



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**



FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIONES DE INGENIERÍA

CAMPO DE CONOCIMIENTO: INGENIERÍA CIVIL

IMPLEMENTACIÓN DE UNA RADIOWEB

T E S I N A

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

ESPECIALISTA EN CONSTRUCCIÓN

PRESENTA:

ING. CÉSAR QUINTANA BAUTISTA

DIRECTOR DE TESINA: **ING. LUIS CANDELAS RAMIREZ**

MÉXICO, D.F.

MAYO 2018

DEDICATORIA

Es presente trabajo es dedicado a la Universidad Nacional Autónoma de México, agradeciendo todo el apoyo que me brindó para realizar mis estudios de Licenciatura y ahora Especialidad, dedicado a sus docentes y a mis compañeros estudiantes con quien compartí momentos importantes de mi vida y de los cuales estoy orgulloso y me llevó lo mejor de ellos.

César Quintana Bautista

AGRADECIMIENTOS

Agradeciendo principalmente a mi familia que me ha apoyado en todo momento en los estudios que he logrado hasta hoy, por su atención y preocupación en mi realización como profesionista, que en todo momento me han inculcado buenos valores. A mi familia que directa e indirectamente es parte de mis logros.

A Brenda Janette, por el apoyo que me ha brindado desde el momento que inicié mi estancia en la CDMX, por su apoyo académico y fuera de ello le agradezco enormemente.

A los ingenieros y colegas Juan Carlos Soria y Emmanuel Apodaca que me apoyaron en la realización del presente trabajo, que me han apoyado con sus conocimientos y experiencias en el campo de las telecomunicaciones.

A los profesores y compañeros que tuve en esta Universidad, gracias a ellos he logrado concluir mis estudios, llevándome el mejor aprendizaje y muy buenos momentos.

César Quintana Bautista

INDICE

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTOS	3
INDICE	4
INTRODUCCIÓN	6
1.- Generalidades.....	10
Tipos de torres.....	11
Materiales	12
2.- Adquisición de Sitio Nuevo.....	13
Localización del espacio para RB.....	13
Validación	14
Contratación	14
Contratación de área con propietario	14
Contratación con el Operador	16
Licencias y permisos	16
Licencia de uso de Suelo	16
Permiso de construcción ante dependencias.....	16
Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC)	16
3.-Generación de Proyecto.....	17
Estudios y proyectos.....	17
Factores de diseño.....	18
Mecánica de suelos	18
El dictamen estructural.....	19
Memoria de cálculo	20
Tipo de Torre a instalar.....	21
Partes principales de la torre	26
Revisiones de Planos	26
4.-Ejecución de Obra Civil (Proceso constructivo)	27
Supervisiones de Obra	31
1.- Inicio de Obra.....	31

Trazo y nivelación.....	31
2.- Cimentación	32
Excavación y mejoramiento de suelo	32
Colocación de armado de acero.....	33
Colocación de ancla para recibir para torre.....	35
Colocación de cimbra	35
Colado	36
3.- Montaje de Torre.....	39
Fabricación	39
Montaje de torre	40
Aterrizaje	41
Pintura de la torre	42
Pararrayos	42
Iluminación	43
Colocación de soportes para antenas y sus accesorios.....	45
4.- Adecuaciones para sitio celular	47
Bases de concreto.....	47
Bases metálicas	47
Gabinetes	48
Canalizaciones del Sistema eléctrico, de tierras y F.O.....	49
Nicho eléctrico	52
Registros	52
Protección perimetral.....	53
5.- Recepción de sitio.....	54
6.- Conexión de CA.....	54
6.-Operación de sitio	55
Bibliografía	56
Anexos	57
Glosario.....	86

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los medios de comunicación juegan un papel muy importante en nuestra sociedad, el mundo se ha ido adaptando a los constantes y rápidos cambios tecnológicos, destacando la facilidad y rapidez con la cual ahora podemos comunicarnos.

En este trabajo se presenta de manera general el proceso de implementación de una Radiobase de telecomunicaciones, esto refiere a las torres donde se colocan las antenas que radian a ciertas regiones con la finalidad de ofrecer el servicio de telefonía celular, mediante un intercambio de ondas. Las antenas proveen ondas de radiofrecuencia a los usuarios de teléfono para establecer canales de intercambio de información, deben ser colocadas a alturas que de acuerdo con su alcance cubran lo mejor posible la zona, al colocarlas a niveles bajos, las construcciones y árboles obstaculizarían las ondas y afectarían la intensidad de señal. Se requieren construir torres que den altura necesaria a la antena o bien usar inmuebles ya construidos, para que las antenas tengan una proyección mejor y el servicio sea más intenso.



Imagen 1.- Imagen ilustrativa de la ubicación de las antenas.
Fuente: Explicación de la Serie CEM.

En México, Telcel (TELMEX) se desarrolló desde el siglo pasado, logrando ser la única empresa competente en el mercado mexicano y monopolizando el servicio de telefonía celular que surgía a finales del siglo pasado en nuestro país. En 2014, con el fin de ayudar a los diferentes operadores de telefonía celular y darles competitividad contra el monopolio de Telcel, se realizó una reforma a la “Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión”, con lo cual específicamente en el título Quinto, Capítulo IV, se especifica la obligación de la compartición de infraestructura por medio de arrendamiento, con lo cual las nuevas operadoras de telefonía celular no están obligados a construir una Radiobase para poder brindar el servicio, considerando que sería muy costoso y no factible para empresas nuevas y de poco mercado relativo a Telcel; siendo que de esta manera, las nuevas empresas de telefonía pagan rentas por tener espacio en la infraestructura ya existente perteneciente a diferentes empresas arrendadoras de este rubro como

son Telesites, American Tower Corporation (ATC), México Tower Partners, IIMT, Centennial, Torrecom, Intellisites Solutions, QMC Telecom y Uniti Tower, cuyo orden citado es de acuerdo a la cantidad de Radiobases con las que cuentan.

En México hay 29 mil 320 torres en operación, según la consultora TowerXchange. Se trata de un negocio en manos de 10 empresas: a la cabeza está la líder Telesites que tiene 14 mil 917 antenas y American Tower con 8 mil 913; les siguen Mexican Tower Partners con mil 531; IIMT con 450; Centennial con 400; Torrecom con 207; Intelli Sites Solutions con 202; QMC con 495; Uniti Towers con 205 y alrededor de 2 mil torres se distribuyen entre diversos operadores de redes móviles. [Fuente: El Financiero, 18/05/2017]. [Ver Anexo 1]



Imagen 2.- Representación de distribución de Radiobases en México. Diciembre 2016.
Fuente: Periódico El Economista.

En la siguiente tabla se muestra el crecimiento de usuarios de teléfono inteligente, observando va en crecimiento.

INEGI. Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH), 2017.						
Usuarios de un teléfono inteligente, según disponibilidad de conexión móvil, 2015 a 2017						
Año	Total		Con conexión móvil a Internet		Sin conexión móvil a Internet	
	Absolutos	Por ciento	Absolutos	Por ciento	Absolutos	Por ciento
2015 ^a	44 479 312	100.0	29 846 188	67.1	14 588 708	32.8
2016 ^a	54 829 543	100.0	44 387 715	81.0	10 441 828	19.0
2017 ^a	65 351 728	100.0	60 094 038	92.0	5 257 690	8.0

Tabla 1.- Usuarios de teléfono inteligente.
Fuente: INEGI

En México se estima un crecimiento en tráfico de datos móviles de 7 veces del año 2016 al año 2021, debido al incremento del uso de internet en los teléfonos inteligentes y la conexión a internet de las cosas (IoT, Internet of Things). En 2016

se registraron 94 millones de usuarios móviles, los cuales se prevé lleguen a 102 millones para el 2021, según registros de móviles activos, difiriendo un poco con el número de personas que los usan. Debido a la demanda, las tecnologías han ido evolucionando de TDMA, 2G, 3G, 4G, 4.5G y 5G que se está implementando por algunos operadores y que se espera para el 2020 este en plena operación.

La tecnología inicial de la telefonía móvil fueron con TDMA, gabinetes que trabajaban de manera mecánica, conectaban los canales de comunicación de manera mecánica, con grandes Shelter (caja de equipo de aproximadamente 3m por 6m) que protegían el equipo y enfriaban los equipos para evitar su sobrecalentamiento. Posteriormente con la tecnología 2G (segunda generación), se conectan los canales de comunicación de manera digital, lo cual fue un gran avance, aunque es difícil establecer una llamada y uso de datos sobre el mismo canal con tecnología 2G. La tercera generación (3G) implementó el uso de la fibra óptica, con la cual el tráfico de información se realiza más rápido, pues la F.O. trabaja con señales de luz, que viajan más rápido que las señales eléctricas por medio de cable coaxial. La cuarta generación (4G) tuvo el cambio en la frecuencia, aumentando a 2100MHz, frecuencia que permite cruzar obstáculos para llegar a los receptores. Actualmente está iniciando operación la generación 4.5, la cual aumenta aún más la frecuencia, llegando a 2300MHz, permitiendo un tráfico de datos con mayor capacidad.

Las antenas radian ondas de radiofrecuencia de 850MHz a 2100MHz, siendo las de menor frecuencia las primeras tecnologías (TDMA) y las de mayor frecuencia las últimas tecnologías; las primeras tecnologías tienen menor frecuencia, lo que hacía que la onda se propagara a mayor longitud pero se atenuaba más, por ello se ha ido pasando a mayores frecuencias que son más intensas que incluso permiten librar obstáculos, pero que su longitud de propagación es menor, problema que se va resolviendo con la implementación de nuevas Radiobases que enfocan a la región objetivo; tecnologías iniciales con poca frecuencia, simulaban a las antenas de radio y televisión, las cuales utilizan frecuencias bajas que permiten una longitud de propagación mucho mayor y a grandes distancias, siendo que no usan el intercambio de ondas, ya que la radio y la televisión sólo transmiten información y no la reciben.

Paralelamente al crecimiento en la demanda de datos móviles por parte de los usuarios, se contempla un continuo crecimiento de la infraestructura de telecomunicaciones, a futuro se estima llegar a tener hasta 4 veces más las Radiobases actuales. Aún hay muchos espacios que no tienen cobertura en los poblados y carreteras del país, adicional a la continua demanda creciente de datos móviles, lo que da oportunidad a operadores tradicionales como Telcel, AT&T, Telefónica y otros a tener que implementar más tecnologías y expandir su cobertura para cubrir la demanda; por otro lado, el surgimiento de nuevas compañías telefónicas demandará el uso de espacios en Radiobases. La evidente demanda beneficia directamente a las empresas arrendadoras de espacios, así mismo a las

compañías telefónicas y por supuesto, también a las compañías fabricantes de las tecnologías como son Nokia, Ericsson y Huawei, quienes adecuan los sitios para poder operar y ofrecer el servicio. A todo esto, los beneficiados también serán los usuarios de teléfonos móviles, pues tendrán una mejor señal de servicio y más opciones de compañías telefónicas. Como apoyo a las telecomunicaciones, el gobierno federal decidió arrendar inmuebles de administración pública a operadores de telecomunicaciones, facilitando el desarrollo y crecimiento del servicio; en la siguiente imagen se puede observar la distribución de inmuebles que se ponen a disposición para operadores por medio de la plataforma ARES administrada por el INDAABIN (Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales).

Plataforma	ARES
Responsable	INDAABIN
Objetivo	Arrendar inmuebles de la administración pública a operadores de telecomunicaciones
Espacios disponibles	10,500 en etapa inicial y 20,000 a final de 2017
Plazo del contrato	5 años
Renta mensual	De 2 a 5 mil pesos por hasta 190 m ²
Dependencias que participan*	IMSS: 4,265 ISSSTE: 863 Diconsa: 286 Telecomm: 370 Sepomex: 227 Conafor: 69

Imagen 3.- Disposición de inmuebles para operadores de telecomunicaciones.
Fuente: INDAABIN

La construcción de Radiobases representa un campo de inversión y laboral factible, teniendo en cuenta que México tiene déficit de cobertura celular y que cada día se demanda más servicio de datos móviles.

1.- Generalidades

Las Radiobases (RB) son estaciones repetidoras de la comunicación celular, son mediadores de comunicación entre centrales celulares (MTX ó MSC) y la terminal celular móvil (teléfonos celulares), estas Radiobases se componen de diferentes equipos en piso y antenas a diferentes alturas, se tiene la oportunidad de ofrecer una infraestructura para colocar las antenas a las alturas solicitadas por el operador, realizando así la construcción de estructuras para instalar las antenas a la altura que el operador requiera y así arrendarle la infraestructura.

En las RB se encuentran diferentes equipos instalados para la operación, dependiendo de la ubicación del sitio y los requerimientos particulares del operador; los componentes básicos en torre son las antenas de Radiofrecuencia (RF) y las Microondas (MW), las primeras antenas radian señales por ondas a cierta zona conectando con los móviles (celulares) y las segundas son enlaces puntuales por medio de las cuales se transfiere información en forma de señal; por otro lado, en piso encontramos equipos como son el gabinetes himel (tablero de distribución, conexiones F.O.), equipos de transmisión outdoor, instalaciones eléctricas, sistema de tierras, instalación de F.O., camas guía para líneas de transmisión, generadores eléctricos, entre otras.



Imagen 4.- Sitio: LOS TORILES, foto de torre y foto de planta con equipos operando.
Fuente: Mantenimiento Preventivo, Telesites

Tipos de torres

Se denomina torre al elemento estructural mediante el cual alcanzamos las alturas deseadas respecto al nivel de piso.

Debido a que los requerimientos de altura y condiciones donde se va a desplantar la torre son diversos, existen diferentes tipos de torres, siendo las más comunes las descritas a continuación.

- **Autosoportadas**

Su altura puede ser de hasta 84m, normalmente se fabrican en planta tramos de 6m y 3m para montarlos en campo. La geometría de estas torres es de forma piramidal con planta triangular, se puede utilizar sección constante para alturas de menos de 42m. Se utilizan cuando se va a desplantar sobre terreno natural, acondicionando la cimentación para soportar la carga de la torre y sus acciones dinámicas que puedan generarse. Es el modelo tipo más eficiente para una Radiobase.

- **Monopolos**

Se fabrican con alturas de hasta 42m, en tramos tubulares de secciones acordes al proyecto, con sección cónica o constante. Se utilizan para desplantar sobre terreno natural y cuando el terreno es reducido, ya que su cimentación es más pequeña que la requerida para una autosoportada.

- **Arriostradas**

Generalmente son torres desplantadas en azoteas de inmuebles, ya que requieren de arriostre que se esparcen en la azotea, requiriendo un mínimo de 3 ó 4 arriostres para brindar estabilidad. Las secciones utilizadas son triangulares y constante, utilizando el modelo T-90 para torres de hasta 60m, y el modelo T-120 ó T-150 para alturas mayores.

- **Mástiles**

Son instalados en azotea, su altura es de 3m a 21m, se construyen de secciones tubulares de mínimo 3". De acuerdo con sus características de estabilidad se clasifican en diferentes tipos:

Autosoportados: su estabilidad será brindada directamente por el elemento de desplante, el que puede ser un dado de concreto, una viga metálica, etc; dado esto se limita a alturas de hasta 6m.

Contraventeados y/o apuntalados: su estabilidad se brinda por el elemento donde se desplanta y por uno o más puntales que se apoyan en dados, vigas, etc, que le brindan estabilidad. Su altura va de 7m hasta 12m.

Arriostrados: se da estabilidad por el elemento de desplante y por cables arriostrados a uno o más niveles del mástil, mismos que se sujetan a dados, vigas, etc. Para alturas de 13m a 21m.

Autosustentados: su estabilidad se resuelve con contrapesos colocados en la base del mástil, mismo que se adecua para sujetarse a los contrapesos, siendo el objetivo principal que al mástil no se le aplique ningún tipo de

anclaje mecánico o químico a la estructura del inmueble. Se puede usar para alturas de 6m a 12m.

- **Soportes**

Cuando la altura del inmueble proporciona la altura requerida, se puede emplear tubo de 3m ced.40 de 2" de diámetro, el cual se fija a pretil o fachada del inmueble.

En todos los tipos de torre, cuando se tienen problemas sociales por el impacto visual que pueda causar la torre, se puede optar por instalar camuflajes a la torre, algunos de los camuflajes existentes son de reloj, tanque de agua elevado, molino de viento, campanario, árbol, pino, alumbrado, espectacular, cruz, bóveda, y se cualquier otro dependiendo de la imaginación y viabilidad.

Materiales

El principal material de construcción de las torres es el acero, como segundo material es el concreto usado en la cimentación de la estructura y adecuaciones de la Radiobase, también se usan en menor volumen materiales de aluminio, cobre y PVC. A continuación, se describen los usos principales de materiales comunes en la construcción de un sitio.

- **Acero**, utilizado en múltiples elementos de la Radiobase, como son principalmente pernos y tornillos, perfiles de la torre, anclas, herrajes, tuberías exteriores, armado de cimentaciones, entre otros usos. Todo acero debe ser de calidad y de un proveedor confiable.
- **Concreto**, usado en gran parte de la construcción del sitio celular, sus principales usos son en la cimentación de desplante de la estructura, en muros perimetrales, en bases de equipos, entre otros. Los concretos deben ser diseñados y cumplir con la resistencia de diseño.
- **Electrodos**, para soldadura con arco eléctrico que se ocupa principalmente en la construcción de la torre, así como en detalles menores que requieren soldadura en sitio.
- **Pinturas**, de esmalte acrílico para la torre, para tuberías y otros elementos de acero que requieran de color. También se usa emplea pintura vinílica para pintar muros.
- Accesorios complementarios para la operación de la torre, algunos de ellos son pararrayos, luces de obstrucción, líneas de feeders, C.G.O, F.O., etc.

Todas las piezas de acero de las torres deben ser galvanizadas por inmersión en caliente, así como la tornillería con que se arma. Las anclas, se permite que solo se galvanice la parte que estará a la intemperie. Para los cables de retenidas se recomienda usar grasas para penetrar hasta el alma del cable y evitar corrosiones. [Ver Anexo 2], para el espesor de galvanizado que deben tener las piezas de acero.

2.- Adquisición de Sitio Nuevo

La construcción de Radiobases se logra con la demanda de algún operador de telefonía celular, el cual requiere ofrecer el servicio desde algún punto en especial, con ello se inicia debidamente una solicitud por parte del operador para solicitar espacio en un sitio de su interés existente o bien revisar la viabilidad de que alguna empresa torrera le construya un sitio para iniciar sus operaciones.

Considerando la necesidad de construir un sitio nuevo, se sigue el proceso descrito en este capítulo para establecer términos entre el operador y el torrero (dueño de la infraestructura).

Localización del espacio para RB

Los operadores de telefonía celular, en su afán de ofrecer cobertura a la mayor área posible, van estructurando sus redes celulares de radiofrecuencia de la manera más conveniente, solicita sitios (Radiobases) en los puntos convenientes a su estructura celular para ofrecer el servicio móvil. Las antenas se tratan de ir colocando de manera que cubran de la mejor manera los espacios, logrando así un tipo de red hexagonal, a la cual se le debe el nombre de “celular”, ya que por la forma se le denominó con ese nombre.

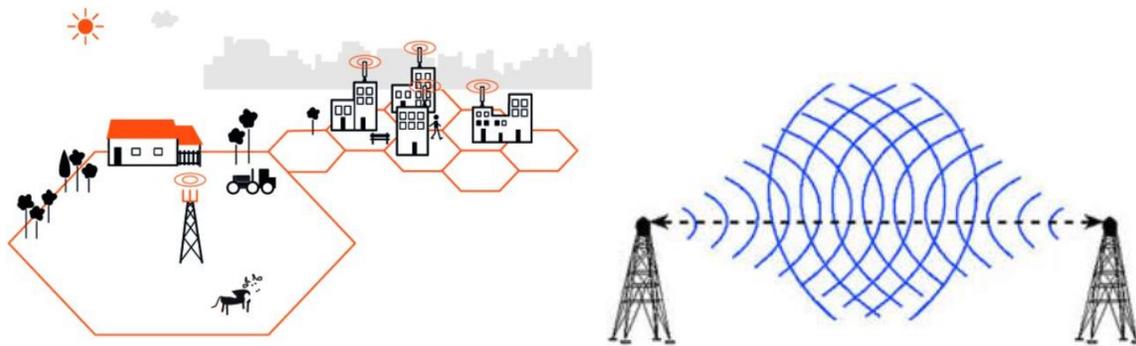


Imagen 5.- Estructura de Redes de Radiofrecuencia.

Fuente: Google.

Se identifica el “Memorándum de Área de Búsqueda” [Ver Anexo 3] como el documento en el cual se especifica el área de interés que el operador solicita, el área se solicita dentro de circunferencias de 10m, 30m, 50m, 100m, o cualquier otra que el operador restrinja. Este memorándum se usa para identificar e iniciar con la negociación de renta de espacio para instalar la infraestructura que refiere este trabajo, gestionando con los propietarios de los terrenos o inmuebles a ocupar y explicando los equipos que se van a montar, teniendo en cuenta la realización de un contrato de arrendamiento del espacio.

El trabajo de búsqueda de espacio consiste en localizar terrenos, azoteas o estructuras que sean factibles en cuanto a monto de renta, capacidad de carga, que no tenga problemas entre propietarios, que no esté clausurado, entre otros puntos importantes y que determinan la seguridad de la inversión. El reporte del trabajo en

campo debe incluir un reporte con fotos, ubicación exacta y comentarios, mismos que se enviarán al operador para que apruebe o no la propuesta de ubicación encontrada en campo.

Validación

En esta instancia del proyecto se identifica el Memorándum de Aceptación o Memorándum de Rechazo, según sea el caso. Son documentos administrativos en los cuales el cliente (operador) da respuesta de factibilidad al lugar encontrado y propuesto en campo para ubicar la Radiobase. Una vez que se tiene la propuesta del lugar, el operador va a sitio para asegurarse de la funcionalidad de ubicación y las características del lugar propuesto, generando así un memorándum de respuesta que puede ser de aceptación del lugar propuesto o de rechazo, siendo este último caso, se tendrá que proponer otro lugar en el área de búsqueda inicial o bien revisar un lugar específico que el operador haya visto en su visita al lugar anteriormente rechazado.

Los memos de Ubicación, Aceptación/Rechazo contienen la información geográfica del lugar donde se pretende instalar la estación base, el dato más importante son las coordenadas del sitio, un error de ubicación puede ser muy costoso, por ello como apoyo para verificar las coordenadas, los memos se apoyan de reportes fotográficos del lugar para cotejar información. Así mismo los memos contienen los nombres propuestos para los sitios, las tecnologías que se requieren instalar, la altura que se necesita alcanzar, entre otros requerimientos solicitados por el operador. [Ver Anexo 4]

Contratación

En toda inversión, es necesario tener claro el sistema administrativo y especificaciones contractuales que se tienen que realizar. Para la construcción y operación de un sitio celular se tiene que realizar debidamente los procesos contractuales, mediante los cuales se pretende asegurar la operación del sitio mínimo por los años que especifique el contrato, amparándose ante problemas que pongan en riesgo la inversión; los contratos más importantes que se realizan es el contrato con el propietario y el contrato con el cliente (operador), el primero es la contratación del terreno, azotea o espacio a ocupar para instalar la Radiobase, el segundo contrato se realiza con el operador para asegurar que el sitio sea ocupado y arrendado a mínimo un operador. También se realizan la contratación de un seguro para cada sitio, pensando en daños que puede causar un sismo, vientos u cualquier accidente, cubriendo eventuales afectaciones a la propia infraestructura, a vecinos, a personas, etc.

Contratación de área con propietario

Una vez logrado el Memorándum de Aceptación, se recaba la documentación necesaria para generar un precontrato que dura el tiempo en que se realice la construcción del sitio, condicionando a que al concluir la construcción y se inicie la

operación del sitio será sustituido por un contrato. Se realiza un precontrato debido a que durante la construcción del sitio hay riesgo de que no se termine por algún tipo de problema que surja durante a construcción del sitio, generalmente surgen problemas con la población vecina, con el municipio, con afectación a un pueblo mágico, entre otros... que pueden impedir el construir la Radiobase.

Para la generación del contrato es necesario crear una carpeta con documentos clave para tenerlos ante cualquier eventualidad, abajo se enlistan los documentos básicos:

- Escrituras de la propiedad
- Identificación del propietario
- Comprobante de domicilio
- RFC
- Predial
- Identificación del cesionario
- Opinión Legal
- Estado de Cuenta a donde se depositará
- Acta de matrimonio, si es el caso
- Croquis del área arrendada

La documentación requerida debe ser suficiente para comprobar la autenticidad del propietario, por ello es recomendable que la documentación que compruebe la adquisición de la propiedad tenga la antigüedad suficiente para que no se vaya a tener problemas con el uso del espacio con los vecinos.

En el contrato se establecen los montos de renta, el área arrendada, las responsabilidades de las partes entre otros puntos importantes que en los siguientes párrafos se describen.

Establecer que en cualquier momento se puede cancelar el contrato por parte de la empresa inmobiliaria (dueña de los sitios) sin penalizaciones, pero, por parte del propietario no se podrá realizar dicha acción; lo anterior con el fin de proteger la inversión.

El contrato debe firmarse por el propietario del terreno, quién recibirá la renta por el espacio ocupado y que i llega a faltar, será pagado a quién él deje empoderado.

Es importante señalar el área arrendada, así como anexar un croquis del espacio para que en el futuro no haya detalles y todo quede claro. Se debe mencionar los alcances en cuanto a mantenimientos del espacio.

La inversión promedio para construir una Radiobase es de aproximadamente \$1,800,000.00 por lo cual es importante considerar el tiempo de retorno de la inversión, recomendando que los contratos con propietario se realicen por un mínimo de 10 años, para asegurar la factibilidad de la inversión. Para tener una

idea, la franja en torre que se renta a un operador suele ser de 3 a 4 metros, por una renta mensual que va de los 19 mil pesos en zonas de bajos recursos y poca población, hasta los 23 mil pesos en zonas residenciales o comerciales; monto independiente a la renta del espacio arrendado, siendo que los operadores de telefonía móvil (Telcel, AT&T, etc...) deben pagar renta al propietario del lugar y renta a la empresa propietaria de la infraestructura.

Contratación con el Operador

Se realiza un contrato con el operador de telefonía para el uso de la infraestructura, como anteriormente se comentó, el operador pagará la renta de piso que se entrega al propietario por área ocupada y una renta por el espacio ocupado en la torre, costos que dependerán de la negociación con el propietario del predio o inmueble y de la zona geográfica donde se encuentre.

La construcción de un sitio no es totalmente segura, tiene sus riesgos, como problemas vecinales, problemas con el municipio o pueblos mágicos, donde la construcción de un sitio puede verse interrumpida e incluso cancelada. Al realizar la ubicación del sitio, debe identificarse el grado de riesgo, informar al operador para que lo evalúe y asuma el riesgo o parte del mismo. Para ello se puede realizar una carta de riesgos, donde se avisa al operador del peligro inminente en la construcción del sitio, misma el operador evalúa y contesta si quiere asumir parte o el total del riesgo según se le plantee y decidir en construir o cancelar el proyecto.

Licencias y permisos

La licencias y permisos son importantes para tener certidumbre de la inversión, ya que se reduce el riesgo de detener la obra. Por el tipo de infraestructura, generalmente se tiene un apoyo inmediato de las partes gubernamentales, debido a que propiamente el objetivo de una torre es ofrecer cobertura lo que beneficia a todos.

Licencia de uso de Suelo

La licencia se tramita con la dependencia municipal, actualmente las licencias en la zona metropolitana son complicadas y en algunos casos se opta por construir sin licencias, debido a la necesidad inminente de ofrecer el servicio.

Permiso de construcción ante dependencias

Existen casos en que se requieren permisos especiales ante dependencias diferentes a las del municipio, como son ante el comité de ejidatarios, o por ejemplo en la UNAM, donde se tiene que obtener permisos del patronato universitario.

Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC)

La DGAC es la encargada de brindar seguridad aérea, de la administración del sector aeronáutico y de cuidar el desarrollo del sector, entre sus responsabilidades está el validar y revisar las construcciones altas, verificando que no representen un peligro para la aviación, encargándose a su vez de dictaminar el balizamiento e iluminación de toda construcción alta.

En la construcción de Radiobases se tiene que revisar la factibilidad de altura y ubicación de la zona en relación con el tráfico aéreo, para ello es necesario presentar un dictamen de señalización y balizamiento a la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) para la aprobación de la altura de torre y ubicación. Los puntos clave que se deben incluir en el dictamen a presentar ante DGAC son:

- Dirección del predio.
- Fotografías panorámicas tomadas del centro del predio hacia los 4 puntos cardinales (Norte, Sur, Este y Oeste), a fin de determinar apantallamientos por elementos existentes: torres, edificios, cerros, etc.
- Altura de la estructura (torre), incluyendo pararrayos.
- Coordenadas de ubicación (Latitud y Longitud).
- Metros Sobre el Nivel del Mar (MSNM).

Se debe obtener un dictamen de validación por parte de la DGAC. [Ver Anexo 5]

3.-Generación de Proyecto

Teniendo la ubicación donde quedara la RB, un precontrato con propietario y un contrato con operador, se inicia con la realización del anteproyecto (AP), mismo que se revisa y valida por el departamento (supervisor) responsable del sitio en especial, dicho anteproyecto consta de planos arquitectónicos, de planta, detalles de perfil, planos eléctricos, planos de F.O., planos de sistema de tierras, y planos estructurales requeridos por el supervisor, que una vez validados serán los planos de proyecto. A continuación, se presenta una tabla con los planos a entregar y las fases del proyecto.

