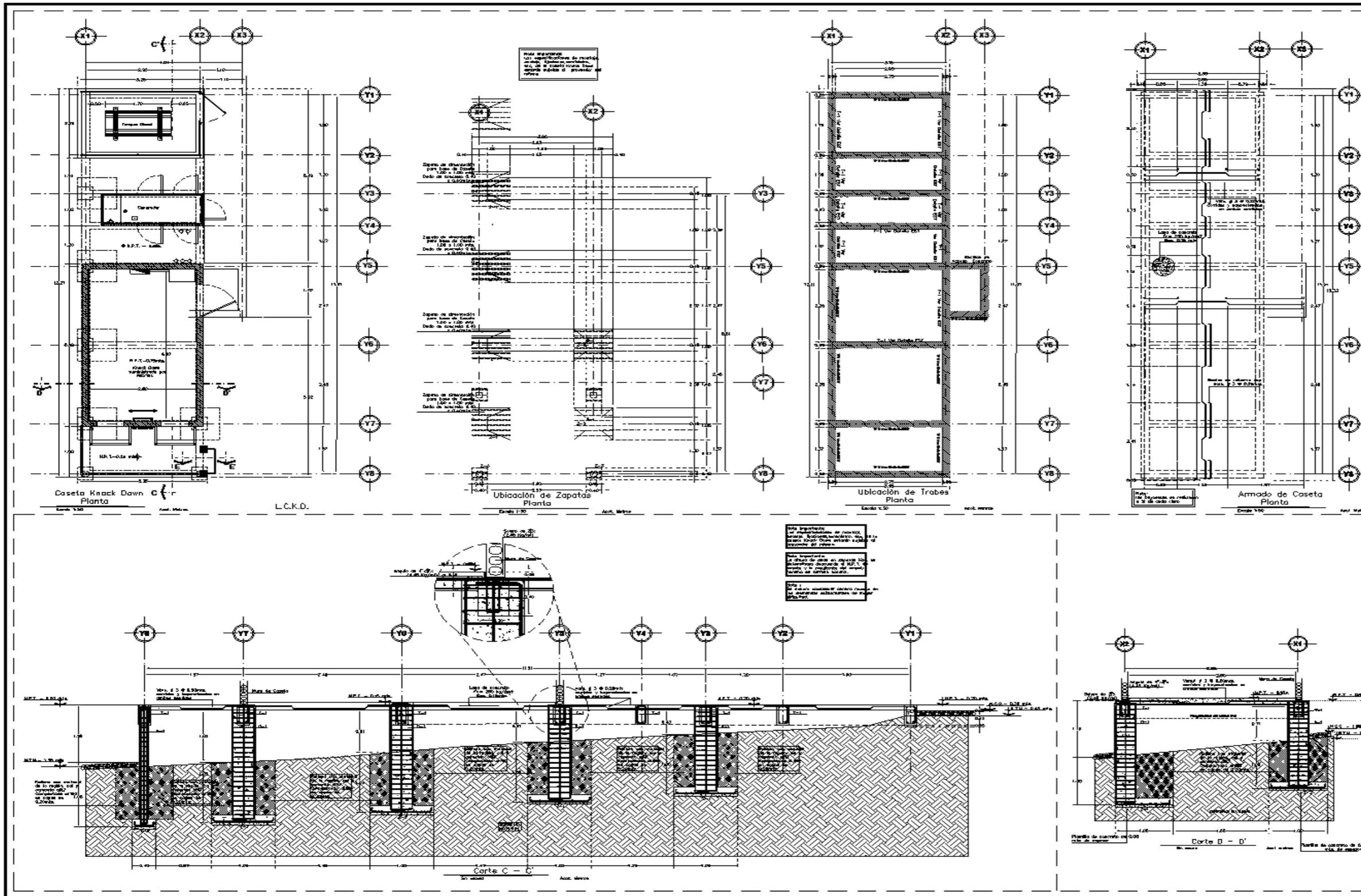
Nombre de Sitio: Clave de Sitio

Escritura: Una Fracción del predio referenciado como Carretera Torre Asf. poseída por el Cerro La Cruz, Municipio de Delicias.

CONSTRUIDOR: MERCOC.

PROYECTISTA: A-1

Código de Plano:



Notas Generales

- Las cotaciones están dadas en metros menos que se especifiquen otras unidades. Se especifica lo contrario.
- El concreto a utilizar en la cimentación será de resistencia $f'_{c}=2500\text{kg/cm}^2$.
- El concreto a utilizar en plantillas será de resistencia $f'_{c}=1000\text{kg/cm}^2$.
- El acero de refuerzo deberá tener fuerza de fluencia de 4200kg/cm^2 .
- El agregado grueso del concreto deberá ser mayor de 19mm ($3/8"$), y deberá cumplir con la norma NOM C-111.
- El agregado fino deberá cumplir con la norma NOM C-111.
- El concreto será Cemento Casa II (Prerendizado) y deberá cumplir con la norma NOM C-155.
- Por ningún motivo se aceptarán trabajos en un porcentaje mayor del 50% en la misma sección transversal.
- Las cotaciones y espaciamientos verticales son de centro a centro.
- Toda la obra deberá estar terminada en un plazo máximo de 2.50m.
- El recubrimiento mínimo al acero de refuerzo será de 5 cm por estar en contacto directo con el terreno.
- El material de relleno estará libre de escombros orgánicos y deberá compactarse a 95% proctor en capas de 15 cm. de espesor.
- La cimentación se desplantará sobre terreno natural nunca sobre relleno que no haya sido debidamente compactado.
- La ubicación de los datos deberá efectuarse con la plantilla que suministra el proveedor de la torre.
- En la lista de materiales no se especifican los precios.

Tabla de Recubrimientos

Elemento	Requisito
Columnas	5
Traveses	2
Columnas	2
Traveses	2
Columnas	2
Traveses	2

Tabla de Esquadras
DANCHOS Y TRASLAPES
 $r = \text{RADIO INTERIOR DE DOBLEZ}$

Distancia	Radio Interior	Radio Exterior
1.00	0.50	1.50
1.50	0.75	2.25
2.00	1.00	3.00
2.50	1.25	3.75
3.00	1.50	4.50
3.50	1.75	5.25
4.00	2.00	6.00

NOTA:
1.- La longitud del traspase será de 40 diámetros de la varilla de mayor diámetro traspasado.
2.- Por ser estructura del grupo "A" permite más de 40 traspases en un mismo punto, por lo tanto se deberán dar los datos de 40 diámetros.

APPROVALS

DATE

DATE

DATE

DATE

DATE

DATE

Escrituras: Uno Fracción del predio referida como Cerro de Tierra Azul posesión del Ejido La Cruz, Municipio de La Cruz.

Chihuahua, MEXICO.

DATE

A-1

Código de Plano



DIRECCION DE CONSTRUCCION
GERENCIA DE CONSTRUCCION

Reporte Construction Ready

FECHA: 23-Mar-08
NOMBRE DE SITIO: CERRO LA CRUZ No. SITIO: JM-2636 CIUDAD: Cd. Delicias, Chihuahua
COMPAÑIA QUE INSTALO: SISOLAR SA DE CV SUPERVISO POR NEXTEL: Alonso Vidal Olvera