Etapas	Planos a presentar.
Ante Proyecto	A-Arquitectónico E-Estructural
Ejecutivo	FO-Fibra Óptica IE-Eléctrico
AsBuild	ST-Sistema Tierras

Tabla 2.- Etapas del proyecto.
Fuente: Elaboración propia.

Las características del proyecto se determinan de acuerdo con la ubicación, definiendo el tipo de torre que se requerirá y que será factible de acuerdo con los requerimientos sociales y técnicos que puedan presentarse.

Estudios y proyectos

En todo proyecto bien elaborado, es necesario tener una revisión de información que sustenta el proyecto, dado ello se realiza una revisión de las siguientes consideraciones en la elaboración del proyecto final a construir.

Factores de diseño. Mediante un formato de factores de diseño se revisa de acuerdo con la ubicación y características del lugar donde se pretende construir el sitio los factores de VR, FT y CT (Velocidad Regional, Factor de Topografía, Categoría de Terreno; sacados de manual CFE 93) con los cuales se va a diseñar la torre. [Ver Anexo 6]

Mecánica de suelos. El estudio deberá cumplir con requerimientos del Reglamento de Construcción de las CDMX, y con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

En la exploración de campo, el tipo, número y profundidad de los sondeos dependerá del tipo de suelo a explorar y la profundidad NAF. Par ello debe identificar el tipo de suelo en que se encuentra de acuerdo con la tabla 3.

CLASIFICACION DE DEPOSITOS ESTRATIGRAFICOS		
GRUPO	TIPO DE DEPOSITO	PROFUNDIDAD NAF
A	SUELOS FINOS DE CONSISTENCIA FIRME A DURA O SUELOS CEMENTADOS	MAS DE 3.00m
B	SUELOS FIRMES DE CONSISTENCIA FIRME A DURA O SUELOS CEMENTADOS	MENOS DE 3.00m
C	SUELOS FINOS DE CONSISTENCIA MUY BLANDA	CUALQUIERA
D	SUELOS GRUESOS MUY SUELTO A MEDIA	CUALQUIERA
E	SUELO GRUESO DENSO A MUY DENSO	CUALQUIERA
F	ROCA	CUALQUIERA
G	RELLENO SUELTO DE MENOS DE 2m DE ESPESOR	MAS DE 3.00m
H	RELLENO SUELTO DE MAS DE 2m DE ESPESOR	CUALQUIERA
I	CASOS ESPECIALES	CUALQUIERA

Tabla 3.- Clasificación de estratos.

Fuente: Telesites

Una vez conociendo el tipo de suelo, para saber el tipo y número de sondeos, se determinará conforme a la tabla 4.

EXPLORACION PROPUESTA		
GRUPO	SM	PCA
A	1 (8-10m)	
B	1 (8-10m)	
C	1 (12-15m)	UNO DE 2.00-3.00m
D	1 (12-15m)	UNO DE 2.00-3.00m
E	1 (10-15m)	
F	1 (6-10m)	
G	1 (10-15m)	
H	1 (12-15m)	
I	DE ACUERDO CON CRITERIO DE GEOTECNIA	

Tabla 4.- Exploración propuesta.

Fuente: Telesites

SM: Sondeo de muestreo mixto combinando la prueba de penetración estándar (SPT) con muestreo inalterado con tubo de pared delgada (shelby), en suelos blandos/sueltos. Y/o alternando la penetración estándar con el avance con máquina rotaria (brocas de diamante) y/o similar en suelos duros/resistentes.

PCA: Pozo a cielo abierto, realizado con pico y pala, con extracción de muestras alteradas e inalteradas (cúbicas).

Todas las muestras de los superficiales y profundos se someterán a ensayos de humedad, clasificación visual y al tacto en húmedo y seco. Se realizarán análisis granulométricos, límites de plasticidad, contracción lineal y densidad de sólidos. Se seleccionarán muestras inalteradas para realizar pruebas mecánicas de resistencia y compresibilidad.

Con la información de estos estudios se resolverá la cimentación de la torre, de muros de contención en caso de requerirse, la estabilidad de taludes, la capacidad de carga, cálculo de asentamientos, y toda información importante del suelo.

El dictamen estructural se realizará para sitio en azotea, documento en el cual se documentar los siguientes puntos.

Descripción del inmueble en general

Reporte fotográfico del inmueble con fines estructurales e identificando elementos fotografiados.

En la revisión se debe incluir la bajada de cargas (análisis de cargas) considerado.

Revisar elementos de los cuales se desplantarán los equipos y estructura que se implementara; los elementos deben revisarse desde nivel de piso hasta azotes que es donde se desplantara la torres y equipos.

Se debe incluir el diseño de los nuevos dados de apoyo, mismos que no podrán ser desplantados a partir de losa.

La colocación de equipos puede ser en azotea o en rejilla Irving, suele suceder que las azoteas no están diseñadas para recibir cargas adicionales, por ello se soluciona con rejilla Irving que descargara directamente sobre elementos estructurales, teniendo que diseñar las conexiones entre dados y rejilla, así como la revisión de desplazamientos laterales y deflexiones.

El dictamen debe incluir todas las cargas existentes y todas las cargas que se tengan planeadas montar.

PESOS A CONSIDERAR DE EQUIPOS	
EQUIPO / MARCA	PESO(KG)
CE	400
GSM (ERICSSON)	600
SCC02 (ERICSSON)	600
RBS6101 (ERICSSON)	600 SINGLE RAN/LTE
BBS6101 (ERICSSON)	1000 SINGLE RAN/LTE
TP48200A (HUAWEI)	600
MINISHELTER (HUAWEI)	1000
CARGA VIVA EN PLATAFORMAS	100 KG/M2

Tabla 5.- Pesos de equipos a instalar en piso o azotea.

Fuente: Telesites

Memoria de cálculo. Se deberá tener las siguientes consideraciones en el análisis de la torre.

- Análisis de cargas gravitacionales.

Carga muerta: considera peso propio de torre, antenas celulares, parábolas, RRU's, feeders, cama guía de onda, escalera, plataforma de descanso, t-45, soportes, herrajes, camuflajes y todo lo que este considerado en el proyecto.

HERRAJES		LINEAS		ANTENAS MW Y RF	
TIPO	PESO(Kg)	DIAMETRO (in)	PESO (Kg/m)	DIAMETRO (m)	PESOS (Kg)
Mw $\phi \leq 0.60m$	35.0	7/8"	0.508	0.30	10.4
Mw $\phi > 0.60m$	80.0	1/2"	0.253	0.60	18.5
RRU'S	25.0	3/4"	0.500	1.20	77
SOPORTE H RF	150.0			1.80	127
				2.40	203
				3.00	245
				3.70	386
				4.50	807
				RF	27

Tabla 6.- Pesos de equipos a instalar en torre.

Fuente: Telesites

Carga viva: se considera el peso del personal que pudiese estar haciendo mantenimientos y montajes en torre, se propone considerar 300kg.

- Análisis estructural por viento.

El análisis será basado en Manual de Diseño por Viento de CFE 1993.

La velocidad Regional será obtenida por el software "Sistema de viento" del manual CFE 2008. Se recomienda tomar valores superiores a los de CFE para sitios críticos, como la zona de la ventosa, zonas costeras con registros de velocidades superiores a las de CFE.

Clasificación de la estructura de acuerdo con su importancia, "A" (de manual CFE)

Clasificación de la estructura según su respuesta ante viento, tipo 2 (de manual CFE)

Velocidad de Diseño (V_D), $V_D = F_T * F_\alpha * V_R$; los factores se obtienen de acuerdo al manual de diseño por viento de CFE 1993.

- Análisis estructural por sismo.

El análisis será basado en Manual de Diseño por Sismo de CFE 1993.

El análisis para torres autosoportadas y mástiles apuntalados se recomienda realizar con el programa de modelado StaadPro con el método CQC declarando las ordenadas espectrales y las masas que intervengan en el estudio.

Para torres arriostradas y mástiles arriostrados también se recomienda usar el programa StaadPro, repartiendo fuerzas en los nodos.

Para monopolos, se podrá analizar como propone el diagrama de flujo del Anexo 7.

Para mástiles autosoportados podrá omitirse este análisis.

- Consideraciones para modelado en Software usado.

Condiciones de apoyo:

Autosoportadas	Sus 3 apoyos articulados
Arriostradas	Apoyo central articulado y retenidas con apoyo empotrado
Herrajes especiales	Empotrado
Monopolos	Empotrado
Mástil Autosoportado	Empotrado
Mástil Apuntalado	Empotrado en mástil y articulado en puntales
Mástil Arriostrado	Articulado en mástil y empotrado en retenidas

Tabla 7.- Condiciones de apoyo a usar en Software para revisión y diseño estructural.

Fuente: Telesites

La celosía puede actuar como armadura.

Las cargas por viento pueden aplicarse de manera puntual y perpendicular a la torre sobre los nodos.

El acero que conforma la estructura será de diseño conforme al código AISC (American Institute of Steel Construction)

Para celosías la relación de esbeltez deberá ser menor a 200.

- Diseño de conexiones.
Se debe presentar de acuerdo con código AISC y NTC vigentes.
- Diseño de anclas.
- Diseño de cimentación.

Para el diseño de la cimentación, se realizará de acuerdo con las NTC vigentes, donde se tomará los parámetros necesarios de diseño como Momento actuante, momento resistente, momentos de volteo, entre otros; generando así diseño por flexión, por volteo, por cortante, su recubrimiento, el concreto y el tipo de armado y acero a aplicar.

Tipo de Torre a instalar

Se tienen diferentes tipos de torres estándar, sin descartar la fabricación de torres especiales que requieren de camuflajes diseñados para proyectos específicos. Las torres óptimas son las autosoportadas, ya que se pueden alcanzar alturas mayores y resistir futuros operadores a instalar.

El tipo de torre a instalar depende primero de la requisición de NCRA por parte del operador, posteriormente dependerá de la validación del DGAC (Dirección General de Aeronáutica Civil), también deberá revisarse si no hay problema con el INAH (Instituto Nacional de Antropología e Historia) y con el INBA (Instituto Nacional de Bellas Artes), ya que hay sitios en pueblos mágicos o zonas urbanas con importancia arquitectónica y social que complican la implementación de la RB, todos los puntos anteriores son factores que definen el tipo de torre a instalar además de la parte técnica del proyecto.

En capítulo 1 se habló de los tipos de torre y sus principales características, con el fin de relacionar el nombre con el tipo, en el presente apartado abordáramos de una manera más detallada los tipos de torre, anexando fotos que las identifiquen.

- **Autosoportadas**

Alturas hasta de 84m, desplantadas de terreno natural.

En este tipo de torres, se tratará de orientar de acuerdo con las orientaciones de los herrajes solicitados por el operador, dicha orientación magnética se tratará de ajustar con la torre para que sea el arreglo mejor. Las orientaciones corresponden a donde las antenas pretenden radiar, y es hacia los lunares de población más densos. [Ver Anexo 8]



Imagen 6.- Torre autosoportada con sección cónica hasta 18m y sección contante.

Fuente: Telesites.

- **Monopolos**

Alturas hasta de 42m, se desplantan de terreno natural.

Sustituyen a la torre autosoportada cuando el espacio para la cimentación es limitado, cuando se requiere un camuflaje tipo árbol u otro que el monopolo ayude, o bien cuando se vea técnicamente conveniente. [Ver Anexo 9]



Imagen 7.- Monopolo con camuflaje tipo árbol.

Fuente: Telesites.

- **Arriostradas**

Alturas con el modelo T-90 de hasta 60m, y el modelo T-120 ó T-150 para alturas mayores; suelen colocarse en azotea con mínimo 3 arriostres. [Ver Anexo 10]



*Imagen 8.- Torre arriostrada sobre azotea.
Fuente: Telesites.*

- **Mástiles**

Autosoportados: Alturas hasta 6m, desplantados en azotes. [Ver Anexo 11]



*Imagen 9.- Mástil de 3m sobre azotea, con camuflaje tipo tinaco.
Fuente: Telesites.*

Contraventeados y/o apuntalados: altura va de 7m hasta 12m, se desplanta de azotea. [Ver Anexo 12]



Imagen 10.- Mástil apuntalado de 12m sobre azotea.
Fuente: Telesites

Arriostrados: Para alturas de 13m a 21m, desplantados sobre dado en azotea. [Ver Anexo 13]



Imagen 11.- Mástil arriostrado sobre azotea.
Fuente: Telesites

Autosustentados: para alturas de 6m a 12m, sobre azoteas donde no se quiere escarificar. [Ver Anexo 14]



*Imagen 12.- Mástil autosustentado sobre azotea.
Fuente: Telesites*

- **Soportes**

Se fija a pretil o fachada del inmueble. [Ver Anexo 15]



*Imagen 13.- Soportes para antenas directamente a pretil o estructura del edificio.
Fuente: Telesites.*

Partes principales de la torre

A pesar de los diferentes tipos de torres que se conocen, todas tienen elementos importantes para el funcionamiento, se describen algunos de los elementos generales de las torres.

- Soporte tipo H para antenas con pasillo de trabajo, pueden colocarse hasta 4 antenas por sector; es un soporte para sujetar y acomodar las antenas, en el cual se habilitan mástiles de 2" ced.40 y de 3m de largo. Se colocan en torres autosoportadas, monopolos o torres arriostradas.
- Soporte tipo H para antenas sin pasillo; soporte que sirve para colocar hasta 3 antenas por sector, se diseña el herraje con mástiles de 2" ced40 de 3m de longitud. Se colocan estos herrajes en mástiles, autosoportadas, monopolos y torres arriostradas.
- Cama Guía de Onda (C.G.O.), es una cama guía de cables (feeders) y/o F.O. (fibra óptica) en la trayectoria de la antena a los equipos decodificadores (gabinetes), misma cama que se instalara en cada cara de la torre autosoportada y adicional, se instalaran cama horizontal.

Revisiones de Planos

La revisión de planos de Anteproyecto se realiza antes de iniciar la construcción del sitio, en la revisión se verifica diferente información de debe contener el plano, como a continuación se describe:

Ubicación:

La ubicación es una parte muy importante, misma que se verifica con la ubicación del memorándum de aceptación. Además de la ubicación, se revisan el croquis de las calles.

Altura de torre:

La altura de torre se genera a partir de la altura demandada por el operador y que se especifica en el memo de aceptación, a partir de la altura que requiere el operador se establece la altura de la torre, altura que dependerá del tipo de torre a poner.

Se recomienda que en torres nuevas se considere que más operadores pretenderán ocupar la torre, diseñando entonces la torre con una mayor altura a la requerida y con la consideración de antenas a diferentes niveles. Por ejemplo, en la tabla siguiente para torres autosoportadas y monopolos se establece la relación de alturas requeridas con una altura con incremento pensando en un operador futuro.

ALTURAS DE TORRE			
N.C.R.A.	ALTURA DE ACUERDO A NORMA	ALTURA CON INCREMENTO	+ DADO de 50 cm
15	18	21	
16	18	21	
17	18	21	APLICA
18	21	24	
19	21	24	
20	21	24	APLICA
21	24	27	
22	24	27	
23	24	27	APLICA
24	27	30	
25	27	30	
26	27	30	APLICA
27	30	33	
28	30	33	
29	30	33	APLICA
30	33	36	
31	33	36	
32	33	36	APLICA
>32	APLICA ALTURA DE ACUERDO A NORMA		

Tabla 8.- Relación de la altura requerida con la altura con incremento para operador futuro.

Fuente: Telesites

Para alturas de cualquier tipo de torre sin incremento, la altura debe ser de por lo menos 1m arriba del NCRA solicitado, siendo siempre la altura de la torre una dimensión estándar en múltiplo de 3, es decir, la torre puede ser de 18m, 21m, 24, etc.

4.-Ejecución de Obra Civil (Proceso constructivo)

Una vez que ya se tiene un proyecto validado por el área correspondiente, se procede con la ejecución de la obra civil.

En la tabla 11 se muestra el programa de obra estimado para la construcción de una Radiobase, el cual puede extenderse por problemas en sitio o simplemente porque no es prioridad; en contraparte, para sitios prioritarios o urgentes puede acortarse el tiempo de construcción empleando mayor recurso e incrementando el costo total.

Generalmente la instalación de la torre es determinante, ya que en algunos lugares causa problemáticas con la población, porque es el momento en que se enteran de su futura existencia y comúnmente provoca descontento que en el peor de los casos puede detener momentáneamente la construcción.

ACTIVIDADES Y SECUENCIA			
	ACTIVIDAD	DURACIÓN	Act. Anterior
A	Trazo y nivelación de terreno	1	///
B	Excavación	3	A
C	Retiro de desechos excavación	1	B
D	Habilitado de acero	7	B
E	Colado de cimentaciones	1	D
F	Compactación cimentaciones	4	E
G	Construcción de plancha equipos	2	F
H	Construcción de muros y nicho electrico	8	C
I	Instalación herrería	3	H
J	Instalación torre autoportada	6	F
K	Instalación eléctrica, S. Tierras y F.O.	8	G,I,J
L	Construcción acometida eléctrica	4	K
M	Detalles de terminación	3	K
N	Limpieza final de obra	1	L,M

Tabla 9.- Actividades generales del proyecto (partidas).
Fuente: Elaboración propia.

Con el objetivo de obtener el programa general de obra y la ruta crítica por el método de flechas y nodos, se procede a la elaboración de la matriz de ordenación:

MATRIZ DE ORDENACIÓN		ANTERIORES														NIVELES																								
		I	II	III	III	IV	V	VI	IV	V	VI	VII	VIII	VIII	IX	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX																
	ACTIVIDAD	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N																									
P	A Trazo y nivelación de terreno															0																								
O	B Excavación	1	0													1	0																							
S	C Retiro de desechos excavación		1	1	0											1	1	0																						
T	D Habilitado de acero			1	1	0										1	1	0																						
E	E Colado de cimentaciones				1	1	0									1	1	1	0																					
R	F Compactación cimentaciones					1	1	1	0							1	1	1	1	0																				
R	G Construcción de plancha equipos						1	1	1	0						1	1	1	1	1	0																			
I	H Construcción de muros y nicho electrico			1	1	1	0									1	1	1	0																					
O	I Instalación herrería							1	1	1	0					1	1	1	1	0																				
R	J Instalación torre autoportada							1	1	1	1	0				1	1	1	1	1	0																			
E	K Instalación eléctrica, S. Tierras y F.O.								3	3	3	3	3	2	0	3	3	3	3	3	2	0																		
S	L Construcción acometida eléctrica								1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0																		
	M Detalles de terminación											1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0																		
S	N Limpieza final de obra												2	2	2	2	2	2	2	2	2	0																		

Tabla 10.- Matriz de ordenación.
Fuente: Elaboración propia.

DIAGRAMA DE BARRAS DE ACTIVIDADES		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35			
A	Trazo y nivelación de terreno	█																																					
B	Excavación		█	█	█																																		
C	Retiro de desechos excavación				█																																		
D	Habilitado de acero					█	█	█	█	█	█	█	█																										
E	Colado de cimentaciones											█																											
F	Compactación cimentaciones												█	█	█	█	█	█	█																				
G	Construcción de plancha equipos																																						
H	Construcción de muros y nicho electrico																																						
I	Instalación herrería																																						
J	Instalación torre autoportada																																						
K	Instalación eléctrica, S. Tierras y F.O.																																						
L	Construcción acometida eléctrica																																						
M	Detalles de terminación																																						
N	Limpieza final de obra																																						

Tabla 11.- Diagrama de barras.
Fuente: Elaboración propia.

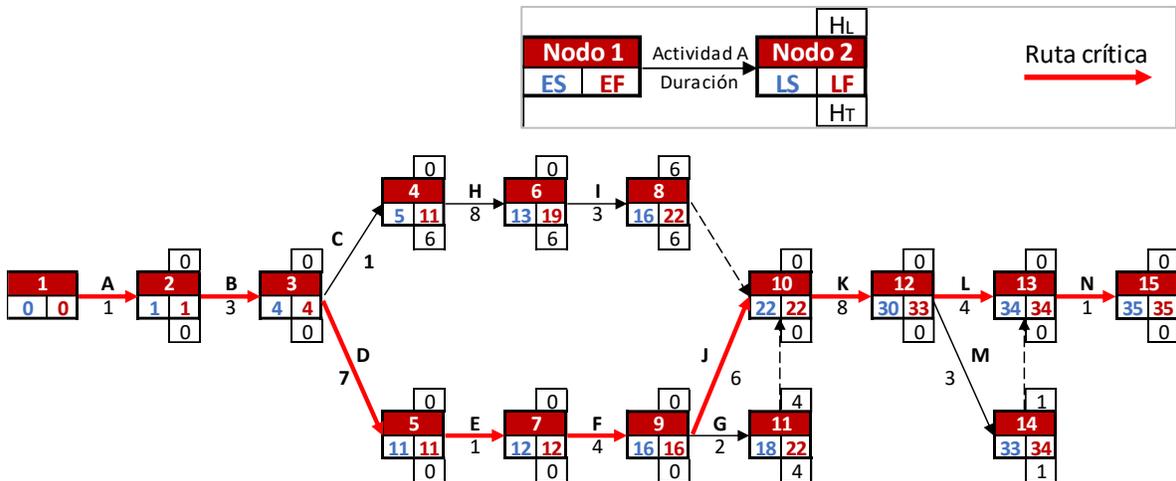


Imagen 15.- Red de actividades y Ruta crítica.
Fuente: Elaboración propia.

Como resumen del análisis anterior, se observa que la duración normal que debe tener un proyecto de este tipo en condiciones óptimas es de 35 días, observando que la ruta crítica consta de 9 actividades (imagen 15) que deben cumplirse en tiempo y forma para no prolongar la duración del proyecto, dichas actividades a realizar son A>B>D>E>F>J>K>L>N. Generalmente los proyecto se realizan en un tiempo menor, debido a la urgencia en su realización y situaciones internas de las empresas que obligan a tener procesos constructivos muy cortos y de menor calidad, por la rapidez en la construcción se suelen tener errores constructivos; el tiempo mínimo que se debe tomar para construir una Radiobase cumpliendo con un proceso adecuado y de calidad es de 29 días, tal y como se desarrolla a continuación:

Se revisa cada actividad, destacando los días que se pueden reducir por cada una, es decir, las actividades donde se puede meter más cuadrillas o simplemente trabajar más tiempo para acortar la duración,

ACTIVIDADES Y SECUENCIA		DURACIÓN	Días	Act. Anterior
ACTIVIDAD		mínima	reducidos	
A	Trazo y nivelación de terreno	1	0	///
B	Excavación	1	2	A
C	Retiro de desechos excavación	1	0	B
D	Habilitado de acero	6	2	B
E	Colado de cimentaciones	1	1	D
F	Compactación cimentaciones	3	2	E
G	Construcción de plancha equipos	2	0	F
H	Construcción de muros y nicho electrico	6	2	C
I	Instalación herrería	3	0	H
J	Instalación torre autosoportada	6	0	F
K	Instalación eléctrica, S. Tierras y F.O.	7	1	G,I,J
L	Construcción acometida eléctrica	2	2	K
M	Detalles de terminación	3	0	K
N	Limpieza final de obra	1	0	L,M

Tabla 12.- Duración mínima de cada actividad a realizar.
Fuente: Elaboración propia.

		DIAGRAMA DE BARRAS DE ACTIVIDADES																												
ACTIVIDAD		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
A	Trazo y nivelación de terreno	■																												
B	Excavación		■																											
C	Retiro de desechos excavación			■																										
D	Habilitado de acero			■	■	■	■	■	■	■																				
E	Colado de cimentaciones									■																				
F	Compactación cimentaciones										■	■	■	■																
G	Construcción de plancha equipos													■	■															
H	Construcción de muros y nicho electrico				■	■	■	■	■	■	■																			
I	Instalación herrería										■	■																		
J	Instalación torre autoportada														■	■	■	■	■	■										
K	Instalación eléctrica, S. Tierras y F.O.																				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
L	Construcción acometida eléctrica																											■	■	■
M	Detalles de terminación																													■
N	Limpieza final de obra																													■

Tabla 13.- Diagrama de actividades (duraciones mínimas).
Fuente: Elaboración propia.

Se presenta la red de flechas y nodos, teniendo las actividades críticas A>B>D>E>F>J>K>M>N, a diferencia de la ruta crítica estándar, la actividad M paso a ser crítica, mientras que la actividad L ya no fue crítica. La duración mínima del proyecto sería de 29 días en condiciones óptimas de construcción.

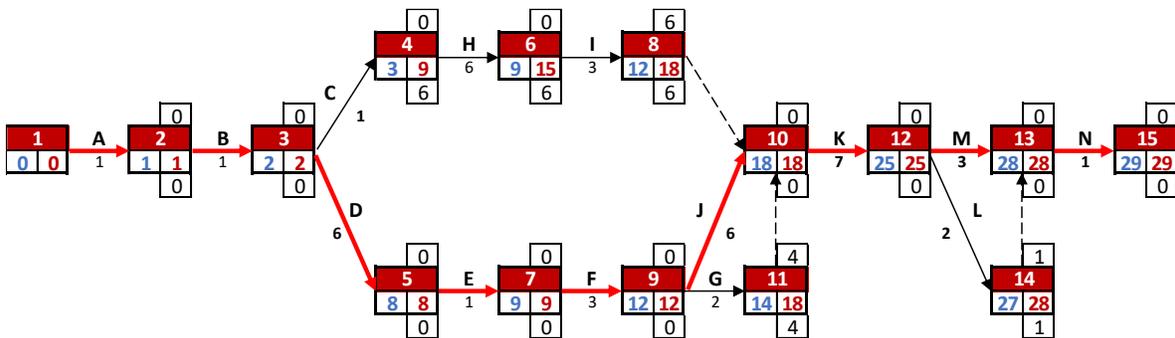


Imagen 16.- Red de actividades y Ruta crítica.
Fuente: Elaboración propia.

Analizando el diagrama de redes y nodos, podemos concluir, que la actividad H que se reduce 2 días, puede no reducirse y no afecta a la duración de 29 días de construcción, ahorrándose así el sobrecosto por meter más cuadrillas o tiempo extra de trabajo en la jornada laboral. De la misma manera la actividad L, que se reduce 2 días, puede sólo reducir 1 día, no afectando la duración total del programa de construcción planteado.

En algunos otros casos, la construcción de la Radiobase tarda más de 35 días, puede ser por que el acceso al sitio es complicado para llevar el material, para tener acceso de maquinaria, por los horarios permitidos para trabajar, entre algunos otros problemas.

Al realizar la programación de obra, es importante considerar las condiciones geográficas del sitio, ya que la duración de las actividades varía de acuerdo con el lugar donde se vaya a construir, esto por diferentes condiciones que se presentan en cuanto a los recursos de materiales, de mano de obra, de maquinaria y demás que se utilizan en el proceso constructivo.

Supervisiones de Obra

Como todo proceso constructivo, es necesario verificar que los requisitos de calidad en los materiales empleados y procesos sea de acorde al proyecto. Durante la construcción de la infraestructura del sitio celular es importante tener supervisiones para verificar y asegurar la construcción adecuada, destacando 6 momentos importantes a supervisar durante la construcción del sitio, mismos que se describen a continuación:

1.- Inicio de Obra

La obra puede iniciarse cuando se tiene toda la documentación de contratos y proyecto validados, además de haber informado a las partes involucradas del inicio de obra.

Trazo y nivelación.

Para Radiobases que se pretenden instalar en terreno natural, se tiene que deshierbar el área que se usará, retirando a su vez toda la capa de suelo con materia orgánica, donde se procederá a nivelar el área que normalmente es de 10m por 10m con tepetate, relleno que deberá compactarse en capas no mayores a 15cm. En caso de que el nivel del terreno natural sea muy pronunciado, se podrá nivelar el sitio en dos niveles, mismos que deberán estar sobre el NAME de la región, pues los equipos no deberán inundarse en ningún momento.

El trazo del sitio tiene que ser la primer actividad a realizar, marcando los límites del área y ubicación de la cimentación; en algunos casos el lugar tiene que antes ser deshierbado para poder realizar esta actividad.



Imagen 17.- Trabajos de trazo en terreno natural.

Fuente: Telesites.

El retiro de la capa de suelo con materia orgánica idealmente tendría que realizarse después del trazo, pero en ocasiones se procede con elaboración de la cimentación y después se retira toda la materia orgánica que quede en sitio y se nivela.



Imagen 18.- Retiro de materiales del sitio / retiro de capa orgánica después de cimentar.
Fuente: Telesites.

2.- Cimentación

La cimentación de las torres se construye con concreto armado, generalmente su diseño es de sección cuadrada conformada con 3 dados para torre autoportada y un dado para monopolo y torres arriostradas. Para torres en azotea, se realiza el dado principal ubicado en un elemento estructural (columna o trabe) que resista las reacciones provocadas por la torre, así mismo en caso de tener arriostradas o apuntalamiento se tienen que construir sus respectivos dados, desplantados a partir de columnas o trabes de la propia estructura del inmueble.

Excavación y mejoramiento de suelo

Las excavaciones se realizan principalmente para autoportadas y monopolos, cuyas dimensiones y armados serán señalados en el proyecto generado. Las torres autoportadas al tener 3 piernas de torre y generalmente ser de mayor altura que los monopolos, requieren de una excavación para cimentación más grande.



Imagen 19.- Excavación para monopolo / excavación para autoportada.
Fuente: Telesites.

Se excavará el espacio señalado en diseño, misma que se rellenará con capas de máximo 15cm de tepetate compactado para nivelar, sobre el relleno se pondrá una un firme de concreto de mínimo 5cm de espesor y $f'c$ de $100\text{kg}/\text{cm}^2$. A partir de allí se realiza el armado y colado de cimentación.



Imagen 20.- Compactación y nivelación de cimentación / firme de concreto en cimentación.
Fuente: Telesites.

Colocación de armado de acero

El acero de refuerzo a utilizar será corrugado, con $F_y 4200 \text{ kg/cm}^2$, grado 60 (ASTM A 615), a excepción de alambroón del No.2 que puede ser usado para estribos, el cual puede ser de $F_y 2320 \text{ kg/cm}^2$. En los párrafos siguientes se describe la inspección general que se realiza en obra.

Durante la supervisión del habilitado de acero, es importante verificar que el acero esté libre de oxido y cualquier otro contaminante como pinturas, aceites, tierra y cualquier otro que impida una buena adherencia con el concreto.

No se permite la colocación de paquetes de varilla, se tendrá que usar varilla con diámetro y separación suficiente para cubrir la demanda.

Los dobleces y ganchos podrán hacerse en frío, utilizando la grifa o preferentemente con dobladores cilíndricos. Debe revisarse que el doblado no tenga grietas y su doblado a 90° o 180° no esté muy forzado.

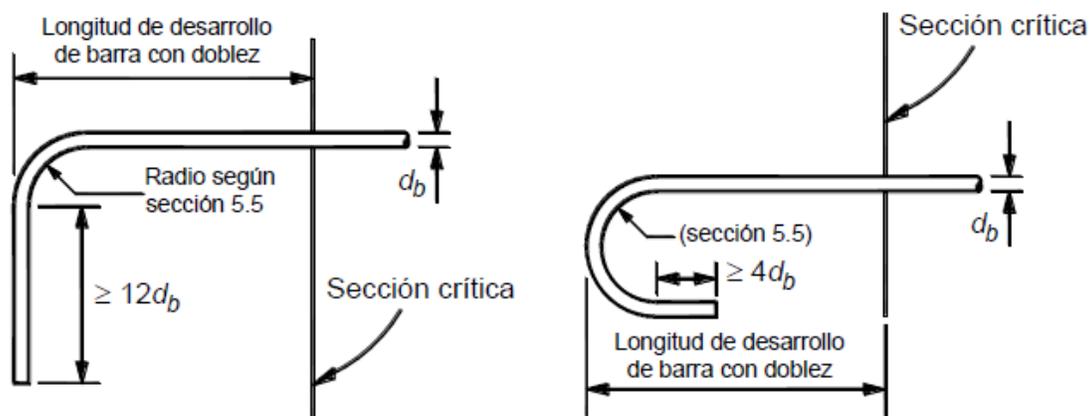


Imagen 21.- Longitud de desarrollo de barra con dobléz.
Fuente: NTC-2017.

Independientemente del diseño de armado, en supervisión de manera general se puede verificar considerando que los traslapes realizados serán mínimo a 40 diámetros de la varilla, en varilla hasta el No.6; en varillas mayores se tendrá que usar conectores. La longitud de desarrollo nunca será menos de 30cm.

La separación libre entre barras paralelas no será menor que el diámetro nominal de la barra ni que 1.5 veces el tamaño máximo del agregado.

Con el uso de separadores, silletas y grapas se asegurará el armado en su posición durante el colado.

Los estribos deben rematar en una esquina con dobleces de 135 grados, seguidos de tramos rectos de no menos de $6d_b$ (diámetro de la barra) de largo, ni menos de 8cm.

Recubrimiento, nunca se tendrá un recubrimiento menor al diámetro de la varilla. Para el caso de las cimentaciones, comúnmente parte del colado es directo a terreno natural y generalmente se desconoce la composición mineral del suelo, se tiene que considerar un recubrimiento de mínimo 7.5cm, 5cm en caso de que se use membrana impermeable entre suelo y concreto.



Imagen 22.- Armado de cimentación monopolo / armado de cimentación autosoportada.

Fuente: Telesites.

El uso de malla no será permitido en la cimentación de la torre, solo en pisos para pasillos, o bases para equipos.

El uso de tuberías como ductos de cableado y fibras se podrá realizar en el concreto de base para equipos, el cual no es de uso estructural. En las cimentaciones no pueden meterse tuberías a menos que este diseñado de manera especial. Para las tuberías en base de concreto para equipos, la tubería debe cumplir:

- Diámetro máximo, será $1/3$ del espesor del piso
- No habrá tuberías juntas, su separación mínima será de 3 veces el diámetro de los ductos medidos de centro a centro.
- Se deben fijar los ductos de manera que se asegure, queden cubiertos por concreto con mínimo 4 cm de espesor.

Colocación de ancla para recibir para torre

El ancla debe ir amarrada al acero de refuerzo, la elaboración del kit de anclaje puede ser mediante soldadura o bien fijado con tuercas, cuya función es asegurar que los espárragos mantengan su posición en todo momento y hasta el momento de montar la torre. El ancla debe ir fijada a las barras del dado que sale de la cimentación mediante soldadura o bien amarradas con alambre.

El kit de anclaje es la conexión entre el dado de la cimentación y las piernas o base de la torre, el cual se elabora con acero, donde se fijan los espárragos con los que se atornillara la torre.



Imagen 23.- Kit de anclaje autosoportada / kit de anclaje monopolo.

Fuente: Telesites.

En las torres autosoportadas el kit de anclaje incluye un marco que conecta las 3 anclas, teniendo en cuenta que la distancia entre piernas de la torre es exacta.

Colocación de cimbra

Puede utilizarse cimbra de cualquier material (madera, metal, cartón, plástico, etc) que sea resistente a las presiones que genere el concreto fresco, debido a que no se requiere de un acabado lujoso, es permitido utilizar cualquier tipo de cimbra, incluso cimbra de madera de segunda, asegurando que la cimbra este limpia y libre de agentes que puedan contaminar el concreto.

Se deberán colocar separadores, grapas y/o silletas entre la cimbra y el acero de refuerzo, dejando recubrimientos de 5 a 10cm en las zapatas, los cuales durante el colado deben mantenerse en su posición que garanticen el recubrimiento. Cuando el colado sea sin cimbra, y directo a terreno natural, se debe dejar recubrimiento de mínimo 7.5cm. La cimbra o terreno natural que servirán de moldes, deberán estar suficientemente humedecidos para no absorber agua que pertenece al diseño del concreto.



Imagen 24.- Cimbra monopolo / cimbra autosoportada.

Fuente: Telesites.

El descimbrado se realizará después del tiempo requerido para alcanzar la resistencia mínima.

- Para muros sin carga, cimentaciones, paredes y laterales de vigas: en 1 día se puede descimbrar. Es importante señalar que después de descimbrar, no se puede aún montar la torre, para ello es necesario esperar mínimo 7 días.
- Columnas y muros de carga: se recomienda descimbrar a los 4 días.

Colado

Las torres para antenas y repetidores de telecomunicaciones son consideradas estructuras del grupo A, dada la importancia en caso de siniestros, por lo que el concreto a usar es Clase I, es el de mejor calidad con uso de agregados de mayor densidad.

Antes de colar, debe verificarse que todo el acero señalado en planos está colocado en donde corresponde y se encuentra bien amarrado.

El área donde se depositará el concreto debe estar totalmente libre de materia orgánica y el suelo debidamente compactado y con su previo firme de concreto de mínimo 5cm.

En caso de lluvias, se tendrá que cubrir el área de la cimentación para que no exista agua en exceso en la zona.

Se recomienda usar concreto premezclado para el colado de cimentaciones, el cual debe ser comprado en una planta de concreto que cuente con el conocimiento de las normas y especificaciones para la fabricación y transporte del concreto, planta que garantizará la calidad y resistencia que está ofreciendo. Se debe tener especial supervisión del tiempo; el camión revolvedor con concreto fresco no podrá exceder de una hora desde que se mezcla agua y cemento hasta que se descarga, para concreto de resistencia rápida no podrá exceder de 40 minutos; el tiempo entre ollas diferentes no puede ser mayor a 30 minutos. Importante: la dosificación del concreto no deberá modificarse, en especial en contenido de agua, ya que lamentablemente en ocasiones se agrega agua para darle fluidez al concreto, lo cual es inadmisibles.

Es válido fabricar concreto en obra, el concreto debe elaborarse con la proporción de mezclas para la resistencia requerida de acuerdo con la especificación en planos; con especificaciones del ACI-613 se ajusta la siguiente tabla para la dosificación en sitio, tabla que practica para supervisar que la elaboración de concreto sea adecuada y garantice la seguridad de la torre. El concreto debe ser mezclado de manera mecánica por medio de revolvedora.

Proporcionamiento de Mezclas-----En unidades de Volumen										
Tamaño Máx. Agregado	3/4 " --- 20mm					1 1/2 " --- 38mm				
F'c [kg/cm2]	100	150	200	250	300	100	150	200	250	300
Cemento	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Arena	3	2 1/2	2	1 1/2	1 1/2	3	2 1/2	2	1 1/2	1 1/2
Grava	4	2 1/2	2	2 1/2	1 1/2	4	2 1/2	2 1/2	2 1/2	1 1/2
Agua	2 1/3	2	1 1/2	1 1/3	1 1/4	2 1/3	2	1 2/3	1 1/3	1 1/4

Tabla 14.- Proporción de mezclas (dosificación práctica).
Fuente: Telesites.

De manera general, en cimentaciones se ocupa concreto f'c de 250kg/cm2.

El cemento que utilizar para la fabricación de concreto debe ser del tipo Portland (fabricado con Clinker de piedra caliza y arcilla), y podrá ser de Tipo I, II o III según la designación de ASTM:

Tipo I—Para usar cuando no se requieran las propiedades especiales especificadas para cualquier otro tipo.

Tipo II—Para uso general, más específicamente cuando se desea resistencia moderada a los sulfatos o calor de hidratación moderado.

Tipo III—Para usar cuando se desea alta resistencia inicial o temprana.

El agua utilizada para fabricar el concreto debe ser limpia, si se duda de la limpieza, se podrá pedir la realización de una prueba para determinar su dureza (contenido de sales), alcalinidad, color, olor, sedimentación, turbiedad y lo que se requiera.

Para el caso de agregados, deberá revisarse que el agregado fino y el grueso estén aparentemente libres de agentes orgánicos, así como que su apariencia granulométrica sea adecuada; de lo contrario puede solicitarse la realización de prueba de granulometría.

La revisión de cemento, agua y agregados tendrán como objetivo garantizar que el concreto sea de buena calidad y cumplir con la resistencia de diseño.

Para los aditivos, se permite el uso de inclusores de aire, reductores de agua o acelerantes de fraguado, estos aditivos deben usarse de acuerdo con norma y manteniendo la resistencia del concreto.

En los colados de zapatas grandes, se iniciará el colado de las orillas hacia adentro para evitar la acumulación de agua en las mismas, tendiendo capas no mayores a 45cm.

Al tratarse mayormente de colado de cimentaciones, no puede permitirse aventar el concreto de alturas mayores a 1.20m.

Vibrado de concreto, se realizará vibrado cuidadosamente para asegurar que el concreto libere aire y espacios vacíos sobre todo alrededor del armado, cuidando que nunca se vibre directamente sobre las varillas del armado. Los tiempos de vibrado por inserción deberán ser de 5seg a 15seg, insertando de manera vertical sin desplazar concreto de manera horizontal, se insertarán en espacios de entre 50cm y 75cm.



Imagen 25.- Colados de concreto.

Fuente: Telesites.

Realizar el llenado de mínimo 2 cilindros por olla de concreto premezclado para verificar la resistencia del concreto. Su resistencia será aceptada con desviación de hasta 35kg/cm²

El revenimiento recomendado será de 12cm, aceptable para que el concreto entre el acero de refuerzo. Para cimentaciones mayores a 2.5m, el revenimiento será menor de 12cm, esto para evitar segregación.

Curado del concreto, es un tema importante en cimentaciones, los espesores del colado de concreto son grandes. Por norma, el concreto debe curarse durante 7 días manteniendo la humedad necesaria, aunque es admisible que sea los 3 primeros días.



Imagen 26.- Concreto para prueba de revenimiento y cilindros.
Fuente: Telesites.

3.- Montaje de Torre

Las torres se fabrican de acero, que después se someterá a un proceso de galvanizado. Cualquier tipo de torre es fabricada en planta, donde de acuerdo con planos se va cortando y adecuando cada elemento de la torre, elementos que se armaran en sitio. Todo el acero utilizado debe ser galvanizado en caliente, permitiendo galvanizado en frío solamente para detalles que se tienen que reparar en sitio o que se debieron soldar en sitio.

Fabricación

Para la fabricación se utilizan perfiles y secciones tubulares que componen la estructura de la torre. Considerando los aceros comerciales A-36, A-53, A-500, A-325, etc, grado 50 de acuerdo con ASTM. [Ver anexo 16]

Pernos y Tornillos: H-124(ASTM A-325) Tornillos de alta resistencia para conexiones entre elementos de acero estructural. $F_u = 830\text{MPa}$ ($8\,440\text{kg/cm}^2$) para diámetros de 13 a 25mm ($1/2''$ a $1''$), $F_u = 725\text{MPa}$ ($7\,380\text{kg/cm}^2$) para diámetros de 29 y 38mm ($1\,1/8''$ y $1\,1/2''$).

Perfiles de la torre: se propone uso de acre comercial A-36 y A-53 para los tipos de perfiles de acuerdo con la Tabla 9.

TIPO DE ACERO	DESIGNACIÓN			PROPIEDADES MECÁNICAS				DISPONIBILIDAD							
				F_y		F_u		PLACA	LAMINADOS EN CALIENTE					LAMINADOS EN FRÍO	
	NMX	ASTM	GRADO	Kg/cm ²	Mpa	Kg/cm ²	Mpa		LI	LD	CE	IR	OS	OC	CF
CARBON	B-254	A-36		2530	250	4080	400								
	B-177	A-53	B	2460	240	4220	415								

Tabla 15.- Especificaciones de Tipos de acero y su disponibilidad en el mercado.
Fuente: Telesites.

LI: ángulo de lados iguales.
LD: ángulo de lados desiguales.
CE: perfil C estándar.
IR: perfil I rectangular.

OS: redondo sólido liso.
OC: PTE circular.
CF: perfil C formado en frío.

Anclas: Diseñadas para la interconexión de la torre y la cimentación.

Especificación	Esfuerzo de Fluencia F_y [kg/cm ²]
AR Grado 42 (Varilla de construcción)	4200
A-36 (Redondo Liso)	2530
Varilla Roscada B-7	8788

Tabla 16.- Especificaciones de aceros usados en la fabricación de anclas.

Fuente: Telesites.

Electrodos, para soldadura con arco eléctrico, es del tipo H-077 (AWS A5.1/A5.1M) electrodos de acero al carbono, recubiertos, para soldadura por arco eléctrico.

Montaje de torre

Para conexión entre el dado de concreto y la pierna o fuste de la torre, deberá de colocarse aditivo estabilizador (fester grout nm), el cual funciona de relleno para nivelar y asentar la torre.

El personal que va a montar la torre debe estar capacitado para trabajos en alturas y contar con el equipo necesario, pues representa un trabajo de alta peligrosidad.

El montaje de torres se puede realizar mediante el uso de grúas o manualmente, para el caso de las torres con celosía, pueden armarse tramos de 6m en suelo y después subirse o bien puede irse armando pieza por pieza en torre. Generalmente se suben por tramos de 6m, o bien, en casos especiales se arma toda la torre o parte de ella en el suelo y con la grúa se hinca sobre el dado.



Imagen 27.- Montajes con grúa para monopolos.

Fuente: Telesites.

Revisiones:

- Todos los elementos deben estar en buenas condiciones, sin golpes, sin estar pandeados, con los orificios bien hechos.
- Diámetro mínimo de tornillos será de 1/2"

- El tornillo puede sobresalir de $\frac{1}{4}$ " a $\frac{1}{2}$ " a partir de la tuerca, para el caso de el ancla debe ser mínimo $1 \frac{3}{4}$ ".
- Las áreas a soldar en sitio podrán ser galvanizadas en frío, las cuales deben ser mínimas y solo en caso necesario, debe usarse tornillería en todo el diseño.
- La colocación de tornillos debe ser de arriba hacia abajo y de afuera hacia adentro.
- El torque debe apretarse de acuerdo con las especificaciones del fabricante de tornillería.
- La torre debe ir pintada con 7 franjas, intercalando el color blanco y el color naranja internacional, iniciando y terminando con franjas naranja. En ocasiones no es necesario pintar la torre.
- Se debe verificar la verticalidad de la torre.

En el caso de torres arriostradas, deberá instalarse mínimo 3 dados con sus respectivas paletas para sujetar los cables de las retenidas, que sujetaran a la torre por medio de un triángulo estabilizador que sirve para evitar la torsión que se pueda aplicar a la torre. Además, para el montaje, los dados con las paletas para retenidas servirán para estabilizar de manera provisional la torre durante el montaje.



Imagen 28.- Montaje manual en torres.

Fuente: Telesites.

Aterrizaje

El aterrizaje de todo el sitio se lleva a cabo con un diseño de sistema de tierras que tiene que partir de la resistividad del suelo, mínimo se colocan 3 electrodos. Los electrodos se interconectan con cable, donde se conectarán los aterrizajes de equipos y accesorios metálicos que existen en el sitio; las piernas de la torre y el pararrayos serán aterrizados directamente al electrodo, el cable que suba a la torre será sujetado con cinchos metálicos.



Imagen 29.- Cableado en torres del sistema de tierras.

Fuente: Telesites.

Los feeders (líneas de transmisión) deben aterrizarse de a la red general de tierras, se realizará a través de cable forrado de 3/8, que irá desde la primera Barra de Tierra para Feeders (BTF) hasta la Barra de Tierra Exterior (BTE) en piso, para luego conectarse con red general de tierras del sitio. El primer kit de aterrizaje se instalará de 1.5m a 2m debajo de los herrajes para antenas.

La malla ciclónica debe aterrizarse mínimo en 2 puntos.

Los equipos, gabinetes y demás se deben aterrizar.

Pintura de la torre

Se realizará una vez que la torre esté montada, pintando en 7 franjas, iniciando y terminando con color naranja internacional y alternando con color blanco. Las franjas serán de tamaños iguales en proporción a la altura de la torre.

Debe revisarse en sitio que la pintura aplicada a cualquier elemento metálico sea tipo esmalte acrílico al 100%, la cual debe cubrir perfectamente el acero galvanizado.

Se deberá aplicar la pintura cuando no haya exceso de humedad y con la torre completamente seca, lo que ayudará a una buena adherencia. La torre deberá estar completamente limpia de aceites, grasas, tierra, etc.

Pararrayos

Normalmente se coloca sobre la estructura T-45, que es un tramo de torre triangular de 3m de altura y 45cm de cada cara, que se coloca en la parte superior de la torre y sirve para colocar el pararrayos y luces de obstrucción en torres autosoportadas y arriostradas; en monopolos se coloca un mástil de 4" como sustituto del T-45. Sobre este tramo se coloca un tubo de 1m de longitud con diámetro de 64mm que será donde se sujete la barra de descarga (pararrayos EP-D dipolo). Para torres camuflaje o especiales puede usarse la punta Faraday.

El pararrayos se conecta con la parte superior de la torre, misma que se aterrizará conectando la parte inferior de la torre con los electrodos.



Imagen 30.- Pararrayos instalados en torres.
Fuente: Telesites.

Iluminación

SCT por medio de la Norma Oficial Mexicana solicito la iluminación superior de las torres, para ser perfectamente identificadas por el tráfico aéreo, también el pintado de la torre corresponde a como requerimiento de balizamiento aéreo. En casos donde la torre deba quedar sin pintura para un menor impacto visual de los habitantes de la región, se deberá informar a la DGAC. La determinación de la iluminación y señalamientos que se requieren en las torres dependerá de la altura relativa al punto de referencia del aeródromo más cercano. Estos requerimientos se basan en la norma NOM-015-SCT3-1995.



Imagen 31.- Luces de obstrucción en cúspide de torre.
Fuente: Telesites.

El tipo y ubicación de luces sobre el cuerpo de la estructura estará en función de lo dictaminado por la DGAC en cada caso.

FAA Clasificación de Equipo	
L-810	Roja de Encendido Continuo Luz de Obstrucción
L-856	Luz de Obstrucción Clara de Destello de Alta Intensidad (40 DPM)
L-857	Luz de Obstrucción Clara de Destello de Alta Intensidad (60 DPM)
L-864	Luz de Obstrucción Roja de Destello de Media Intensidad (20-40 DPM)
L-865	Luz de Obstrucción Clara de Media Intensidad (40 DPM)
L-864/ L-865	Doble: Luz de Obstrucción Roja y Clara de Destello de Media Intensidad (40 DPM)
L-866	Luz de Obstrucción Clara de Destello de Media Intensidad (60 DPM)
L-885	Catenaria Roja (60 DPM)

DPM = Destellos Por Minuto.

Imagen 32.- Clasificaciones de los tipos de luces.

Fuente: SELMA.co (proveedor de materiales eléctricos).

- Luces de obstrucción rojas, instalaciones en alturas relativas respecto al Aeródromo de 45 a 60m, se coloca luz roja sencilla con led y panel solar tipo L-810. Serán del tipo doble o sencilla según lo dictamine la DGAC, pueden instalarse en cúspide, o como balizamiento secundario a un primer y segundo tercio superiores de la instalación.
- Alumbrado rojo, cuando la torre esta entre 60m y 100m relativo al aeródromo, se coloca faro rojo con led y panel solar tipo L-864 para identificación nocturna, para el día bastará con el pintado de la torre. El modelo del faro de iluminación será el L-864.
- Estroboscopio, esta señalización es requerida por DGAC como sustitución a la pintura o adicional a ella, aplicando 3 faros de alta intensidad para sitios sobre los 150m de altura sobre el nivel relativo del aeródromo y un faro de media intensidad para alturas sobre 100m sobre el nivel relativo del aeródromo. Se podrá utilizar faro de destello de alta intensidad y media intensidad del tipo L-856, L-857 o L-865, L-866.
- Sistema Dual, usado en cúspide en torres de hasta 150m sobre nivel del terreno, corresponde a luz intermitente blanca en el día y luz roja para la noche, Tipo L-864 y L-865.

Colocación de soportes para antenas y sus accesorios

Se colocarán herrajes tipo H para 2,3 o 4 antenas, dichos soportes son tubulares de 2", sobre los cuales se colocan las antenas, los herrajes deben ser galvanizados; en ocasiones los soportes tienen un pasillo de descanso.

Colocación de C.G.O (Cama guía de onda), se coloca sobre una cara de la torre una C.G.O hasta llegar al herraje donde se colocará la antena, dicha cama amarrara los cables que conectan las antenas con los equipos en piso. La CGO se sujetará a la torre por medio de cinturones metálicos Panduit o Banduit. En la parte de suelo o azotea se colocara sobre muertos de concreto que fijarán la CGO, los muertos serán de 30cm por 30cm y 20cm sobresaliendo de la losa o capa de grava.

Escalera, se debe colocar una escalera hasta la punta de la torre, misma que será el acceso a la misma. La escalera debe contar con bandola (línea de vida) para amarrarse en cualquier trabajo que requiera subir a la torre, línea que será de cable galvanizado de 3/8" donde se desliza el cinturón.

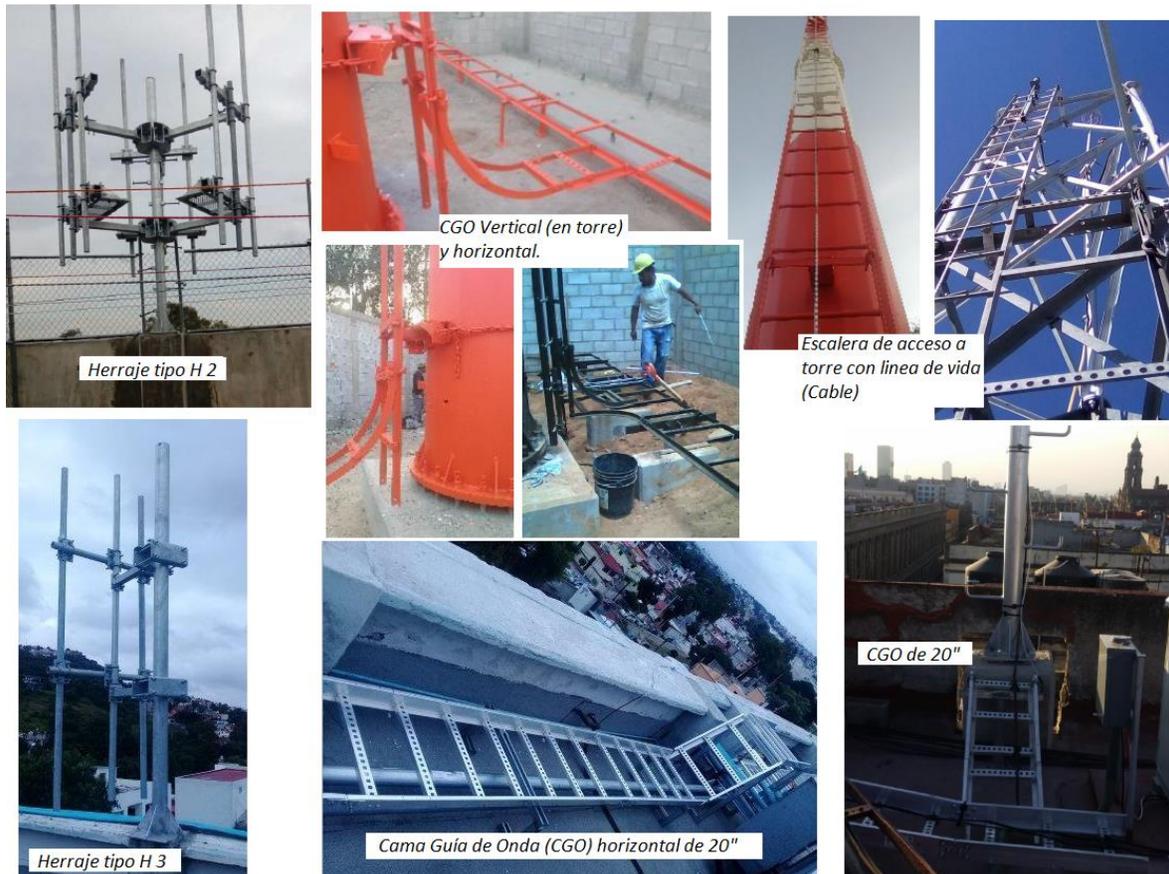


Imagen 33.- Herrajes, CGO, escalera y otros accesorios.

Fuente: Telesites.

De manera general, se presenta en la siguiente tabla los elementos con los que debe contar cada tipo de torre:

CARACTERÍSTICAS GENERALES PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE TORRE					
DESCRIPCIÓN TORRE (ESTRUCTURA)	TORRE ARRIOSTRADA	TORRE AUTOSOPORTADA	TORRE MONOPOLO	MÁSTIL	SOPORTE ADOSADO
1.- 3 Soportes p/antena de 3.0m de longitud y $\phi=2.5"$, ced. 40 en piernas de estructura.	INCLUYE	INCLUYE	INCLUYE	NO INCLUYE	NO INCLUYE
2.- 3 soportes tipo H para 2,3, 4 antenas cada uno distribuido en 2 niveles.	INCLUYE	INCLUYE	INCLUYE	NO INCLUYE	NO INCLUYE
3.- Escalera de ascenso hasta cúspide	INCLUYE	INCLUYE	INCLUYE	INCLUYE (opción step bolts)	NO INCLUYE
4.- Cama guía de onda de 6 barrenos. Se considera sobre el cuerpo de la torre				INCLUYE	
mas 6m horizontales y curva vertical en la transición de dirección.	INCLUYE 1 POR CARA	INCLUYE 1 POR CARA	Sólo Cama Guía de Onda horizontal (según sea el caso)	Herraje adecuado tipo cama	INCLUYE
5.- Anclas de dado de acuerdo a diseño	INCLUYE	INCLUYE	INCLUYE	INCLUYE	INCLUYE
6.- Triángulo estabilizador	INCLUYE	NO INCLUYE	NO INCLUYE	NO INCLUYE	NO INCLUYE
7.- Nudos crosby, rozadera, grilletes, etc.	INCLUYE	NO INCLUYE	INCLUYE (en caso arriostrado)	INCLUYE (en caso arriostrado)	NO INCLUYE
8.- Cable galvanizado p/retenidas (Detalles de instalación en Plano DTA-E1)	INCLUYE	NO INCLUYE	INCLUYE (en caso arriostrado)	INCLUYE (en caso arriostrado)	NO INCLUYE
9.- Tubo p/cama guía de onda de $\phi=2\ 1/2"$ ced. 40 a cada 2.5m anclados a suelo y/o macizos de concreto de 30x30x20cm.	INCLUYE	INCLUYE	INCLUYE	INCLUYE	INCLUYE
10. Tramo T-45 para pararrayos de 3m de altura.	INCLUYE	INCLUYE	NO INCLUYE	NO INCLUYE	NO INCLUYE
11.- Mástil de tubo $\phi=4"$ ced. 40 de 3m de altura aproximadamente.	NO INCLUYE	NO INCLUYE	INCLUYE	INCLUYE	NO INCLUYE
12.- Galvanizado por inmersión en caliente de todos los elementos estructurales	INCLUYE	INCLUYE	INCLUYE	INCLUYE	INCLUYE
13.- Sistema de seguridad (para torres igual o mayores de 12m de altura).	INCLUYE	INCLUYE	INCLUYE	INCLUYE	NO INCLUYE
14.- Balizamiento diurno (pintura o sistema de iluminación)	INCLUYE	INCLUYE	INCLUYE	INCLUYE	INCLUYE

Tabla 17.- Elementos básicos que debe tener cada torre de acuerdo con su tipología.

Fuente: Telesites.

La tecnología de las antenas constantemente cambia, por ello torres tienen varios tipos de antenas, lo mismo sucede con los equipos en piso, la antena va directamente ligada al equipo en piso, por ello si se implementa una nueva tecnología de antena es muy probable que el equipo en piso también sea equipo nuevo. La tecnología cambia por el gran aumento en la demanda que se tiene con los años, en la actualidad las personas usan más el celular y en un futuro se prevé que gran parte de los electrodomésticos estarán funcionando con señales de radiofrecuencia celular. Se mencionan algunas tecnologías usadas: antenas GSM, 3G, Dual (2G y 3G), 4G, Gigared (4.5G)... y se prevé siga avanzando; como enlaces puntuales (transmisión de información) se usan las microondas (MW).

4.- Adecuaciones para sitio celular

Es claro que la parte principal de una Radiobase es la estructura que le proporciona la altura necesaria para enfocar su área de radicación, para que el sitio pueda operar requiere de partes menos importantes en cuanto al costo, pero muy significativas ya que sin algunas de ellas el sitio no funcionaría. En el entendido que la mayor inversión en la construcción de un sitio es la cimentación y la torre montada, tenemos otras partes importantes que se mencionan en los párrafos siguientes.

Bases de concreto

Para colocar las bases de concreto se requiere mejorar como mínimo el terreno, en suelos blandos se debe quitar 60cm de terreno para sustituir por tepetate y realizar la plancha, en suelos duros como tepetates, se debe excavar 40cm. El concreto generalmente se aplica con 20cm de espesor y reforzado con malla electrosoldada; en caso de ser sobre azotea, el espesor puede ser de 10cm a 15cm, escarificando un poco la losa para colocar adhesivo que una concreto nuevo con viejo. Las bases en sitios nuevos se construyen de 1.10m de ancho por 4m o 6m de largo, dependiendo de los requerimientos del operador.

Las bases, pisos y banquetas en sitio se deben realizar con un concreto de mínimo f'c de 150kg/cm².

Para la conexión entre el piso de concreto y el gabinete o base metálica para gabinete, se aplica un aditivo estabilizador de volumen, recomendando el fester grout nm, el cual sirve para nivelar los equipos y anclarlos (su resistencia es alta, 600kg/cm²).



Imagen 34.- Base de concreto para equipos (Gabinetes).

Fuente: Telesites.

Bases metálicas

Hace tiempo, en el inicio de las redes de telefonía, las tecnologías iniciales eran TDMA y GSM (2G), las cuales requerían de un contenedor de 3.65m por 5.85m, teniendo una tecnología más robusta y de menos capacidad que la actual. Para

tecnologías 3G y 4G (LTE) que se colocan actualmente se requieren de equipos pequeños que tienen su propio sistema de enfriamiento.

Base hecha con perfiles metálicos, especificadas las dimensiones por cada operador, dependiendo del tipo de equipo (gabinete) que se va a instalar, normalmente para los equipos actuales las bases por equipo son de 70cm por 70cm colocadas sobre la base de concreto.



Imagen 35.- Base metálica para equipos (Gabinetes).
Fuente: Telesites.

Gabinetes

Son los gabinetes donde se alojan las tecnologías GSM, 3G, LTE, Carrier Ethernet, Bancos de Baterías, entre otros, los cuales van instalados sobre una superficie a nivel que puede ser de metal, de concreto o ambas.



Imagen 36.- Arreglo de gabinetes para equipos.
Fuente: Telesites.

Carrier Ethernet, equipo que requiere un interruptor termomagnético QO240 de 2x40Amp. Mca. SQUARE D, con la siguiente canalización y cableado:

- 2 hilos calibre 8AWG (aislado color rojo), 1 por fase.
- 1 hilo calibre 8AWG (aislado color blanco), 1 para neutro.
- 1 hilo calibre 10AWG (desnudo), tierra física.

- Los 4 hilos anteriores irán sobre tubería conduit de 1", que deberá ir ahogado en la base de concreto, rematando con 1m de tubería flexible tipo Licuatite de 1" para conectar del conduit al gabinete.

Equipo RBS, equipo que requiere un interruptor termomagnético QO270 de 2x70Amp. Mca. SQUARE D, con la siguiente canalización y cableado:

- 2 hilos calibre 6AWG (aislado color rojo), 1 por fase.
- 1 hilo calibre 6AWG (aislado color blanco), 1 para neutro.
- 1 hilo calibre 10AWG (desnudo), tierra física.
- Los 4 hilos anteriores irán sobre tubería conduit de 1 1/4", que deberá ir ahogado en la base de concreto, rematando con 1.5m de tubería flexible tipo Licuatite de 1 1/4" para conectar del conduit al gabinete.

Por otro lado, actualmente, el operador Telefonica está instalando con tecnología Ericsson, el cual consta de:

- 1 gabinete outdoor 250 kg, sobre plancha de concreto de 1m por 1.50m.
- 3 unidades remotas RRU sobre mástil de 25 Kg c/u.
- 3 antenas RF tipo panel 18 kg c/u, 1.40 m alto x 28 cm ancho.
- Antenas necesarias de MW 12 kg 60 cm diámetro.

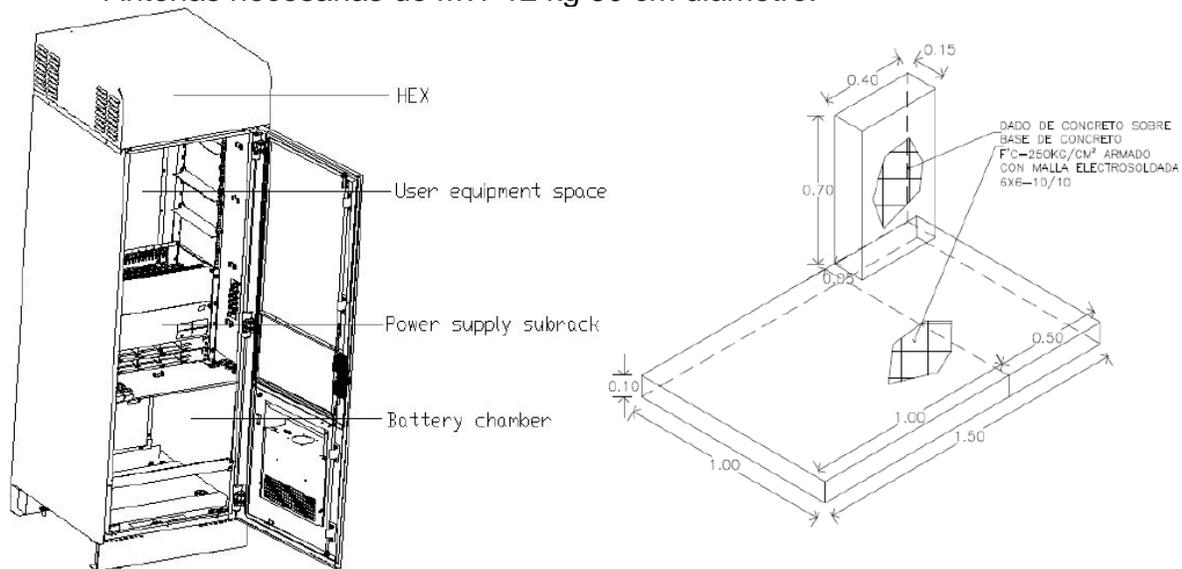


Imagen 37.- Gabinete y base realizadas para operador Telefónica.
Fuente: Telesites.

Canalizaciones del Sistema eléctrico, de tierras y F.O.

El sistema eléctrico para equipos se deja conectado para el Carrier y una RBS (por medio de la BBS), para los equipos a futuro no se dejan solo tuberías, puesto que no se saben los requerimientos de cableado e interruptores que necesitaran los equipos futuros. [Ver anexo 17]

Aterrizaje de las bases de gabinete, consiste en conectar dos piernas cruzadas de la base de cada gabinete al sistema general de tierras del sitio, tal y como se

expresa en la imagen 38, el cable de conexión deberá ser de acero de 3/8" con cubierta transparente, el cual se deberá soldar a la red general y al final galvanizar.

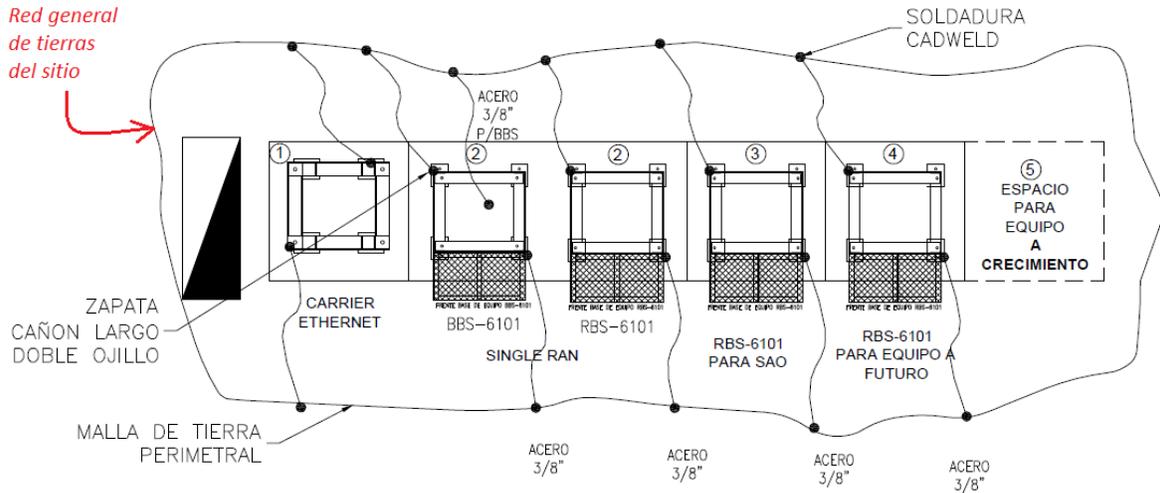


Imagen 38.- Conexión de bases metálicas de equipos al sistema general de tierras.
Fuente: Telesites.

Aterrizaje de gabinetes de equipos, entre el gabinete y la base metálica se coloca una placa de neopreno que aísla, por lo cual es necesario aterrizar el gabinete. El aterrizaje se realiza a partir del centro de cargas (C.C.), el cual se conecta al electrodo más cerca, el centro de carga tiene un anillo de tierras, donde saldrá la conexión a cada gabinete por medio de cable de acero de 3/8" aislado transparente, por medio de tubo Conduit de PVC del C.C. a cada gabinete.

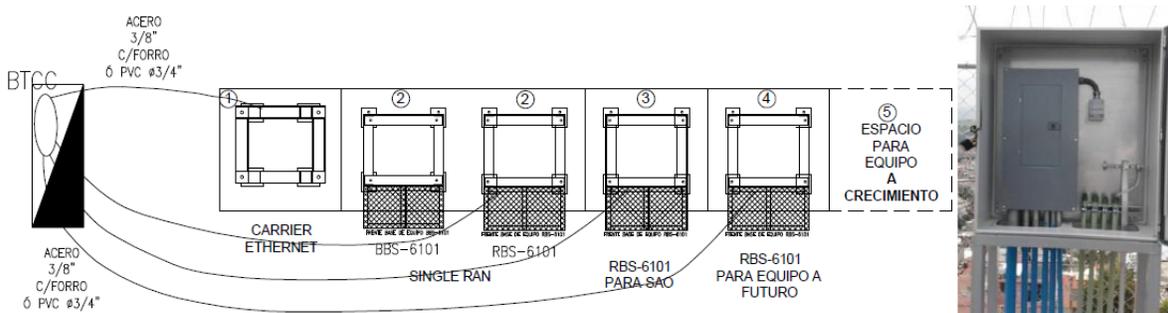


Imagen 39.- Conexión de gabinetes al anillo de tierras del centro de cargas.
Fuente: Telesites.

Se debe colocar un contacto dúplex al lado del tablero general de distribución.

Aterrizaje de RRU's en torre, se utiliza una barra de aluminio la cual conecta directamente con la malla general de tierras mediante cable de acero de 3/8" con forro transparente desde la barra hasta la malla del sistema de tierras. La BTF (Barra de Tierras de Feeder) debe instalarse en la parte baja, media y alta de la torre, una por cada sector, es decir 9 derivaciones.

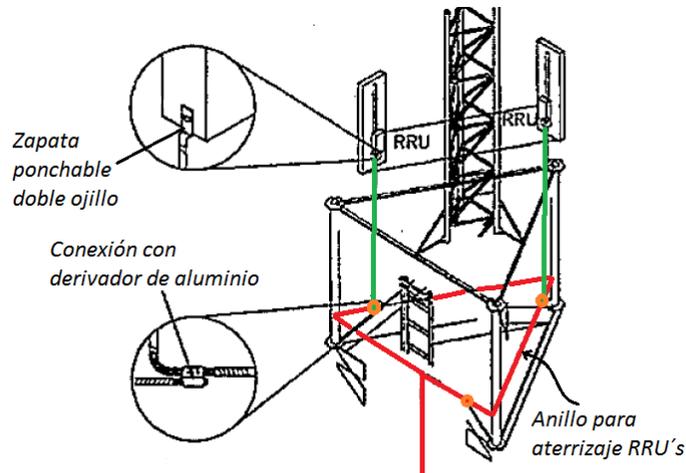


Imagen 40.- Detalle de anillo para aterrizaje RRU's.
Fuente: Telesites.

Para la transmisión y alarmas, se deja una canalización del registro Tx a cada uno de los gabinetes. La canalización se realiza con tubo Conduit de PVC pesado de 38mm (1 ½”) subterráneo y ahogado en concreto en la parte de la base, saliendo con 1.5m de Licuatite de 1 ½” para conexión al gabinete.

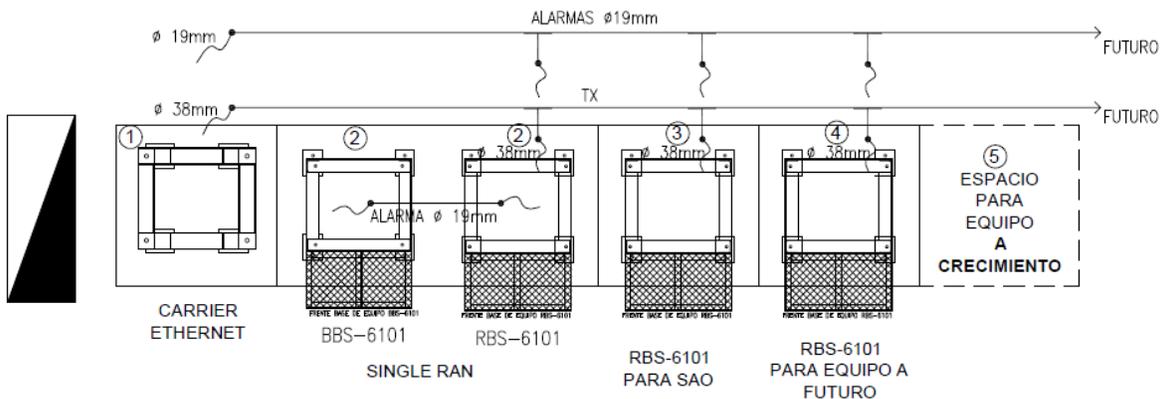


Imagen 41.- Detalle conexiones para transmisión y alarmas.
Fuente: Telesites.

La fibra óptica entrará al sitio de manera subterránea, mediante un registro por fuera del sitio que conectará con otro registro por dentro exclusivo para F.O., el cual a su vez se conecta al registro final para distribuir a equipos que están en gabinetes. En caso de que en la zona la F.O. llegue aérea, se instalará una mufa de acometida, la cual bajara a conectar con el registro interior del sitio, dejando el registro exterior para conexión a futuro. Si no hay extensión de F.O. en la región, se dejarán las instalaciones para el futuro, aunque el sitio se opere únicamente con Microondas.

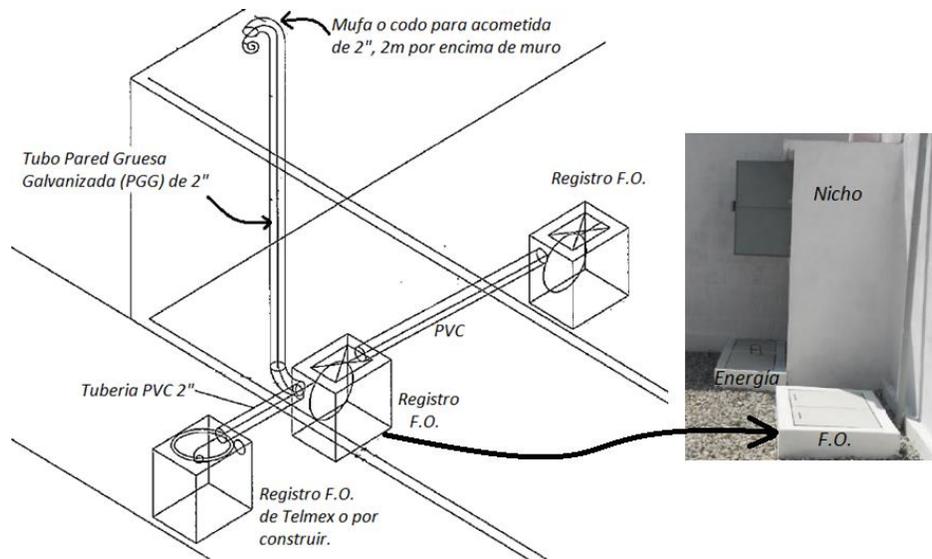


Imagen 42.- Detalle canalizaciones para F.O.
Fuente: Telesites.

Nicho eléctrico

Se habilita un nicho para el medidor y bajada de acometida eléctrica por el exterior de la RB, realizado con muro de mampostería o bien de concreto, el cual se protegerá con puertas metálicas. Por la parte interior del sitio, se debe colocar un nicho similar para interruptores generales, que conectará con el registro eléctrico del gabinete himel (tablero de distribución) que suministra energía a equipos.



Imagen 43.- Nicho exterior e interior para medidor.
Fuente: Telesites.

Registros

Se colocan registros para energía eléctrica, F.O. y en ocasiones para alarmas (registros Tx).

Los registros eléctricos son de tabique con dimensiones de 40cm por 60cm en su interior, con 70 cm de profundidad, se aplanan con mortero, se coloca malla antivegetativa y una capa de grava de 10cm.

Los registros de F.O. serán construidos igual que los eléctricos, con la diferencia en sus dimensiones, pues serán de 60cm por 80cm, con profundidad de 1m, y en el fondo tendrán un firme de concreto.



Imagen 44.- Registros de energía y F.O. en sitio.

Fuente: Telesites.

Protección perimetral

Generalmente el sitio debe cerrarse con muro perimetral de 3m de altura, muro desplantado en zapata corrida y confinado con castillos y dalas de cerramiento, rematado con alambre de púas y concertina. También se puede cerrar con malla ciclónica considerando los mismo remate con alambre de púas y concertina. El alambre de púas y concertina pueden omitirse en sitios de baja inseguridad o bien sitios dentro de alguna propiedad ya cerrada.

Los muros siempre deberán pintarse de color blanco con pintura vinílica. Su acabado exterior en zonas urbanas será aplanado, en zonas rurales podrá solo aplanarse la fachada principal o bien no aplanar ninguna. En el interior solo se pintarán los muros de blanco.

El suelo del sitio se rematará con un tratamiento anti-vegetativo que puede ser una malla geotextil o bien un firme de mortero de 3cm, cubierto por una capa de grava de 7cm a 10cm.

Para sitios en azoteas, perimetralmente se colocará malla ciclónica, a menos que se requiera algún tipo de camuflaje. En la azotea se aplicará algún tipo de impermeabilizante que garantice la impermeabilidad del área ocupada.



Imagen 45.- Muro delimitante del sitio y capa de grava con malla anti-vegetativa.

Fuente: Telesites.

5.- Recepción de sitio

Después de todo lo descrito anteriormente en este capítulo, revisando que los trabajos estén realizados acorde a ello, se puede presumir de la calidad del sitio, con lo que se procede a realizar un protocolo de recepción de la infraestructura nueva y lista para que el operador instale equipos y ofrezca servicio a sus clientes.

La recepción del sitio se realiza en conjunto con el contratista que construyó el sitio, donde se debe realizar un protocolo impreso o bien electrónico del sitio, registrando los comentarios de cada punto que se hizo o no en sitio.

6.- Conexión de CA

Los equipos para operar en los sitios requieren de energía eléctrica, para tecnologías actuales como 3G, LTE (4G) y GigaRed (5G) pueden funcionar con baja tensión; tecnologías GSM (2G) utilizan un sistema de enfriamiento más viejo y complejo que requiere media tensión.

Para el suministro de energía eléctrica existen básicamente 3 formas,

- Gestionar un contrato con CFE para que suministre energía a baja tensión, en caso de que pase media tensión o se tenga que instalar un transformador particular se puede contratar la media tensión.
- Instalar un generador de energía eléctrica, generalmente esta es la opción en sitios donde las líneas de CFE están retiradas a más de 1km y sale muy costoso pagar la extensión de línea a CFE o propia.
- Conectarse a transformadores particulares dentro de las instalaciones donde se encuentre el sitio, considerándose esta opción en sitios dentro de plazas comerciales, edificios, fabricas, naves industriales y en lugares donde sacar la acometida eléctrica resulte muy complicado e inviable.

Categoría tarifaria	Descripción	Tarifa anterior
● PDBT	Pequeña Demanda (hasta 25 kW-mes) en Baja Tensión	2, 6
● GDBT	Gran Demanda (mayor a 25 kW-mes) en Baja Tensión	3, 6
RABT	Riego Agrícola en Baja Tensión	9
APBT	Alumbrado Público en Baja Tensión	5, 5A
APMT	Alumbrado Público en Media Tensión	5, 5A
GDMTH	Gran Demanda (mayor a 25 kW-mes) en Media Tensión horaria	HM, HMC, 6
● GDMTO	Gran Demanda (mayor a 25 kW-mes) en Media Tensión ordinaria	OM, 6
RAMT	Riego Agrícola en Media Tensión	9M
DIST	Demanda Industrial en Subtransmisión	HS, HSL
DIT	Demanda Industrial en Transmisión	HT, HTL

Imagen 46.- Tarifas factibles para RB del esquema tarifario CFE Dic 2107-2018.

Fuente: Telesites.

6.-Operación de sitio

Es importante mencionar que con la reforma realizada en 2014 a la “Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión”, cuyo parte del objetivo fue destruir el monopolio de la telefonía celular, señaló la obligación de compartir la infraestructura para abrir espacio a los nuevos operadores de telefonía y que pudiesen compartir en el mercado, dado lo anterior, el día de hoy cada sitio celular puede tener varios operadores hasta agotar su capacidad en torre o piso.

Los sitios celulares podemos identificarlos en dos partes, la parte de la infraestructura y la parte de los equipos que operan. La infraestructura se entiende por las torres donde se pueden colocar las antenas de radiofrecuencia y las Microondas, también tenemos como parte de la infraestructura el espacio habilitado en piso o azotea para colocar los gabinetes que contienen los equipos necesario para decodificar y operar el sitio celular, normalmente en piso (o azotea) se construyen bases de concreto con bancos de acero sobre los cuales se colocaran los gabinetes necesario, además se realiza toda la instalación de ductos para cableado y acometida eléctrica. Por otro lado, los equipos que operan son suministrados e instalados por parte del operador de telefonía, donde coloca sus antenas y equipos que sirven para ofrecer el servicio a los usuarios.

Con todo esto, el sitio está listo para ofrecer por medio de antenas, las ondas de radiación que los teléfonos reciben y así establecer canales de comunicación en llamadas telefónicas o en información de internet.

Bibliografía

Documentos de Referencia:

- Normas Generales para la Implantación de Sitios Telesites 2017.
- Normas Técnicas Complementarias 2017.
- Normas Generales para Implantación de sitios Telcel.
- Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión.

Páginas de Internet:

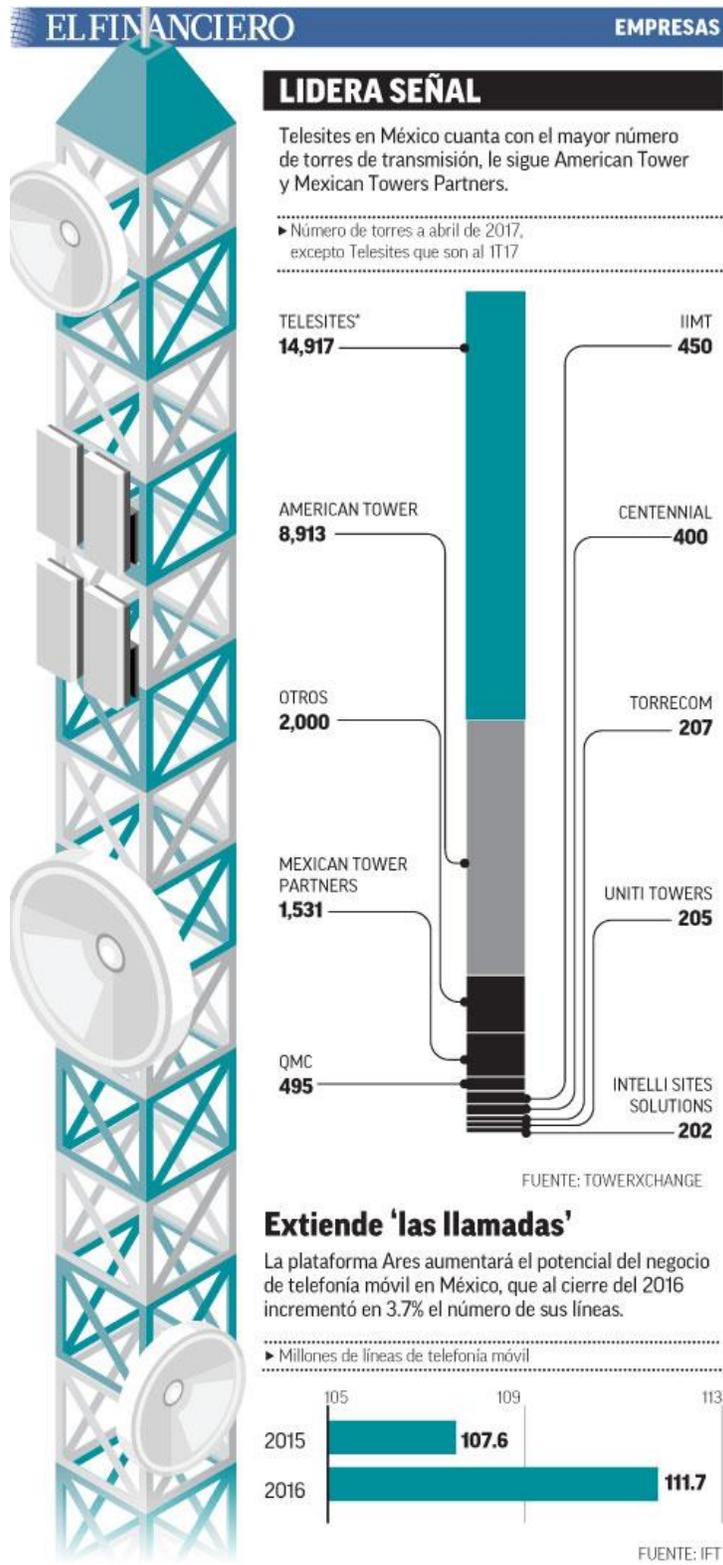
- TowerXchange: <https://www.towerxchange.com/>
- PROMTEL: <http://promtel.gob.mx/>
- Noticia El Economista: <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Slim-seguira-preponderante-aun-vendiendo-Telesites-20170607-0046.html>
- Explicación de la Serie CEM: <http://www.emfexplained.info/spa/>
- Gerdau Corsa, proveedor de aceros en México: www.gerdaucorsa.com.mx
- DGAC: <http://www.sct.gob.mx/de/transporte-y-medicina-preventiva/aeronautica-civil/inicio/>

Empresas dedicadas a la construcción de Radiobases:

- Telesites: <https://www.telesites.com.mx/>
- American Tower México: <http://www.americantower.com.mx/es/index.htm>
- México Tower Partners: <http://www.mtbsites.com/>
- IIMT: <http://www.iimtmexico.com/>
- Centennial Towers: <http://centennialsites.com/es/>
- Torrecom: <http://www.torrecom.com/>
- Intelli Sites Solutions: <http://www.intellisite.com.mx/index.php>
- QMC Telecom: <http://www.qmctelecom.com.br/Default.aspx?Idioma=Esp>
- Uniti Towers: <http://unitilatamesp.com/>

Anexos

Anexo 1.- Distribución de infraestructura de telecomunicaciones en México.

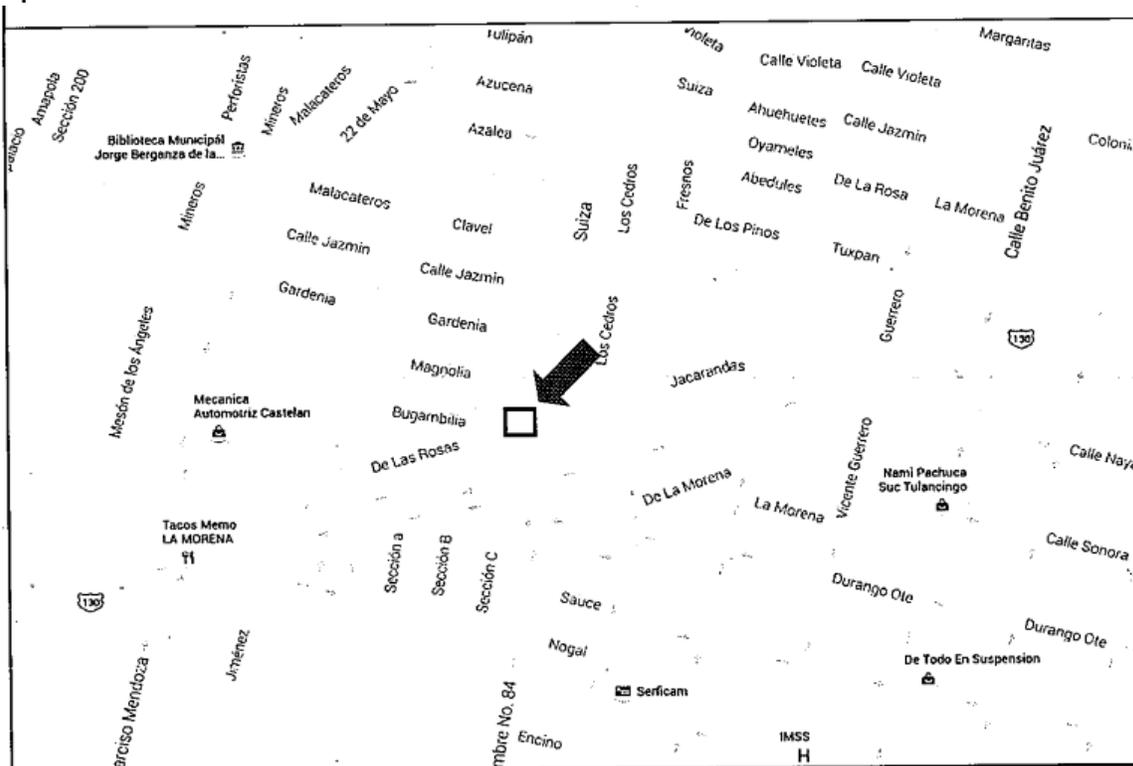


Anexo 2.- Galvanizado por inmersión en caliente de acuerdo con norma Telesites.

GALVANIZACION POR INMERSION EN CALIENTE				
EN LOS RECUBRIMIENTOS A,B,C Y D LA NORMA QUE RIGE ES LA ASTM A153	PESO (MASA) DE ZINC REVESTIMIENTOS g/m² DE SUPERFICIE MINIMO		ESPESOR MINIMO REVESTIMIENTO (Microns)	
	PROMEDIO DE MUESTRA ANALIZADA	CUALQUIER ESPECIMEN INDIVIDUAL	PROMEDIO DE MUESTRA ANALIZADA	CUALQUIER ESPECIMEN INDIVIDUAL
Laminados Clase B presurados y artículos forjados excepto clase C y D. B-1 espesores menores de 3/16" (4.76mm) con longitud menor a 15" (381mm)	610	550	86	79
Laminados Clase B presurados y artículos forjados excepto clase C y D. B-2 espesores mayores a 3/16" (4.76mm) con longitud menor a 15" (381mm)	458	381	66	53
Laminados Clase B presurados y artículos forjados excepto clase C y D. B-3 cualquier espesor con longitud mayor a 15" (381mm)	397	336	56	48
Clase C Sujetadores menores a 3/8" (9.52mm) de diámetro. Tuercas de 3/16" y 1/4" (4.76mm y 6.35mm) de espesor.	381	305	53	43
Clase D Sujetadores mayores a 3/8" (9.52mm) de diámetro. Tuercas mayores de 3/16" (4.76mm) de espesor.	305	259	43	36

Anexo 3.- Memorandum de Área de Búsqueda.

		Código: F-00.65.0B.01.00-002		AREA DE BUSQUEDA PARA SITIO CELULAR			
Región: 9		Fecha: 21-sep-15					
DATOS GENERALES							
NOMBRE DE LA GERENCIA:		INGENIERIA Y PLANEACION DE RAN R9					
NOMBRE DEL DEPARTAMENTO:		PLANEACION DE RAN R9					
NOMBRE DEL ANTEPROYECTO:		ALAMOXTITLA / ALAMOXTITLA U1900					
NEMONICO:		HI7039G850 / HI7039U850 / HI7062U1900 / HI7039L2100					
FASE Y/O PRESUPUESTO:		S 16.4					
CIUDAD Y/O TRAMO CARRETERO:		HIDALGO					
MUNICIPIO:		TULANCINGO DE BRAVO					
TIPO DE ZONA		TABULADOR				PERFIL	
		Urbano		Medio			
SISTEMA DE REFERENCIA:		WGS 84					
COORDENADAS FORMATO HEXAGECIMAL							
LATITUD		20 5 28.20		N			
LONGITUD		98 22 16.79		W			
COORDENADAS FORMATOS DECIMAL							
LATITUD		20.09116667		N			
LONGITUD		98.37133056		W			
RADIO DEL AREA DE BUSQUEDA:		119 m					
REFERENCIA:		MAPA: GOOGLE MAPS					
COMENTARIOS:							



1. EL FORMATO FIRMADO Y DEBIDAMENTE LLENADO DEBERA SER ESCANEADO Y ENVIADO A CORPORATIVO PARA SU DISTRIBUCION OFICIAL A LAS AREAS INVOLUCRADAS
2. PARA LAS REUBICACIONES INDICAR EL PUNTO DONDE SE ENCUENTRA ACTUALMENTE EL SITIO Y EL PUNTO DONDE SE PROPONE

Elaboro	Revisó	Autorizó	Validación de Tabulador	Revisión
				A
Felipe Montes de Oca Becerril	Cristina Guadalupe Rentería Ortiz	Eugenia Pérez Cruz	Carolina Hernández Plata	
NOMBRE	NOMBRE	NOMBRE	NOMBRE	
Analista	Jefe de Departamento	Gerente de Ingeniería	Gerente de Implantación	

Nota. En caso de cualquier duda respecto a la ubicación o localización de alternativas viables para para este proyecto comunicarse vía Email o Telefónica con: FELIPE MONTES DE OCA BECERRIL, felipe.montesdeoca@mail.telcel.com, ext. 7164, cel. 55-1010-2791.

Anexo 4.- Memorandum de Aceptación

MEMORANDUM DE RESPUESTA		Página 1 de 2
Para:	Jefe de Localización y Administración de Espacios	Región
De:	Jefe de Inqr. y Diseño de Sitio RAN R9	Fecha
Elaboro :	Analista de Inqr. y Diseño de Sitio RAN R9	Consecutivo
Asunto:	Aceptación de Sitio	

Con base al reporte fotográfico que recibí el pasado 1 de Junio del año en curso, por parte del área de Inmuebles para este proyecto que fue asignado a la empresa _____, la cual me presenta el candidato "C", te comento que como resultado de la evaluación este se considera adecuado para cubrir los objetivos. Te indico los requerimientos técnicos, para la instalación de los equipos y las antenas.

Te confirmo que no se realiza visita de evaluación, tomamos como información principal para valorar el candidato: el reporte fotográfico que nos presenta la empresa responsable, la herramienta de google earth y base de datos de la red.

**Se instala equipo GSM850, en caso de que no este lista la red, se deja equipo.*

SITIO VISITADO:												
UMTS ID :	MX0237GSM850, MX0237U850, MX0237L2100, MX0238U1900											
REVISION:	A											
OBJETIVO:	CAPACIDAD											
CONTRATISTA:												
	CANDIDATO C											
DIRECCION CANDIDATO :							# ext			# inter	S/N	
Colonia:					C.P.							
Delegación:					Municipio:							
Localidad:					Estado:							
COORDENADAS WGS84:	LATITUD					LONGITUD						
COORDENADAS DECIMAL	LATITUD	0				LONGITUD	0					
TECNOLOGIA:	GSM850											
CONFIGURACION:	RBS 6601 (DUG20) 3X4 30 W											
CENTRAL CELULAR:	ECAEV1				BSC/RNC:	XOCBC1_NEXBC1_CARBC1_URRBC1_POPBC1						
TECNOLOGIA:	UMTS 850											
CONFIGURACION:	6101_RBS 6601 (DUW41) 3 RRU's 3X2 30 W											
CENTRAL CELULAR:	ECAEV1				BSC/RNC:	XOCBC1_NEXBC1_CARBC1_URRBC1_POPBC1						
TECNOLOGIA:	GSM 1900											
CONFIGURACION:	RBS 6601 (DUG20) 3X4 30 W											
CENTRAL CELULAR:	ECAEV1				BSC/RNC:	XOCBC1_NEXBC1_CARBC1_URRBC1_POPBC1						
TECNOLOGIA:	UMTS 1900											
CONFIGURACION:	6601 (DUW41) 3 RRU's 3X2 40 W											
CENTRAL CELULAR:	ECAEV1				BSC/RNC:	XOCBC1_NEXBC1_CARBC1_URRBC1_POPBC1						
TECNOLOGIA:	LTE 2100											
CONFIGURACION:	6601 (DUJ 41) 3 RRU's 3X1 40 W											
CENTRAL CELULAR:	ECAEV1				BSC/RNC:	XOCBC1_NEXBC1_CARBC1_URRBC1_POPBC1						
CANDIDATO C												
CARACTERISTICAS REQUERIDAS GSM850 (TENTATIVO HASTA CONFIRMAR RED GSM850)*												
SECTOR:	A	B	C									
ALTURA REQUERIDA (msnt):	18	18	18									
TIPO DE ANTENA:	SX8-65-07	SX8-65-07	SX8-65-07									
CANTIDAD DE ANTENAS:	1	1	1									
ORIENTACION (* magnéticos)	40°	175°	275°									
INCLINACION (* mecánicos):	2°	3°	3°									
INCLINACION (* eléctricos):	2°	4°	3°									
CARACTERISTICAS REQUERIDAS UMTS850												
SECTOR:	X/U	Y/V	Z/W									
ALTURA REQUERIDA (msnt):	18	18	18									
TIPO DE ANTENA:	SX8-65-07	SX8-65-07	SX8-65-07									
CANTIDAD DE ANTENAS:	1	1	1									
ORIENTACION (* magnéticos)	40°	175°	275°									
INCLINACION (* mecánicos):	2°	3°	3°									
INCLINACION (* eléctricos):	2°	4°	3°									

CARACTERISTICAS REQUERIDAS GSM1900				
SECTOR:	A	B	C	
ALTURA REQUERIDA (msnt):	22	22	22	
TIPO DE ANTENA:	ST19-65-07	ST19-65-07	ST19-65-07	
CANTIDAD DE ANTENAS:	1	1	1	
ORIENTACION (° magnéticos)	40°	175°	275°	
INCLINACION (° mecánicos):	2°	2°	2°	
INCLINACION (° eléctricos):	1°	3°	3°	
CARACTERISTICAS REQUERIDAS U1900				
SECTOR:	A/D	B/E	C/F	
ALTURA REQUERIDA (msnt):	18	18	18	
TIPO DE ANTENA:	ST19-65-07	ST19-65-07	ST19-65-07	
CANTIDAD DE ANTENAS:	1	1	1	
ORIENTACION (° magnéticos)	40°	175°	275°	
INCLINACION (° mecánicos):	2°	2°	2°	
INCLINACION (° eléctricos):	1°	3°	3°	
CARACTERISTICAS REQUERIDAS LTE2100				
SECTOR:	001	002	003	
ALTURA REQUERIDA (msnt):	18	18	18	
TIPO DE ANTENA:	ST19-65-07	ST19-65-07	ST19-65-07	
CANTIDAD DE ANTENAS:	1	1	1	
ORIENTACION (° magnéticos)	40°	175°	275°	
INCLINACION (° mecánicos):	2°	2°	2°	
INCLINACION (° eléctricos):	1°	3°	3°	
TRANSMISIÓN:				
Opciones Punta B	[sitio con que conectará MW]			
SITIOS VECINOS A OPTIMIZAR				

Parametros a optimizar

SITIO	SEC	ID	T.Elec	T.Mec	Orientación	Cambio de Antena	Cambio de Altura
	Y		5 A 2	4 A 3	155° A 160°		25
	B		5 A 2	4 A 3	155° A 160°		25
	002		5 A 2	4 A 3	155° A 160°		25

FOTOGRAFÍA DEL ÁREA ACEPTADA CANDIDATO "C"



FACHADA CANDIDATO "C" ACEPTADO

DEBIDO A QUE NO SE REALIZO VISITA, EL ÁREA PARA COLOCAR EQUIPO DEBE SER VALORADA POR EL DEPTO. DE PROYECTOS DE CONSTRUCCION, DE ACUERDO A LA PROPUESTA ENVIADA A FIN DE CONFIRMAR FACTIBILIDAD PARA LA COLOCACIÓN DE EQUIPO.

MAPA / CROQUIS DE UBICACIÓN



REFERENCIA

MAPA GOOGLE EARTH

Se informa que la OTAS correspondiente le será enviada al Departamento de Proyectos de Construcción cuando Ud. Nos informe de la seguridad de la contratación del sitio con el aviso y el croquis de obra civil del mismo

Atentamente:

c.c.p: -----

Anexo 5.- Validación por la Dirección General de Aeronáutica Civil.



Dirección General de Aeronáutica Civil
 Dirección de Aeropuertos
 Oficio [numero de oficio]

México, D.F., a 24 de febrero de 2016.

[nombre del representante]
 Representante Legal de Operadora
 [Dirección]

Por este conducto, hago referencia a su escrito, recibido en ésta de mí cargo el 9 de diciembre de 2015, con fundamento en el Artículo 21, fracciones XII, XXXVII del Reglamento Interior de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes; Artículo 44 de la Ley de Vías Generales de Comunicación; Artículo 3 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; Artículo 2 fracción X y 64 de la Ley de Aeropuertos; 29 y 35 del Reglamento de la Ley de Aeropuertos; se expide el presente documento aprobando el emplazamiento del mencionado elemento radiador:

Propiedad de:				Altura del elemento radiador:	23.7 m.s.n.t.
Sitio		Municipio:	Tlalnepantla de Baz	Estado:	México
Coordenadas:				Elevación:	2254 m.s.n.m.m.
Aeródromo de referencia:	AICM	Distancia al Aeródromo:	13491 m		

No omito señalar que la presente aprobación es únicamente en los aspectos técnico aeronáuticos y es independiente de la correspondiente al Uso de Suelo. Por lo que cualquier otra autorización requerida, deberá ser tramitada ante las instancias correspondientes.

El obstáculo deberá balizarse como se indica a continuación:

Pintura:	Siete franjas horizontales repartidas en toda la longitud de la estructura de color blanco y anaranjado quedando este ultimo en los extremos.
Iluminación:	Se colocarán luces de obstrucción color rojo tipo L 010 de 100.

Dicho señalamiento deberá permanecer en funcionamiento desde la puesta hasta la salida del sol y obligatoriamente cuando por mala visibilidad se requiera.

No omito hacer de su conocimiento, que nos reservamos el derecho de practicarle las inspecciones que sean necesarias a fin de verificar el cumplimiento de las características técnicas antes plasmadas, de acuerdo con lo establecido en los Artículos 78 de la Ley de Aeropuertos y 121 de la Ley de Vías Generales de Comunicación.

Sin más por el momento, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
 La Directora de Aeropuertos

firma de validación

Ing. María Inés Hernández García



C. c. p. C. Comandante General del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, Apto. Int. Sala "C" Mezanine Local No. 42 Col. Fedatario CP. 15620, México, D. F.
 Centro de Mando y Control del Sistema Integral de Vigilancia Aérea - Av. Industrial Militar S/N, Col. Lomas de Sotelo, 11640, México D.F.
 Archivo.

CER/PCCS/JAF

Bld. Adolfo López Mateos 1990, Col. Los Alpes, C.P. 01010, Delegación Alvaro Obregón, México D.F.
 Tel. (55) 5723 9300 www.sct.gob.mx

Anexo 6.- Ejemplo de Validación de Factores de Diseño

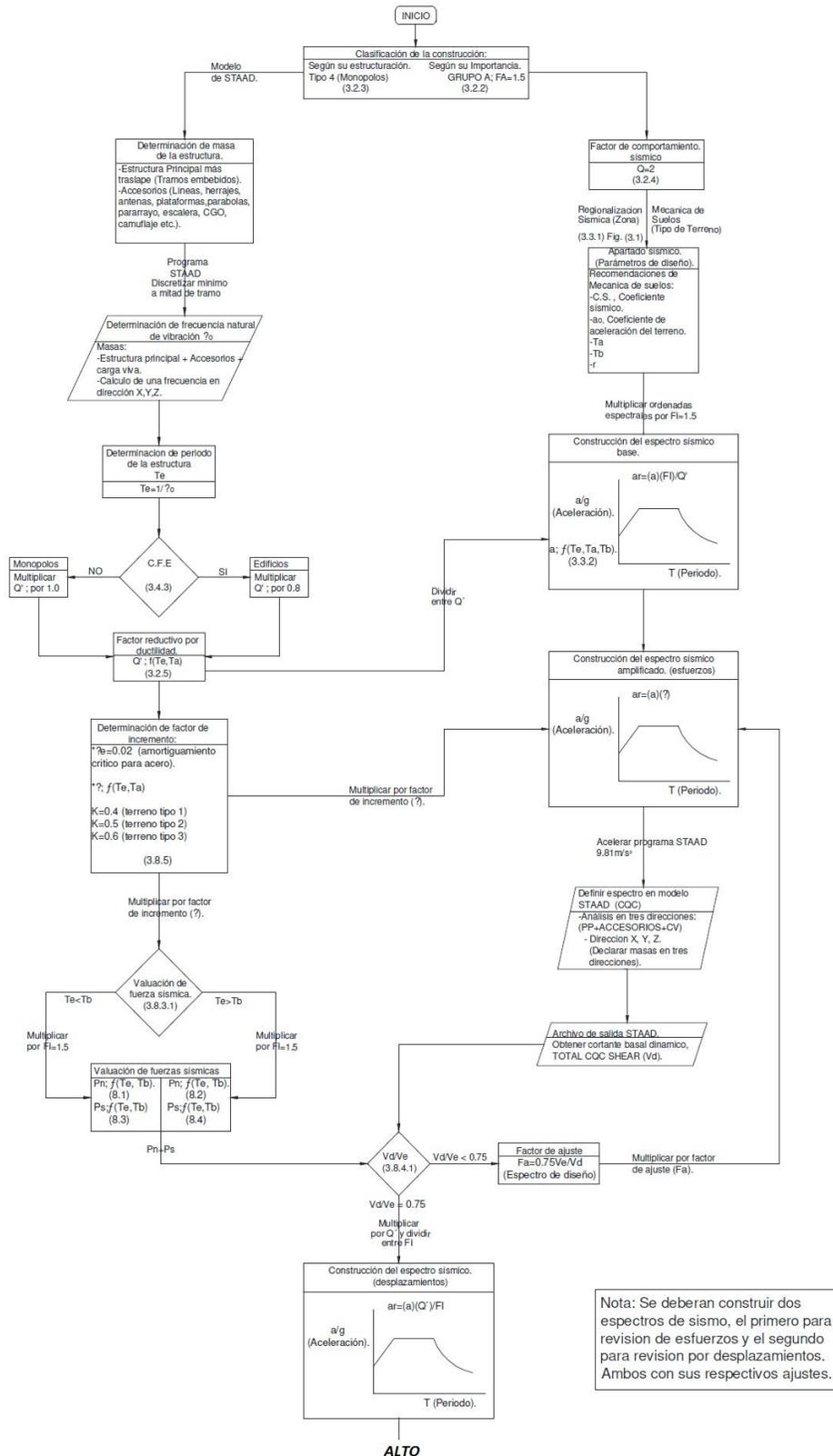
VALIDACIÓN DE FACTORES DE DISEÑO										31/01/2018						
ESTRUCTURAS																
FACTORES NUEVOS- PRIMER INGRESO																
No	RG	ID	NOMBRE DEL SITIO	ALTURA		TIPO DE TORRE	TIPO DE SITIO	COORDENADAS		VR (KPH)	FT	CT	ASMM (m)	ASIGNACIÓN (AÑO)	OBSERVACIONES	STATUS
				NCTA (m)	DE LA TORRE (m)			N	W							
1	9	✓	EL PALMAR NEZA	18.00	15.00	6.00	✓	19° 24' 50"	99° 1' 35"	120	1.1	3	2237	2018	*	EN PROCESO DE CONTRATACIÓN

* Mastil arriostrado de acuerdo a norma

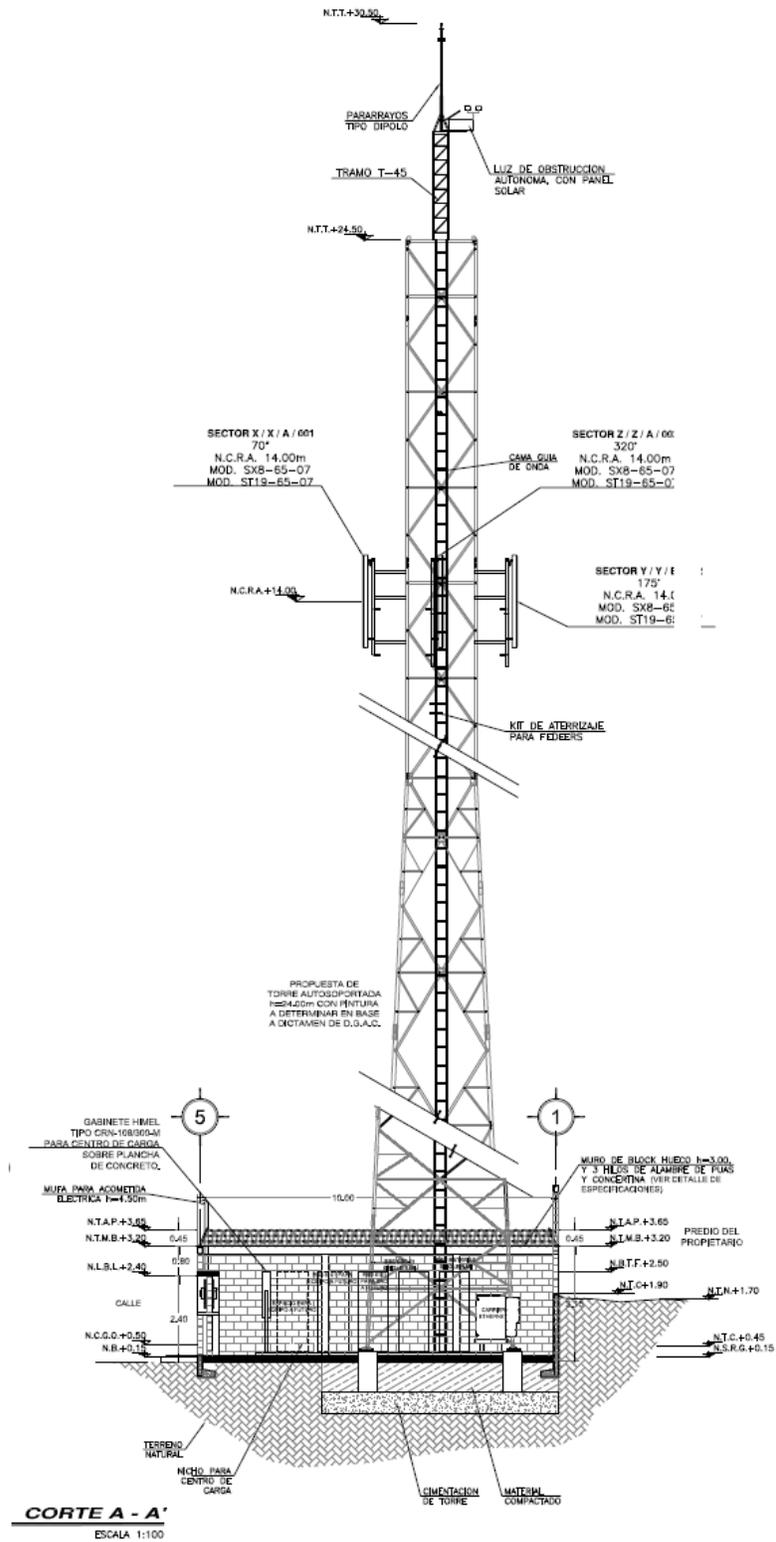
* Anteriormente se tenía asignado R9 Sitio Propio

	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA
	GERENCIA DE ESTRUCTURAS	GERENCIA DE ESTRUCTURAS	GERENCIA DE ESTRUCTURAS

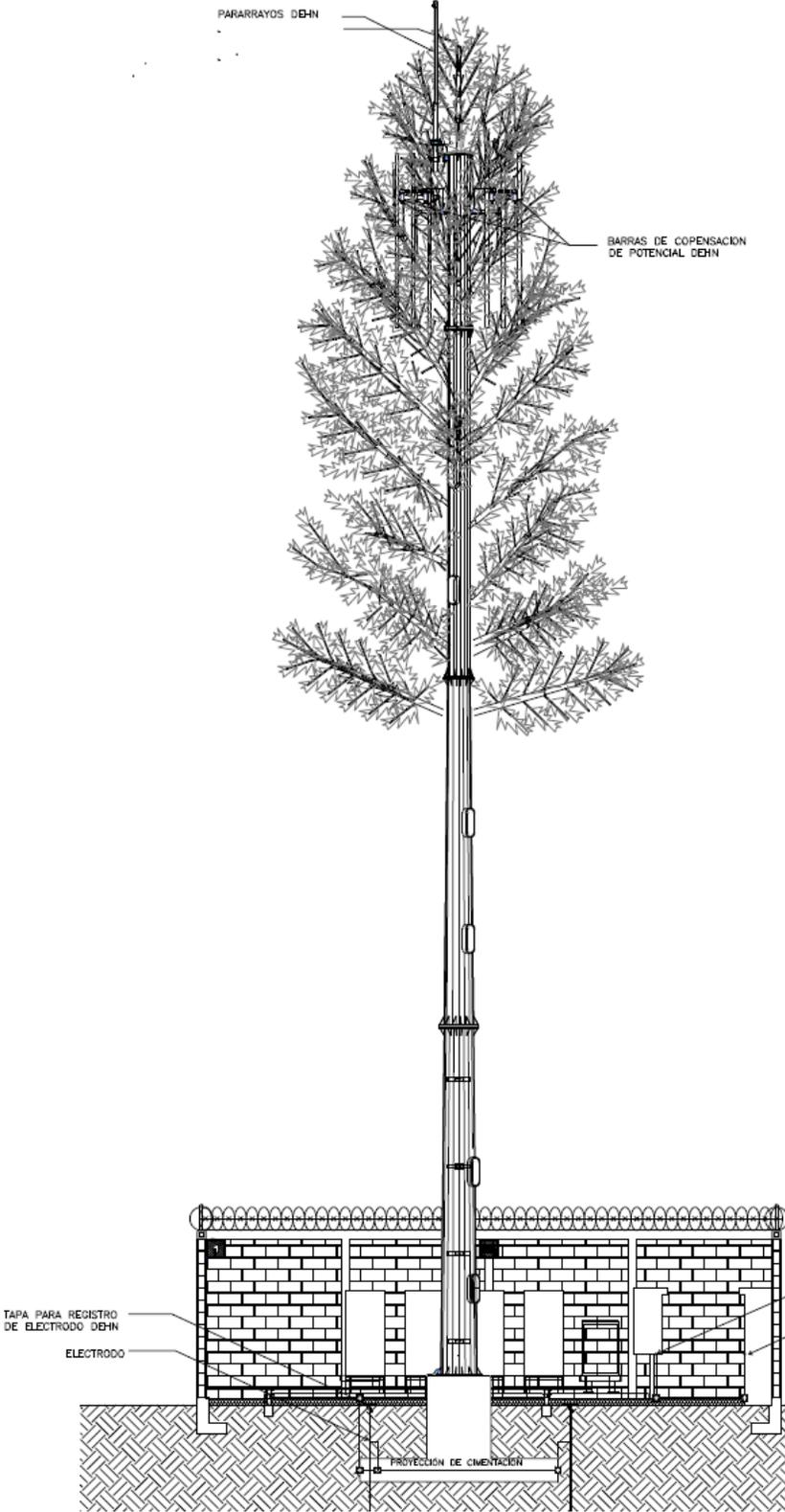
Anexo 7.- Diagrama de flujo de la revisión por sismo para Monopolos de acuerdo con norma CFE 1993.



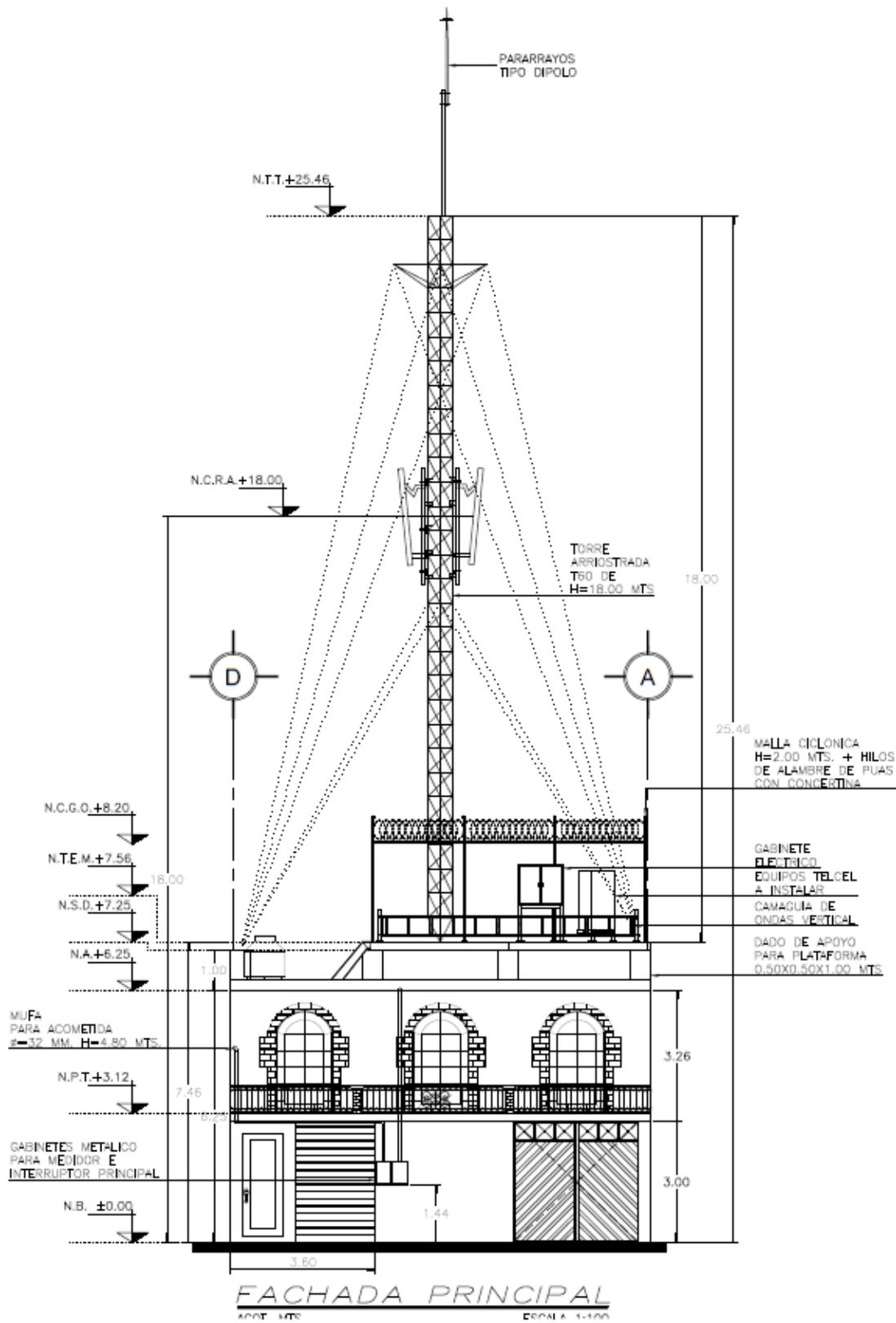
Anexo 8.- Torre autoportada de 24.50m de altura.



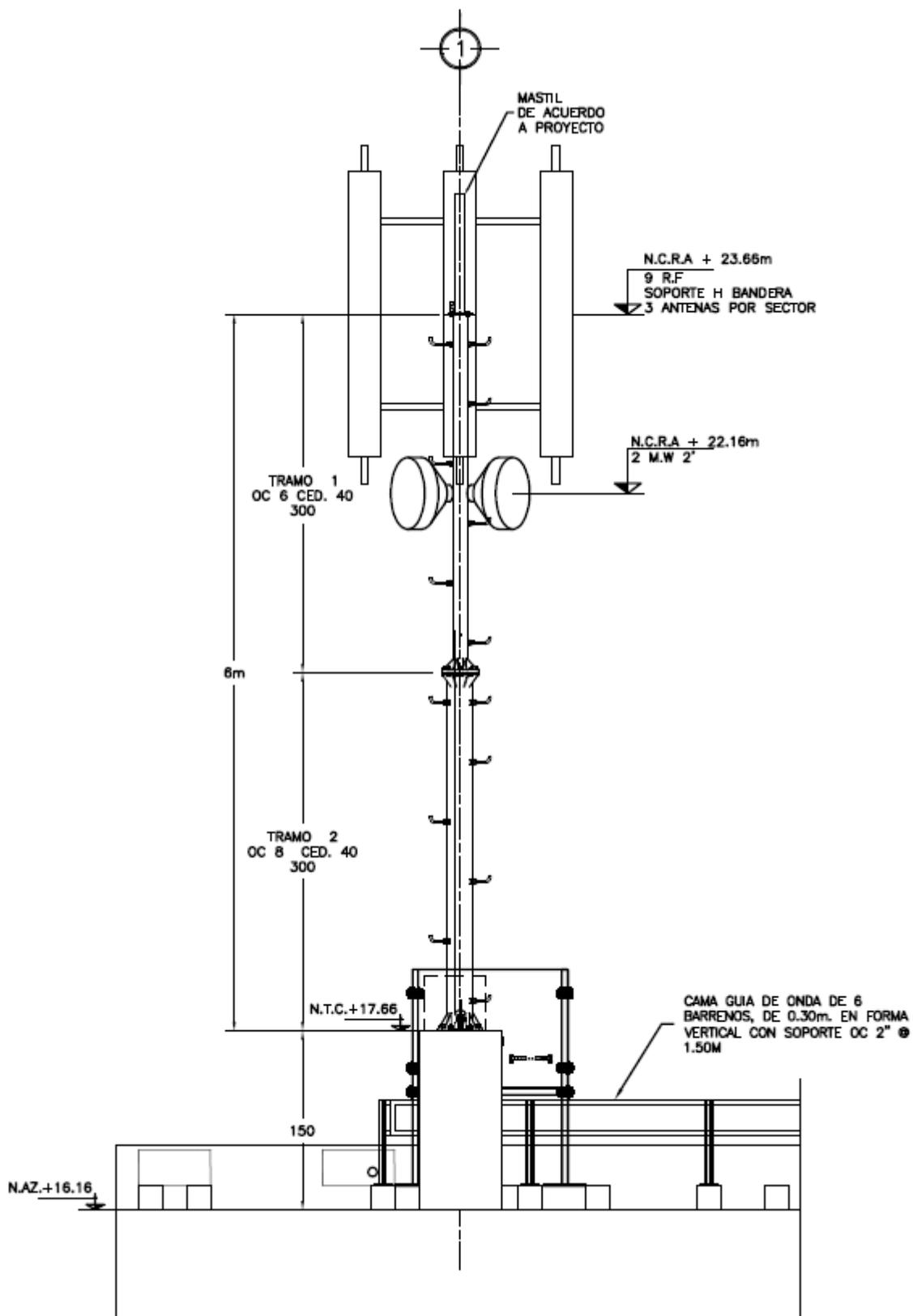
Anexo 9.- Torre tipo monopolo camuflaje de árbol.



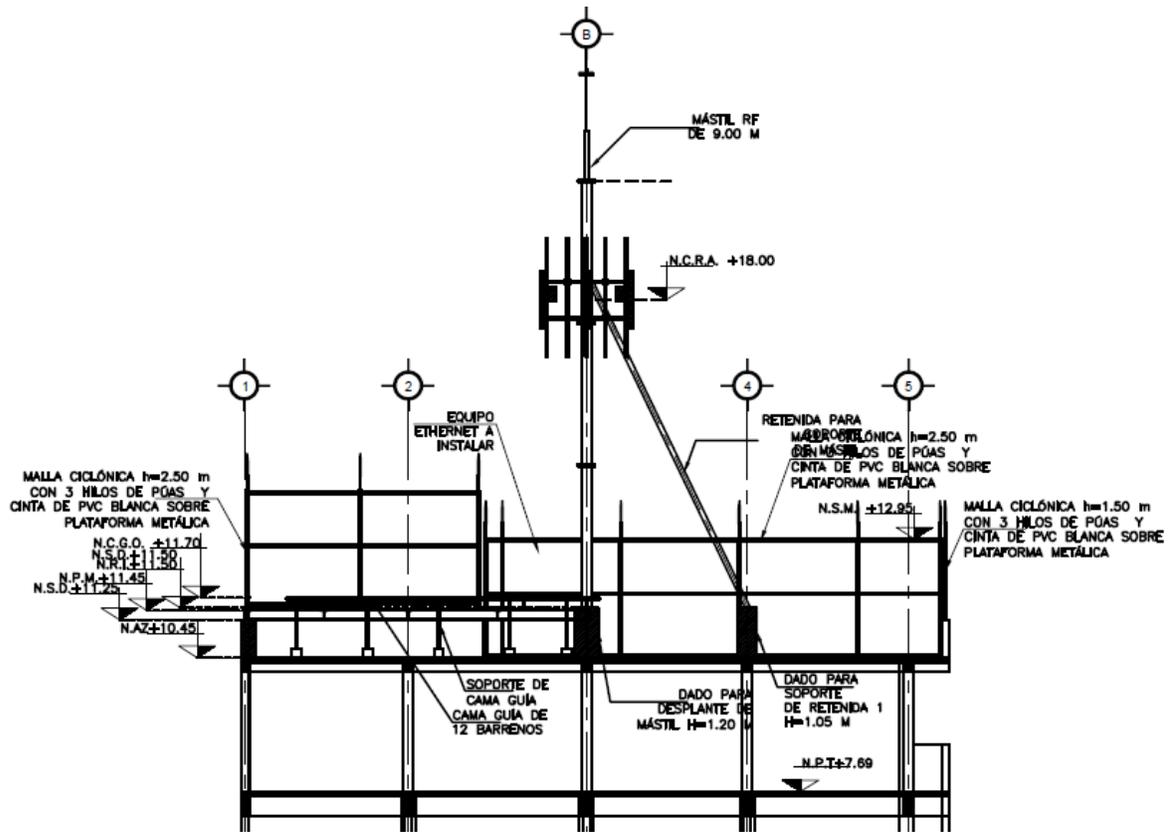
Anexo 10.- Torre arriostrada de 18m de altura, sobre azotea.



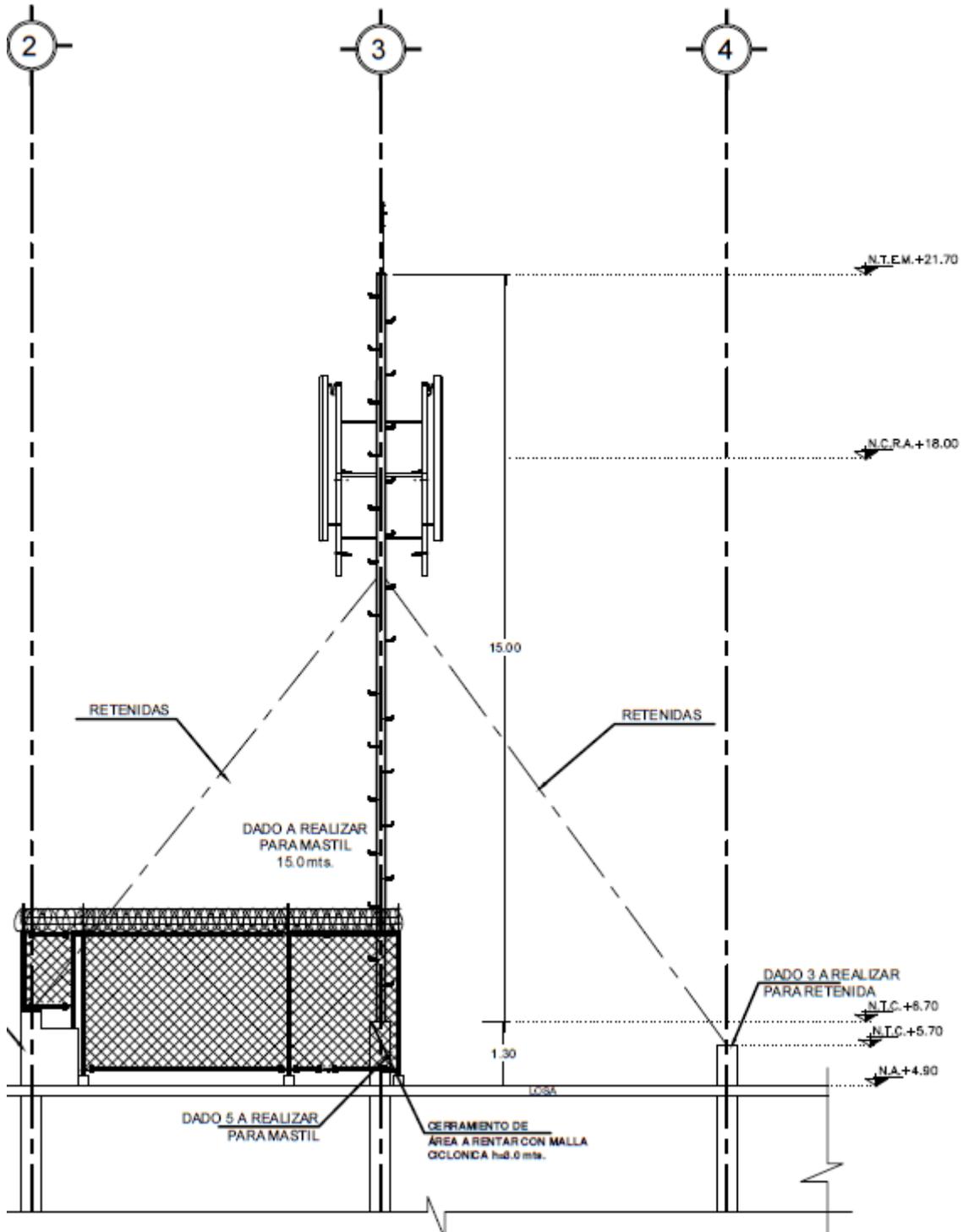
Anexo 11.- Mástil autoportado de 6m, sobre azotea.



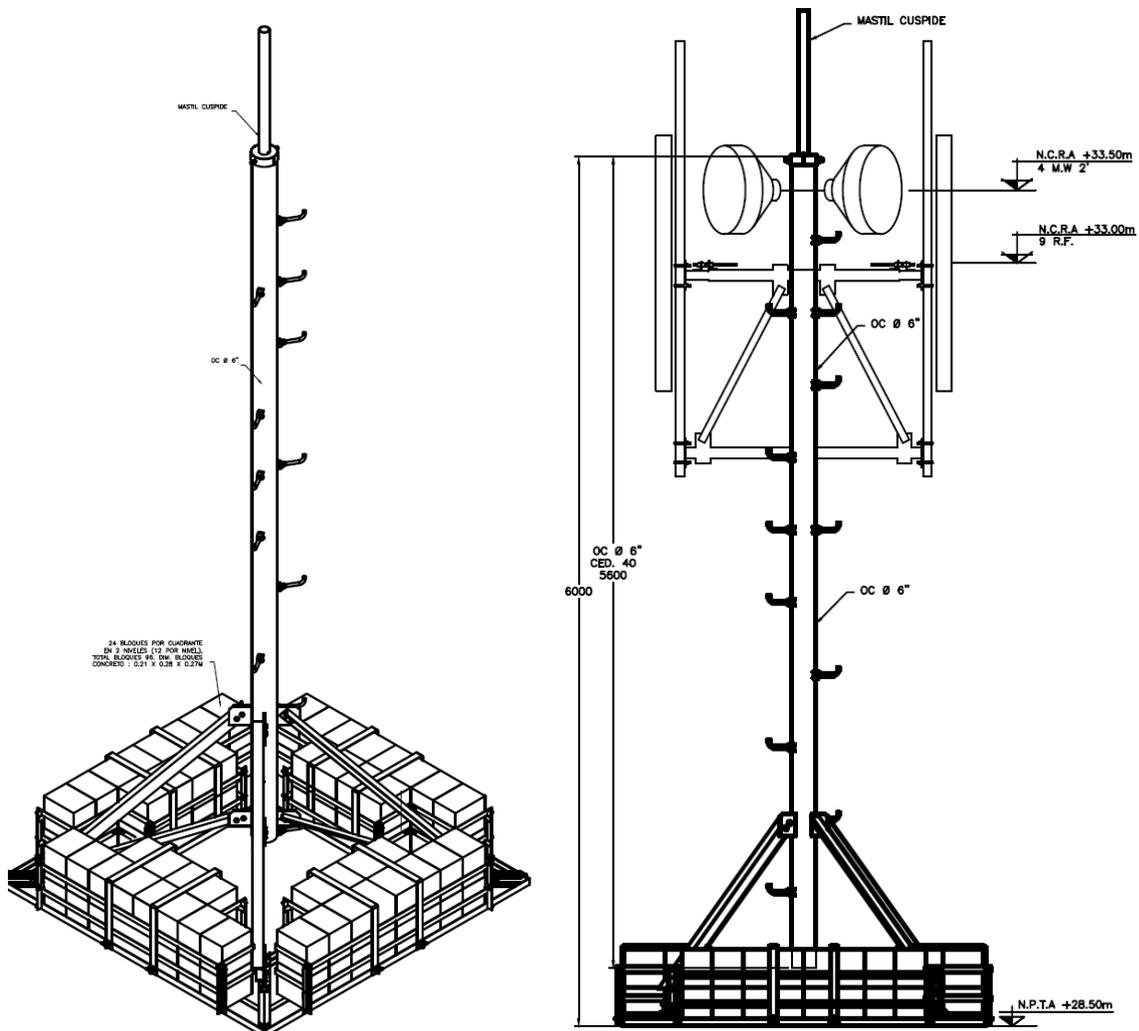
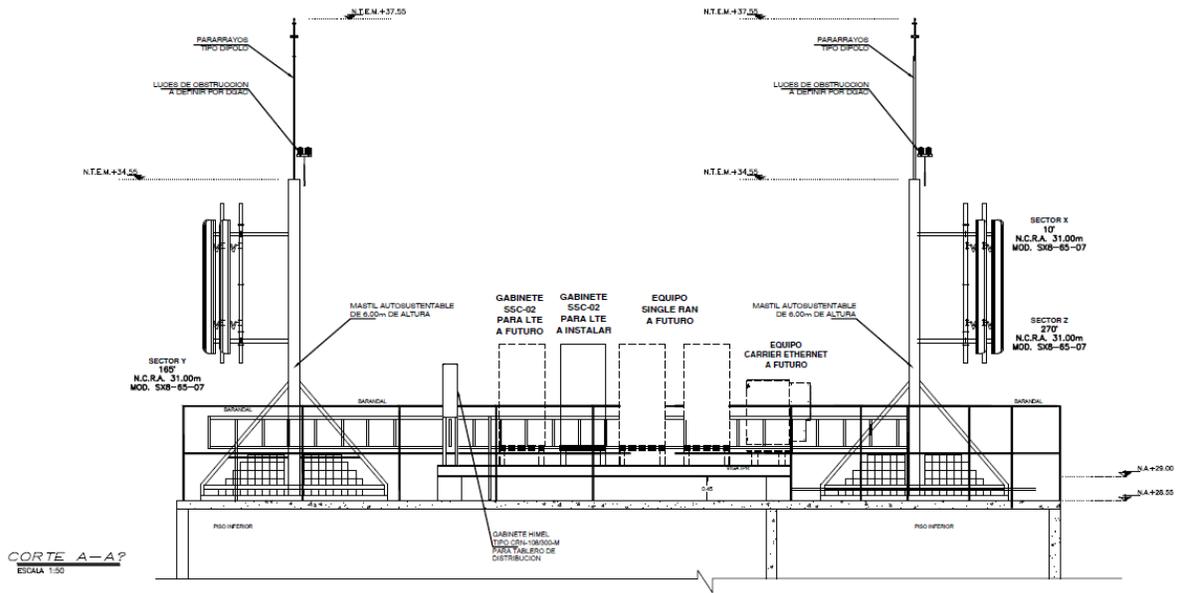
Anexo 12.- Mástil apuntalado de 9m, sobre azotea.



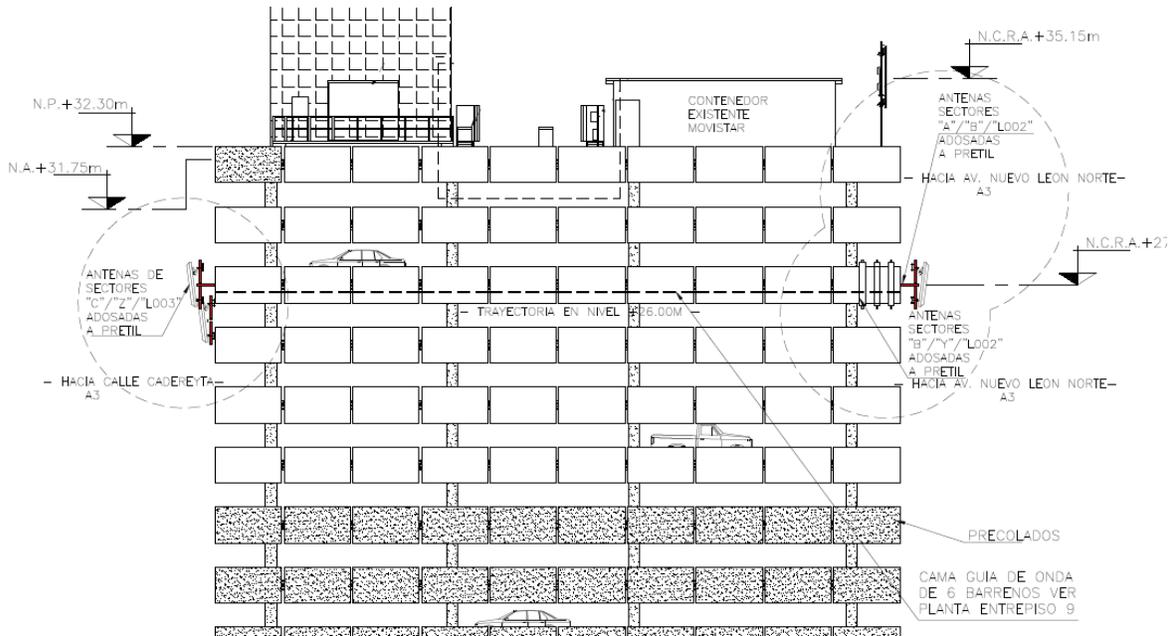
Anexo 13.- Mástil arriostrado de 15m, sobre azotea.



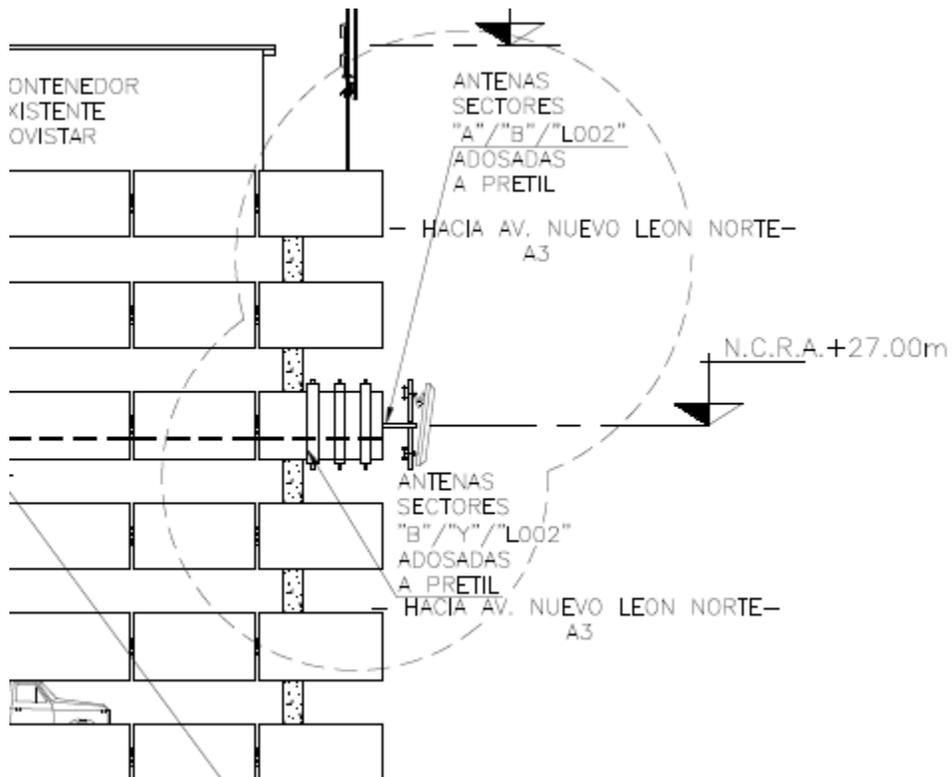
Anexo 14.- Mástiles autosustentados



Anexo 15.- Soportes para antenas directamente a pretil o estructura del inmueble.



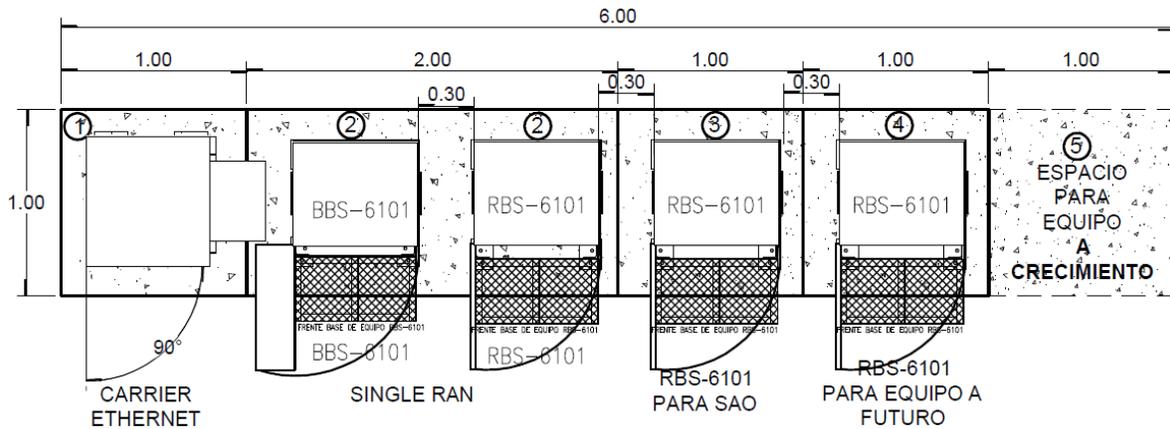
Detalle:



Anexo 16.- Usos y perfiles de Aceros comercializados en México por Gerdau Corsa.

TIPO DE ACERO	DIFERENTES USOS
ASTM A 36	<ul style="list-style-type: none"> -Placas de Conexión -Anclajes de barras redondas lisas (OS) y perfiles (LI) -Cuerdas Superiores e Inferiores de Armaduras (LI) -Montantes y Diagonales de Armaduras (LI) -Largueros Tipo Joist (OS ó LI) -Contravientos de Cubiertas (OS)
ASTM A 529 G 50	<ul style="list-style-type: none"> -Placas hasta 1" de espesor (Placas de Conexión, Placas Base, Cartabones, etc.) -Canales (CE) pequeños utilizados para alfardas de escaleras y conexiones de postes de viento -Cuerdas de Armaduras de (LI) -Montantes y Diagonales (LI) -Contravientos Laterales (LI)
ASTM A 572 G 50	<ul style="list-style-type: none"> -Placa Hasta 4" -Vigas Principales tipo (IR) -Vigas Secundarias tipo (IR) -Columnas de Perfiles tipo (IR) -Mezzanines
ASTM A 588	<ul style="list-style-type: none"> -Acero Patinable (por lo general es un acero que estará sometido a la intemperie) -Plataformas Marinas
ASTM A 709	<ul style="list-style-type: none"> -Puentes -Torres de Transmisión
ASTM A 992	<ul style="list-style-type: none"> -Vigas (IR) -Columnas (IR) -Mezzanines (IR) -Postes de viento (IR) -Espectaculares (IR) -Trabes Carril
ASTM A 53	<ul style="list-style-type: none"> -Tubos Estructurales
ASTM A 500	<ul style="list-style-type: none"> -Columnas de secciones huecas cuadradas (HSS u OR) -Columnas de secciones huecas circulares (OC) -Columnas de secciones huecas rectangulares (HSS u OR)
ASTM A 501	<ul style="list-style-type: none"> -Bastidores (PTR u OR) -Bases de tanques de gas, de agua, etc (PTR u OR)

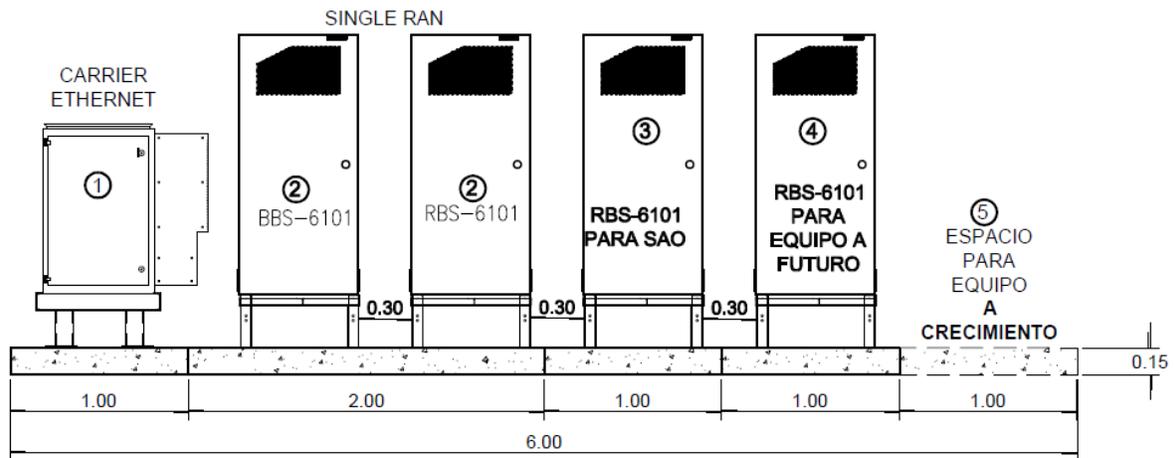
Anexo 17.- Propuesta de arreglo de equipos general.



PLANTA DE PROYECTO

ACOT. M.

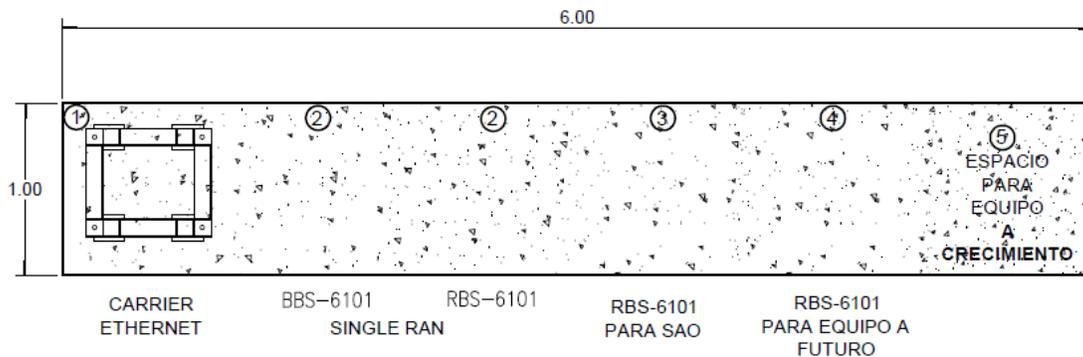
ESC. 1:50



CORTE A - A

ESC 1:50

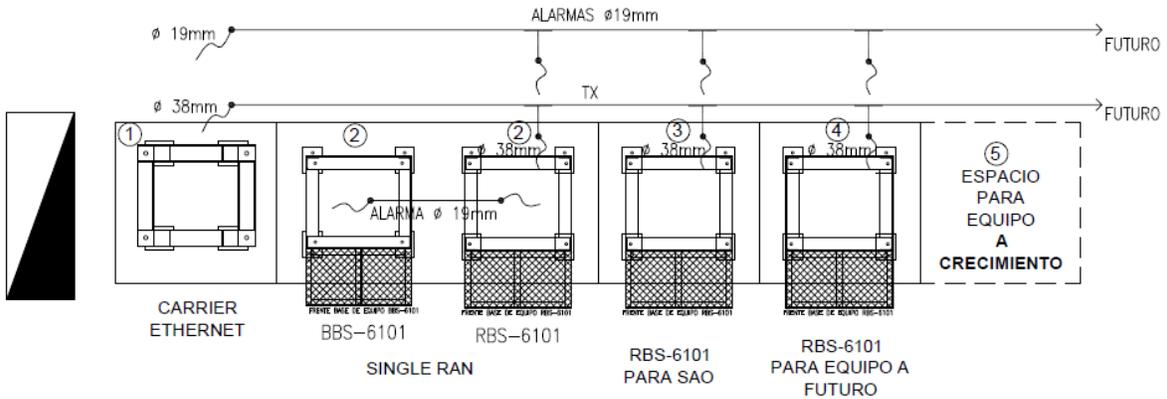
ACOT. M.



PLANTA DE PROYECTO

ACOT. M.

ESC. 1:50

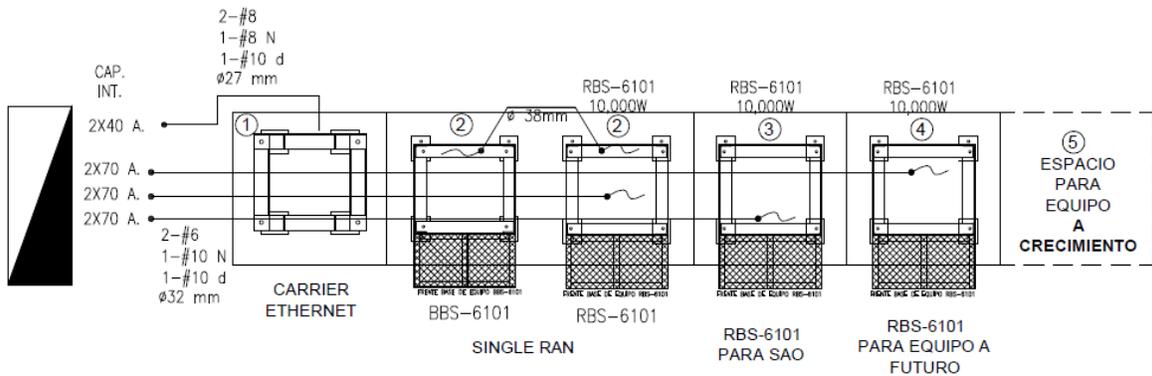


PLANTA DE PROYECTO

ACOT. M.

INTERCONEXIONES

ESC. 1:50

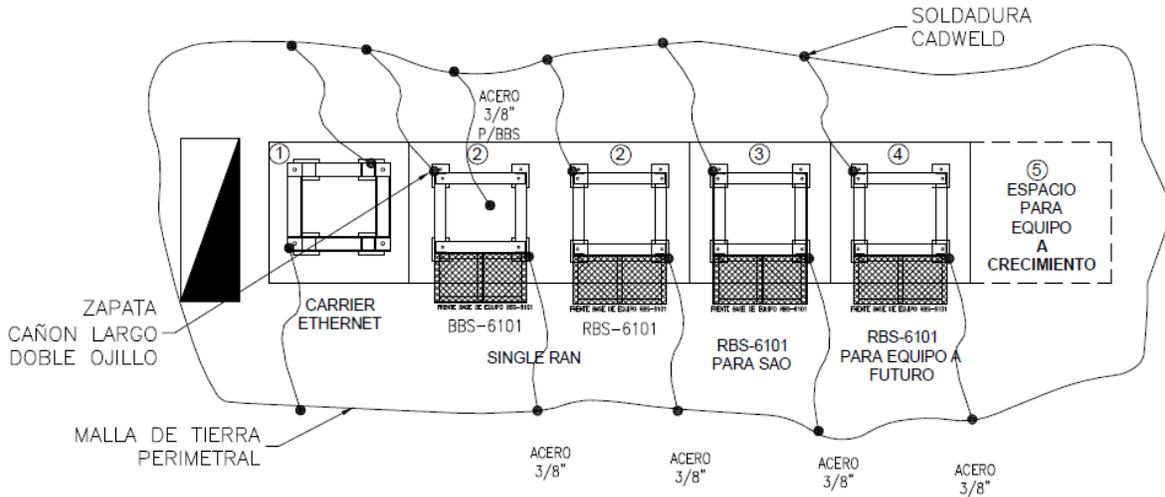


PLANTA DE PROYECTO

ACOT. M.

ELECTRICO

ESC. 1:50

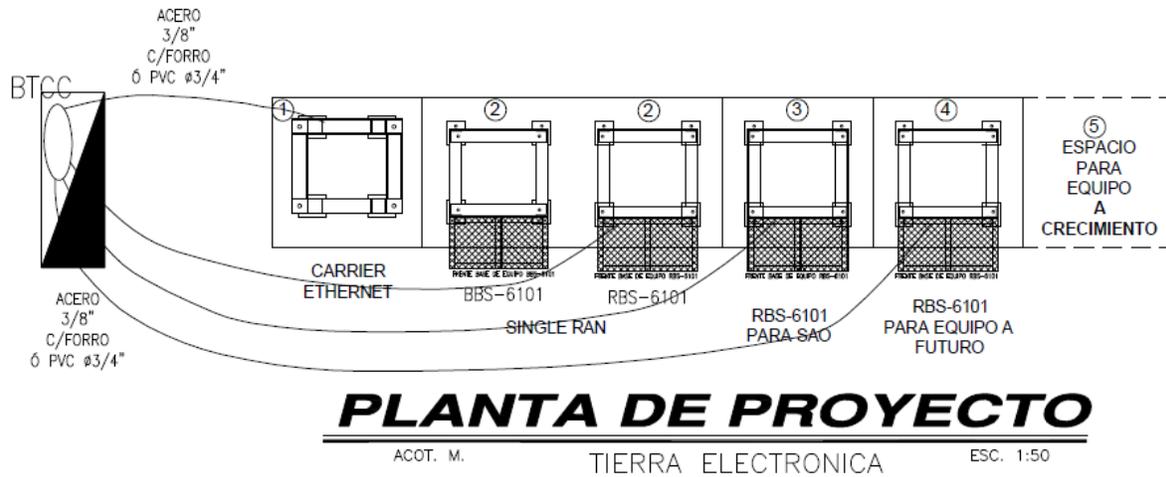


PLANTA DE PROYECTO

ACOT. M.

TIERRA FISCA

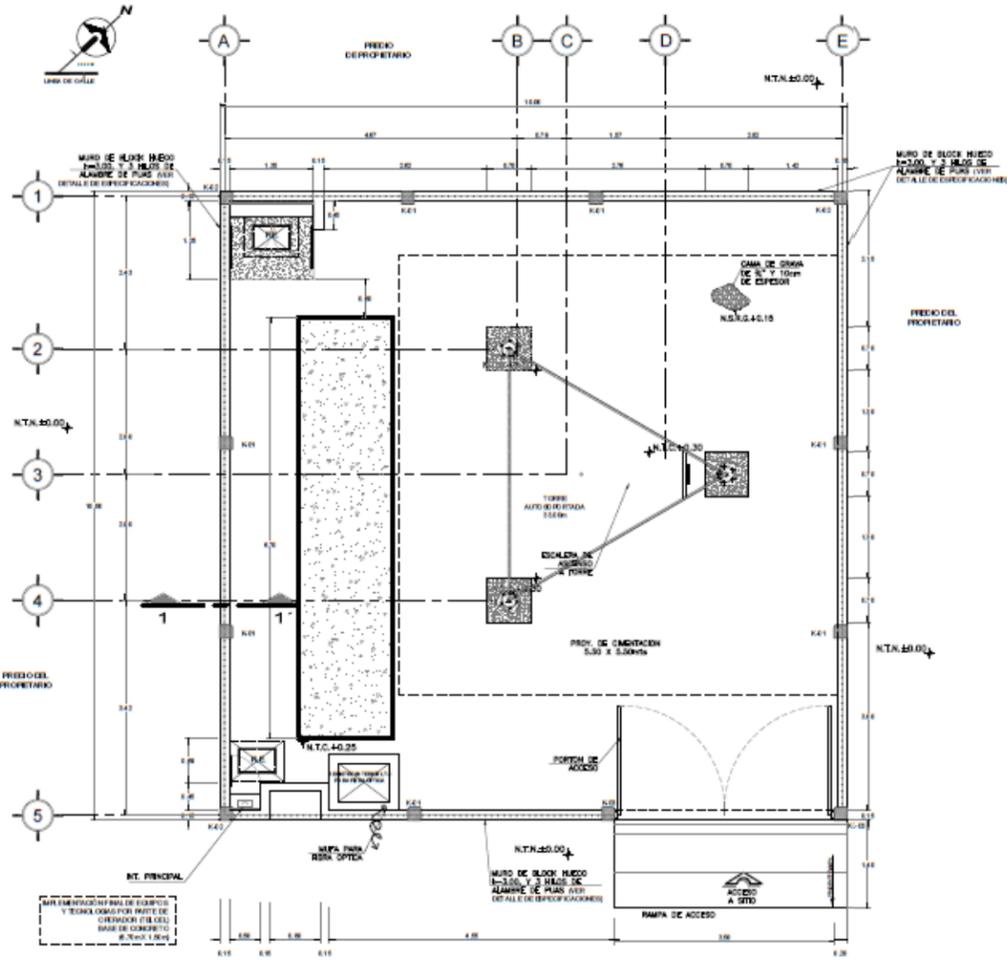
ESC. 1:50



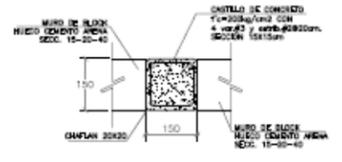
Anexo 18.-Planos del Proyecto Ejecutivo de un sitio con torre autoportada.

En hojas doble carta siguientes se presentan ejemplos de planos:

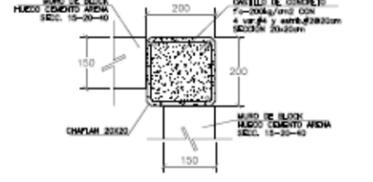
- A-01, Plano ARQUITECTONICO, pag.78
- E-01, Plano ESTRUCTURAL, pag.79
- E-02, Plano ESTRUCTURAL, pag.80
- E-03, Plano ESTRUCTURAL, pag.81
- E-04, Plano ESTRUCTURAL, pag.82
- FO-01, Plano INSTALACIÓN FIBRA OPTICA, pag.83
- IE-01, Plano INSTALACION ELECTRICA, pag.84
- IE-02, Plano INSTALACION ELECTRICA, pag.85



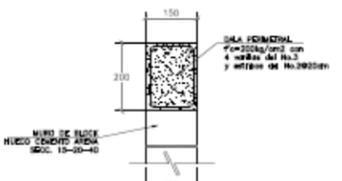
PLANTA ESTRUCTURAL
ESCALA 1:50



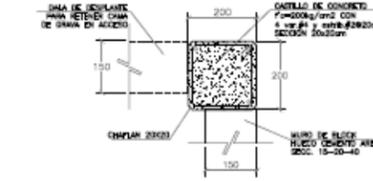
1.- DETALLE DE CASTILLOS DE SECCION 15x15 (K-1 INTERMEDIOS)
COTAS mm h=3.00m



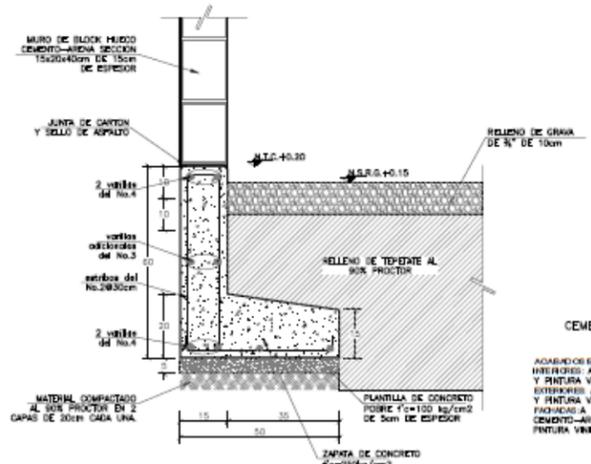
2.- DETALLE DE CASTILLOS DE SECCION 20x20 (K-2 ESQUINAS)
COTAS mm h=3.00m



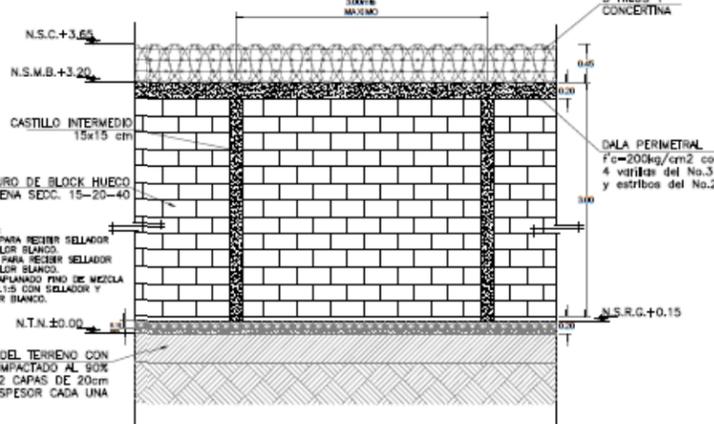
04.- DETALLE DE DALA PERIMETRAL SOBRE MURO
COTAS mm



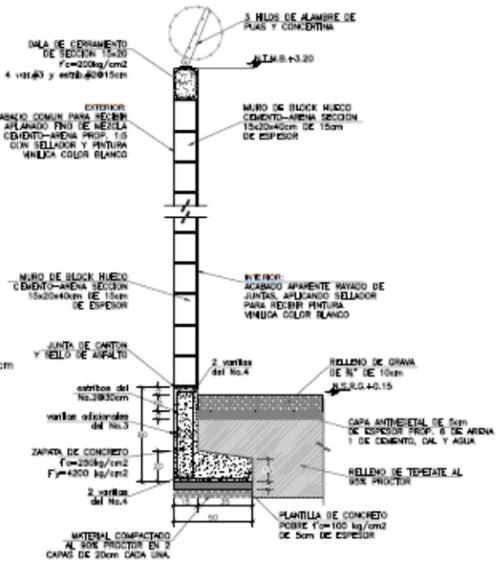
3.- DETALLE DE CASTILLOS DE SECCION 20x20 (K-3 PORTON)
COTAS mm h=3.10m



CORTE A-A ZAPATA DE MURO
COTAS cm ESCALA 1:50



DETALLE DE MURO TIPICO
ESCALA 1:50



06.- DETALLE CORTE DE MURO 1-1'
COTAS cm ESCALA 1:50

NOTAS PARA ESTRUCTURA METALICA

- 1.- LOS PERFILES LAMINADOS Y PLACAS DE ACERO ESTRUCTURAL SON DE ACUERDO CON LA NORMA ASTM A-36.
- 2.- LOS ELECTRODOS PARA SOLDAR SON DE TALLER (CLASE E-60) Y DE CAMPO (CLASE E-70) ADEMÁS DE CUMPLIR CON LOS REQUISITOS DE LA SERIE ASTM A-283, GRUPO SAW-1 DE LA AWS.
- 3.- LAS SOLDADURAS EN LAS JUNTAS SE HICIERON EVITANDO TORCEDURAS FLAMBEOS Y REQUERIMIENTOS DEL MATERIAL YA QUE PIEZAS CON ESTOS DEFECTOS SE HUBIERAN REPUESTO INTEGRALMENTE.
- 4.- LAS SOLDADURAS DE TALLER O DE CAMPO SE HICIERON CON LAS PIEZAS SOSTENIDAS RIGIDAMENTE Y ANTES DE SOLDAR SE VERIFICÓ QUE LAS SUPERFICIES DE LAS PARTES POR SOLDAR ESTEN LIMPIAS DE ESCORIA, COSTRAS, GRASA, PINTURA, ETC.
- 5.- SE CUMPLERON TODAS LAS ESPECIFICACIONES DE FABRICACION Y MONTAJE DE LA AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION (AISC) Y DE LA AMERICAN WELDING SOCIETY (AWS).
- 6.- EL MONTAJE SE HIZO CON TODA LA PRECAUCION PARA EVITAR LA INTRODUCCION DE ESFUERZOS RESIDUALES POR EFECTOS DE MALGATES, TORNILLOS O DE SOLDADURA EN LAS JUNTAS. NO SE MONTÓ NINGUNA PIEZA QUE ESTE DEFORMADA POR EFECTOS DE GOLPES DURANTE LAS MANOBRAS, TRANSPORTE O MONTAJE.
- 7.- PROTECCION ANTICORROSION A BASE DE UN PRIMERO EPÓXICO CATALIZADO ADUCTO-AMINA, UNA CAPA CON ESPESOR DE 5 MILÉSIMAS DE PULGADA Y UN RECURRIMIENTO DE ACABADO EPÓXICO CATALIZADO ADUCTO-AMINA, A UNA CAPA DE 8 MILÉSIMAS, SEGUN NORMAS PEMEX SISTEMA RP-10, RA23.
- 8.- ESTOS PLANOS SERVIRAN DE BASE PARA ELABORAR LOS PLANOS DE FABRICACION, QUE PREVIAMENTE FUERON APROBADOS POR LA DIRECCION DE OBRA.

ESPECIFICACION DE MATERIALES

1. ACERO ESTRUCTURAL A-36, fy=2530 kg/cm²
2. ELECTRODOS PARA SOLDADURA SERIE E-70 EN ACERO ESTRUCTURAL:
E-7024 PARA SOLDAR EN EL PLANO Y HORIZONTAL.
E-7014 PARA SOLDAR EN ZONAS DE ACCESO COMPUGADO Y DE AGUJERO A AWS 5.1
3. ELECTRODOS PARA SOLDADURA SERIE E-90 EN ACERO DE REFUERZO.

CUADRO DE SOLDADURA

SIMBOLOGIA DE SOLDADURA			APLICACION DE SOLDADURA		
TIPO DE LA SOLDADURA	PLATE	BEEL (°)	SOLDADURA DE TALLER	SOLDADURA DE CAMPO	SOLDADURA ALICATOR
POSICION DE LA SOLDADURA					
LADO VISIBLE			LONGITUD DE CORDONES		
LADO NO VISIBLE			TODA LA LONGITUD	PARCIAL	INTERMITENTE
AMBOS LADOS			(*) CUANDO NO APAREZCA EN EL SIMBOLO EL VALOR DE "L" SE TOMARÁ ESTE COMO CERO		

NOTAS PARA ESTRUCTURA DE CONCRETO

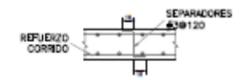
- 1.- LOS ESQUEMAS DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LOS QUE SE INDICA EL ARMADO NO ESTÁN A ESCALA.
- 2.- ESPECIFICACION DE MATERIALES:
a)- CONCRETO NORMAL DE P.V. > 2200 Kg/m³ y f'c = 200 Kg/cm² CONCRETO CLASE 1 SEGUN RDSF-97, SE DEBERÁ USAR CEMENTO TIPO I.
b)- ACERO DE REFUERZO CON LIMITE DE FLUENCIA fy > 4200 Kg/cm² PERO NO MAYOR DE 5000 Kg/cm², CON FUERZAS DE FLUENCIA MÁXIMAS Y MÍNIMAS QUE SE INDICAN EN LA TABLA DE VARRILLAS.
- 3.- EL RECURRIMIENTO DE TODA BARRA NO SERÁ MENOR DE 4 cm.
- 4.- NO SE TRANSAPARARÁ NI SOLDARÁ MÁS DEL SOPLO DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION.
- 5.- EXCEPTO DONDE SE INDIQUE OTRA COSA, TODO EL REFUERZO CORRIDO, Y LOS BASTONES EXTREMOS SE ANCLARÁN LA LONGITUD "Ld" DADA EN LA TABLA DE VARRILLAS.
- 6.- LOS DOBLES DE LAS VARRILLAS SE HARÁN EN FRIJO SOBRE UN PERNO DE DIÁMETRO MÍNIMO IGUAL A 8 VECES EL DIÁMETRO DE LA VARRILLA (VER FIGURA A).
- 7.- EN TODOS LOS DOBLES PARA ANCLAJE O CAMBIO DE DIRECCION EN VARRILLAS DEBERÁ COLOCARSE UN PASADOR ADICIONAL DE DIÁMETRO IGUAL O MAYOR QUE EL DE LA VARRILLA (VER FIGURA B).



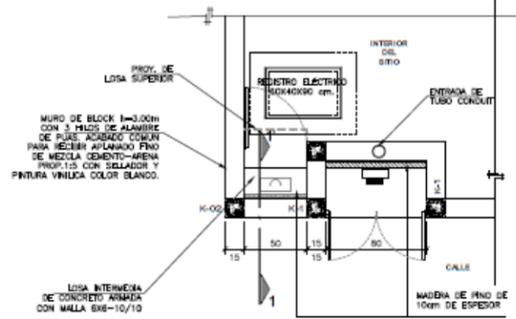
8.- EXCEPTO DONDE SE INDIQUE OTRA COSA, TODOS LOS ESTRIBOS SERÁN COMO SE INDICA A CONTINUACION:



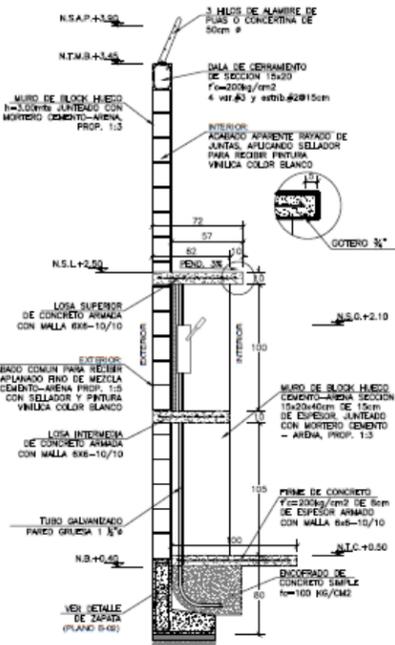
9.- SE COLOCARÁN SEPARADORES A CADA 120 cm APROXIMADAMENTE, ENTRE REFUERZO CORRIDO Y LAS CARAS DE LOS ELEMENTOS, TANTO EN LA DIRECCION VERTICAL COMO HORIZONTAL, TAL COMO SE INDICA EN LA SIGUIENTE FIGURA.



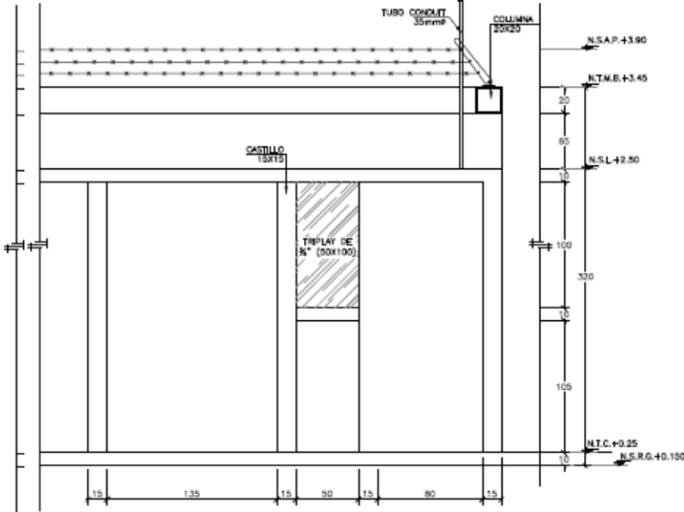
CORRECCIONES	FECHA	telesites	
		PROYECTO:	ESTRUCTURAL
		DETALLE:	DETALLES ESTRUCTURALES
		APROBADO:	ING. CARLOS CATREDA
		REVISADO:	ING. MARTIN GONZALEZ Z.
		PROYECTADO:	ING. JUAN CARLOS SOBA ROSAS
		ESCALA:	E-02
		FECHA:	21.05.15
		INDICADA:	INDICADA
		INDICADA:	ACE



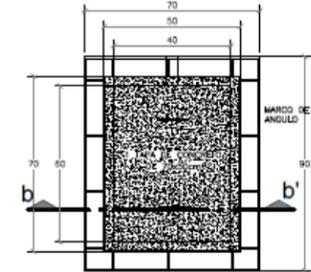
PLANTA DE NICH PARA ACOMETIDA ELECTRICA
COTAS en
ESCALA 1:25



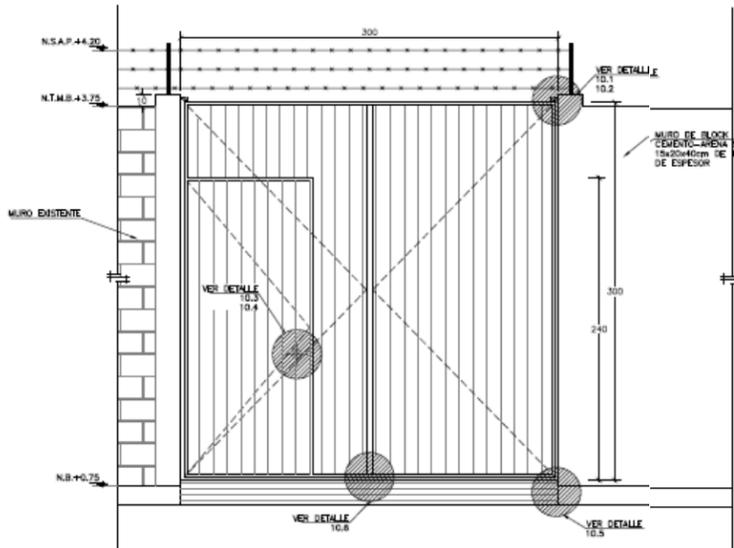
11.2.- DETALLE DE NICHOS
COTAS en



VISTA INTERIOR DE NICHOS
COTAS en



15.- PLANTA DE REGISTRO ELECTRICO
COTAS en



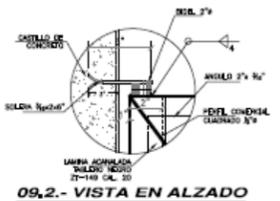
09. PORTON METALICO VISTA FRONTAL
COTAS en
ESCALA 1:50



09.1.- VISTA EN PLANTA



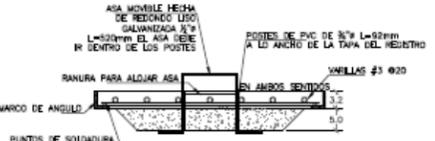
09.5.- VISTA EN ALZADO



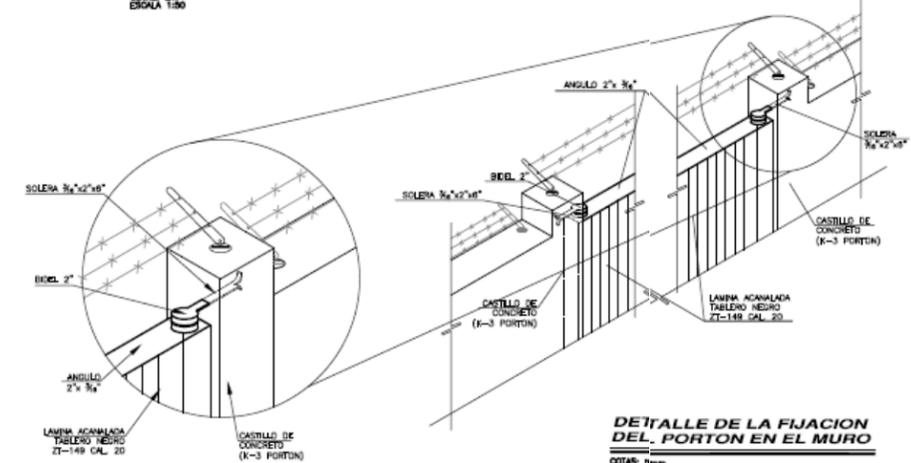
09.2.- VISTA EN ALZADO



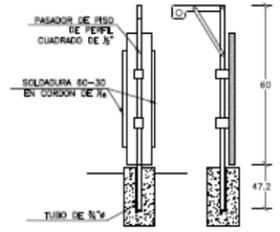
09.4.- VISTA EN ALZADO



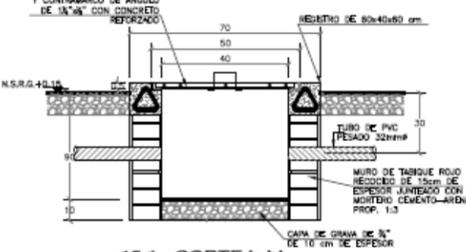
15.2.- DETALLE TAPA DE REGISTROS
COTAS en



DETALLE DE LA FIJACION DEL PORTON EN EL MURO
COTAS en mm



09.6.- DETALLE PASADORES DE PISO
COTAS en mm



15.1.- CORTE b-b' REGISTRO ELECTRICO
COTAS en

NOTAS PARA ESTRUCTURA METALICA

- 1.- LOS PERFILES LAMINADOS Y PLACAS DE ACERO ESTRUCTURAL SON DE ACUERDO CON LA NORMA ASTM A-36.
- 2.- LOS ELECTRODOS PARA SOLDAR SON: DE TALLER (CLASE E-80) Y DE CAMPO (CLASE E-70) ADEMÁS DE CUMPLIR CON LOS REQUISITOS DE LA SERIE ASTM A-283, GRUPO SAW-1 DE LA AWS.
- 3.- LAS SOLDADURAS EN LAS JUNTAS SE HICIERON EVITANDO TORCEDURAS FLAMBEO Y REQUEMAO DEL MATERIAL, YA QUE PIEZAS CON ESTOS DEFECTOS SE HUBIERAN REPUESTO INTEGRALMENTE.
- 4.- LAS SOLDADURAS DE TALLER o DE CAMPO SE HICIERON CON LAS PIEZAS SOSTENIDAS RIGIDAMENTE Y ANTES DE SOLDAR SE VERIFICÓ QUE LAS SUPERFICIES DE LAS PARTES POR SOLDAR ESTEN LIMPIAS DE ESCORIA, COSTRAS, GRASA, PINTURA, ETC.
- 5.- SE CUMPLIERON TODAS LAS ESPECIFICACIONES DE FABRICACION Y MONTAJE DE LA AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION (AISC) Y DE LA AMERICAN WELDING SOCIETY (AWS).
- 6.- EL MONTAJE SE HIZO CON TODA LA PRECAUCION PARA EVITAR LA INTRODUCCION DE ESFUERZOS RESIDUALES POR EFECTOS DE MALACATES, TORNILLOS o DE SOLDADURA EN LAS JUNTAS. NO SE MONTÓ NINGUNA PIEZA QUE ESTE DEFORMADA POR EFECTOS DE GOLPES DURANTE LAS MANIOBRAS, TRANSPORTE o MONTAJE.
- 7.- PROTECCION ANTICORROSIONA A BASE DE UN PRIMARIO EPOXIDO CATALIZADO ADUCTO-AMINA, UNA CAPA CON ESPESOR DE 5 MILESIMAS DE PULGADA Y UN RECURRIMIENTO DE ACABADO EPOXIDO CATALIZADO ADUCTO-AMINA, A UNA CAPA DE 6 MILESIMAS, SEGUN NORMAS PEMEX SISTEMA RP-10, RA29.
- 8.- ESTOS PLANOS SERVIRAN DE BASE PARA ELABORAR LOS PLANOS DE FABRICACION, QUE PREVIAMENTE FUERON APROBADOS POR LA DIRECCION DE OBRA.

ESPECIFICACION DE MATERIALES

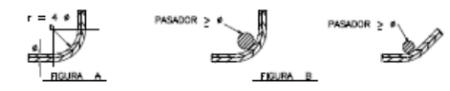
1. ACERO ESTRUCTURAL A-36, fy=2530 kg/cm²
2. ELECTRODOS PARA SOLDADURA SERIE E-70 EN ACERO ESTRUCTURAL:
E-7024 PARA SOLDAR EN EL PLANO Y HORIZONTAL.
E-7014 PARA SOLDAR EN ZONAS DE ACCESO COMPLICADO Y DE ACUERDO A AWS 5.1
3. ELECTRODOS PARA SOLDADURA SERIE E-80 EN ACERO DE REFUERZO.

CUADRO DE SOLDADURA

SIMBOLOGIA DE SOLDADURA			APLICACION DE SOLDADURA			
TIPO DE LA SOLDADURA	FILETE	WEL (°)	RELENO EN VARILLA CON PLACA	SOLDADURA DE TALLER	SOLDADURA DE CAMPO	SOLDADURA AUTODICION
POSICION DE LA SOLDADURA						
LADO VISIBLE						
LADO NO VISIBLE						
AMBIOS LADOS						
			LONGTUD DE CORDONES			
			TODA LA LONGTUD			
			PARCIAL			
			INTERMITENTE			
			(*) CUANDO NO APAREZA EN EL SIMBOLO EL VALOR DE "a" SE TOMARA ESTE COMO CERO			

NOTAS PARA ESTRUCTURA DE CONCRETO

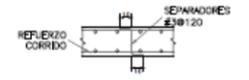
- 1.- LOS ESQUEMAS DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LOS QUE SE INDICA EL ARMADO NO ESTAN A ESCALA.
- 2.- ESPECIFICACION DE MATERIALES:
a).- CONCRETO NORMAL DE P.V. > 2200 Kg/m³ Y f'c = 200 Kg/cm² CONCRETO CLASE 1 SEGUN RCF-97, SE DEBERA USAR CEMENTO TIPO I.
b).- ACERO DE REFUERZO CON LIMITE DE FLENCIA fy > 4200 Kg/cm² PERO NO MAYOR DE 5000 Kg/cm², CON FUERZAS DE FLENCIA MAXIMAS Y MINIMAS QUE SE INDICAN EN LA TABLA DE VARRILLAS.
- 3.- EL RECURRIMIENTO DE TODA BARRA NO SERA MENOR DE 4 cm.
- 4.- NO SE TRASLAPARA NI SOLDARA MAS DEL 30% DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION.
- 5.- EXCEPTO DONDE SE INDIQUE OTRA COSA, TODO EL REFUERZO CORRIDO, Y LOS BASTONES EXTREMOS SE ANCLARAN LA LONGTUD "Lg" DADA EN LA TABLA DE VARRILLAS.
- 6.- LOS DOBLES DE LAS VARRILLAS SE HARAN EN FRIO SOBRE UN PERNO DE DIAMETRO MINIMO IGUAL A 8 VECES EL DIAMETRO DE LA VARRILLA (VER FIGURA A).
- 7.- EN TODOS LOS DOBLES PARA ANCLAJE o CAMBIO DE DIRECCION EN VARRILLAS DEBERA COLOCARSE UN PASADOR ADICIONAL DE DIAMETRO IGUAL O MAYOR QUE EL DE LA VARRILLA (VER FIGURA B).



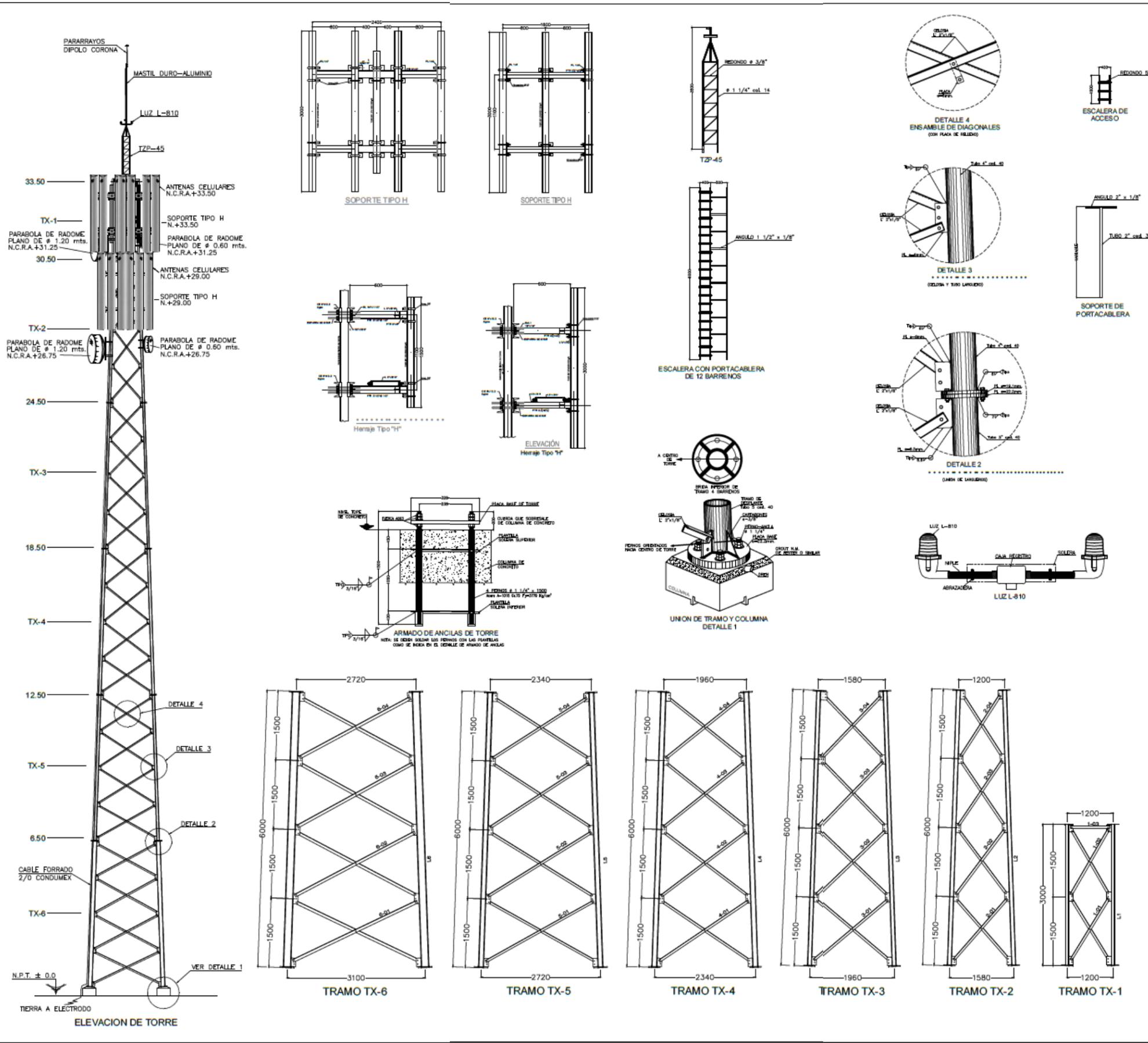
8.- EXCEPTO DONDE SE INDIQUE OTRA COSA, TODOS LOS ESTRIBOS SERAN COMO SE INDICA A CONTINUACION:



9.- SE COLOCARAN SEPARADORES A CADA 120 cm APROXIMADAMENTE, ENTRE REFUERZO CORRIDO Y LAS CARAS DE LOS ELEMENTOS, TANTO EN LA DIRECCION VERTICAL COMO HORIZONTAL, TAL COMO SE INDICA EN LA SIGUIENTE FIGURA.



CORRECCIONES	FECHA	telesites		telesites
		PROYECTO: #4018482 / 1111 / 0411 / 000 / 11 / 10 / 13 / 00 CERRILLERA LA CENTRAL / CERRILLERA LA CENTRAL / U1900		
		DISEÑO: Camarero Jordano Tula Km. 24.5 (a un costado de las instalaciones de Cerrillera La Central) / 554, Colima Abasco / C.P. 42970, Mpio. Arribas, Estado de Hidalgo		
		PLANO: ESTRUCTURAL DETALLES ESTRUCTURALES		REV. 01
		APROBADO: ING. CARLOS CATAREDA		
		DISEÑO: SUJZMAN NACHO MEXICO, S.A. DE C.V.		FECHA: 21.08.15
		PROYECTO: SUJZMAN NACHO MEXICO, S.A. DE C.V.		INDICADA
		REVISOR: ING. MARTIN GONZALEZ Z.		ESCALA: INDICADA
		REVISOR: ING. JUAN CARLOS SOPRA ROSAS		ACB



NOTAS PARA ESTRUCTURA METALICA

- 1.- LOS PERFILES LAMINADOS Y PLACAS DE ACERO ESTRUCTURAL SON DE ACUERDO CON LA NORMA ASTM A-36.
- 2.- LOS ELECTRODOS PARA SOLDAR SON DE TALLER (CLASE E-80) Y DE CAMPO (CLASE E-70) ADENAS DE CUMPLIR CON LOS REQUISITOS PARA SOLDAR LA SERIE ASTM A-283, GRUPO SAW-1 DE LA AWS.
- 3.- LAS SOLDADURAS EN LAS JUNTAS SE HICIERON USANDO TORCEDURAS FLAMBEOS Y REQUIMADO DEL METAL, YA QUE PIEZAS CON ESTOS DEFECTOS SE HABRIAN REVERTIDO INMEDIATAMENTE.
- 4.- LAS SOLDADURAS DE TALLER o DE CAMPO SE HICIERON CON LAS PIEZAS SOSTENIDAS RIGIDAMENTE Y ANTES DE SOLDAR SE VERIFICO QUE LAS SUPERFICIES DE LAS PARTES POR SOLDAR ESTEN LIMPIAS DE ESCORIA, COSTRAS, GRASA, PINTURA, ETC.
- 5.- SE CUMPLERON TODAS LAS ESPECIFICACIONES DE FABRICACION Y MONTAJE DE LA AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION (AISC) Y DE LA AMERICAN WELDING SOCIETY (AWS).
- 6.- EL MONTAJE SE HIZO CON TODA LA PRECAUCION PARA EVITAR LA INTRODUCCION DE ESFUERZOS RESIDUALES POR EFECTOS DE MALACATES, TORNILLOS o DE SOLDADURA EN LAS JUNTAS. NO SE MONTÓ NINGUNA PIEZA QUE ESTE DEFORMADA POR EFECTOS DE GOLPES DURANTE LAS MANIOBRAS, TRANSPORTE o MONTAJE.
- 7.- PROTECCION ANTICORROSIONA A BASE DE UN PRIMARIO EPOXIDO CATALIZADO ADUCTO-AMINA, UNA CAPA CON ESPESOR DE 5 MILESIMAS DE PULGADA Y UN RECURRIMIENTO DE ACABADO EPOXIDO CATALIZADO ADUCTO-AMINA, A UNA CAPA DE 6 MILESIMAS, SEGUN NORMAS PEMEX SISTEMA RP-10, RA29.
- 8.- ESTOS PLANOS SERVIRAN DE BASE PARA ELABORAR LOS PLANOS DE FABRICACION, QUE PREVIAMENTE FUERON APROBADOS POR LA DIRECCION DE OBRA.

ESPECIFICACION DE MATERIALES

1. ACERO ESTRUCTURAL A-36, $\rho_y=2530$ kg/cm³
2. ELECTRODOS PARA SOLDADURA SERIE E-70 EN ACERO ESTRUCTURAL: E-7024 PARA SOLDAR EN EL PLANO Y HORIZONTAL. E-7014 PARA SOLDAR EN ZONAS DE ACCESO COMPLICADO Y DE ACUERDO A AWS 5.1
3. ELECTRODOS PARA SOLDADURA SERIE E-80 EN ACERO DE REFUERZO.

CUADRO DE SOLDADURA

SIMBOLOGIA DE SOLDADURA			APLICACION DE SOLDADURA			
TIPO DE LA SOLDADURA	FILETE	BIBEL (°)	RELLENO EN VARILLA CON PLACA	SOLDADURA DE TALLER	SOLDADURA DE CAMPO	SOLDADURA ALICEDOR
POSICION DE LA SOLDADURA						
LADO VISIBLE						
LADO NO VISIBLE						
AMBOS LADOS						
			LONGITUD DE CORDONES			
			TODA LA LONGITUD			
			PARCIAL			
			INTERMITENTE			

(°) CUANDO NO APAREZCA EN EL SIMBOLO EL VALOR DE "°" SE TOMARA ESTE COMO CERO

CARGAS SOBRE LA TORRE

CANTIDAD	Ø (m)	TIPO	PARABOLAS		ANTENAS DE RF	
			ALTIMO (m)	CANTIDAD	PESO (kg)	TPO
1	0.60	MV	31.25	12	27.00	Cable
1	1.20	MV	31.25	12	27.00	-
1	0.60	MV	26.75	9	27.00	Cable
2	1.20	MV	26.75	9	27.00	-

Soporte Tipo H p3 Antenas: +33.00m Vm 127 km/h, F.T.-1 C.T.-2
Soporte Tipo H p3 Antenas: +28.00m

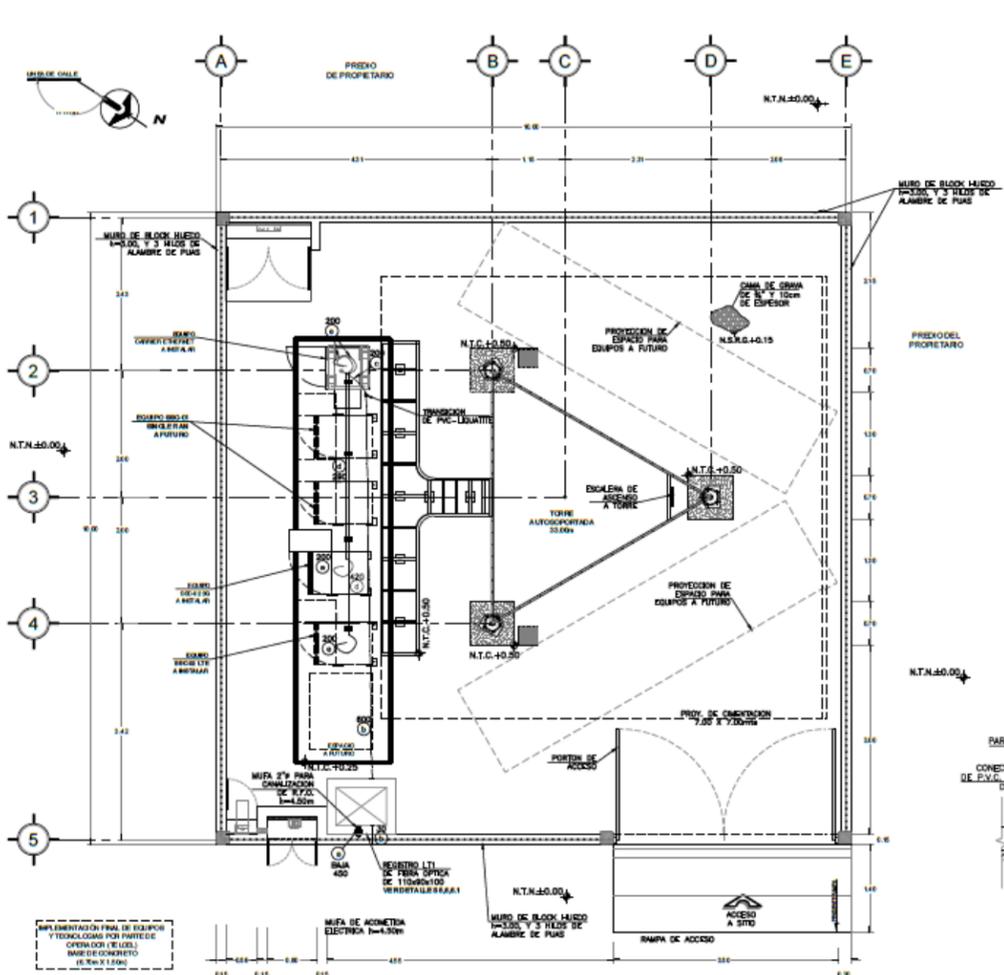
CONEXIONES EN TORRE

TRAMO	BRIDAS				PLACAS EN PIERNA POCIOSA			
	Ø EXTERIOR (mm)	ESPESOR (mm)	CANTIDAD	TORNILLOS	ESPESOR (mm)	SECCION (mm)	TORNILLOS	CANTIDAD
1	178	15.9	4	3/4"	-	-	-	-
	178	15.9	4	3/4"	6	8.3	10	-
2	248	15.9	4	7/8"	6	8.3	16	-
	248	15.9	4	7/8"	-	-	-	-
3	248	15.9	4	1"	6	8.3	16	-
	248	15.9	4	1"	-	-	-	-
4	324	15.9	4	1.125"	6	8.3	16	-
	324	15.9	4	1.125"	-	-	-	-
5	324	22.2	4	1.125"	-	-	-	-
	324	22.2	4	1.125"	9.5	9.4	16	-

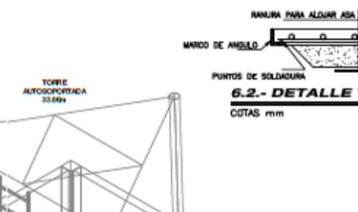
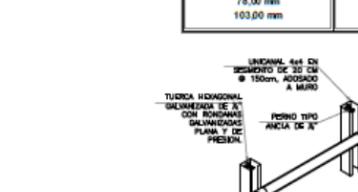
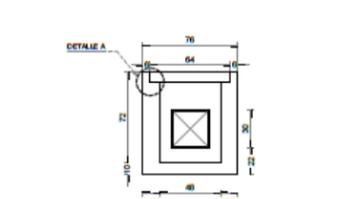
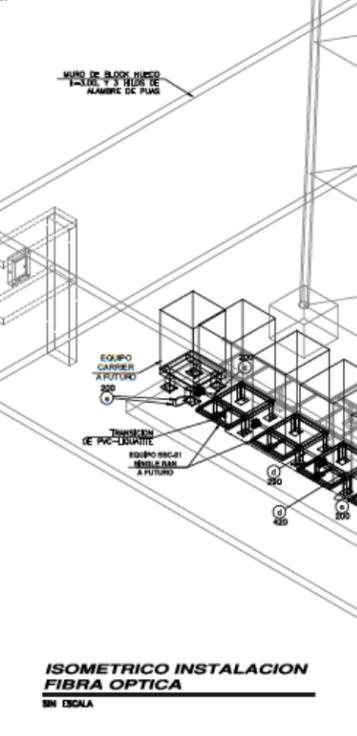
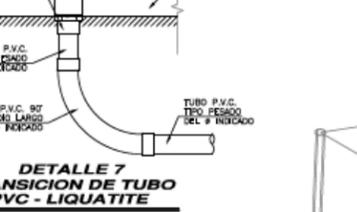
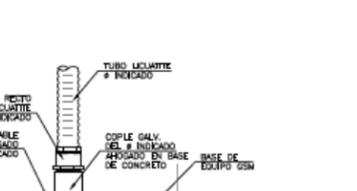
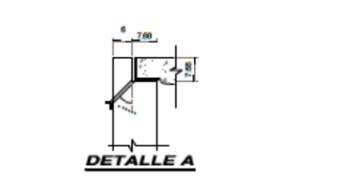
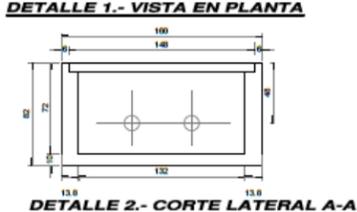
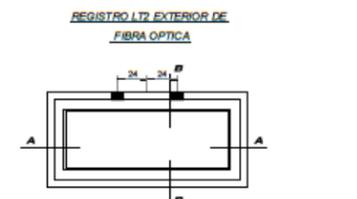
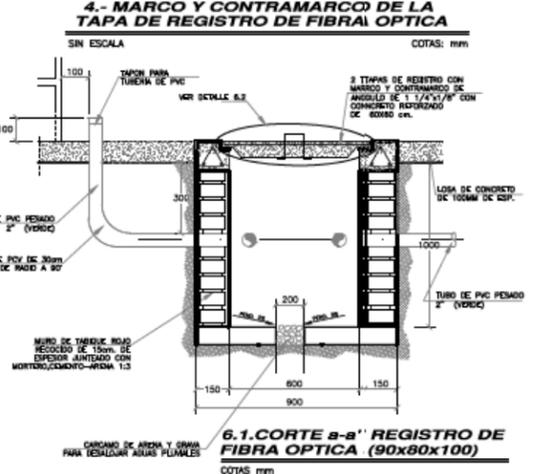
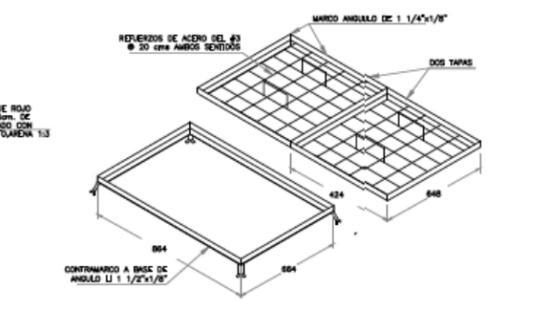
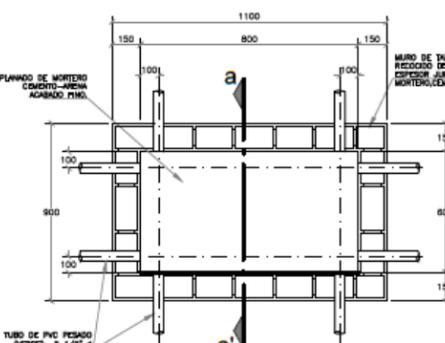
PERFILES DE TORRE

TRAMO	PIERNAS DC				CELOSIA			
	LONGITUD (m)	Ø EXTERIOR (mm)	Ø NOMINAL (mm)	ESPESOR (mm)	PRINCIPAL	SECUNDARIA	SECUNDARIA INTERIOR	DIAGONAL
1 Gr. 33	3.00	278	2 1/2"	40	DIAGONAL 17 x 1 1/2"	DIAGONAL 18	NA	NA
					DIAGONAL 17 x 1 1/2"	DIAGONAL 18	NA	NA
2 Gr. 33	6.00	278	2 1/2"	40	DIAGONAL 17 x 1 1/2"	DIAGONAL 18	NA	NA
					DIAGONAL 17 x 1 1/2"	DIAGONAL 18	NA	NA
3 Gr. 33	6.00	312	3"	40	DIAGONAL 17 x 1 1/2"	DIAGONAL 18	NA	NA
					DIAGONAL 17 x 1 1/2"	DIAGONAL 18	NA	NA
4 Gr. 33	6.00	412	4"	40	DIAGONAL 17 x 1 1/2"	DIAGONAL 18	NA	NA
					DIAGONAL 17 x 1 1/2"	DIAGONAL 18	NA	NA
5 Gr. 33	6.00	412	4"	40	DIAGONAL 17 x 1 1/2"	DIAGONAL 18	NA	NA
					DIAGONAL 17 x 1 1/2"	DIAGONAL 18	NA	NA
6 Gr. 42	6.00	598.6	5"	40	DIAGONAL 17 x 1 1/2"	DIAGONAL 18	NA	NA
					DIAGONAL 17 x 1 1/2"	DIAGONAL 18	NA	NA

CORRECCIONES	FECHA	telesites	
		PROYECTO: H-142 14180 / H-114 141900 / H-142 142 100 CERILLERA LA CENTRAL / CERILLERA LA CENTRAL U1 000 UBICACION: Carretera Jordano Tula Km. 24.5 (a un costado de las instalaciones de Cerillera La Central) / D.N. Calles Atilahuala C.P. 42070, Mpio. Atlix, Puebla, México. PLANO: ESTRUCTURAL DETALLES ESTRUCTURALES APROBADO: ING. CARLOS CATARDEA INGENIERO: ING. JUAN CARLOS SORA ROSAS	
		INGENIERO: ING. MARTIN GONZALEZ Z. INGENIERO: ING. JUAN CARLOS SORA ROSAS	CLAVE: E-04 FECHA: 21.08.15 ESTADO: INDICADA SERVICIO: ADE



PLANTA INSTALACION FIBRA OPTICA
ESCALA 1:50



NOTAS GENERALES

- LA TUBERIA DE P.V.C. SERA DE 2 PULGADAS DE DIAMETRO
- LA TUBERIA DE P.G.O. SERA DE 2 PULGADAS DE DIAMETRO

NOMENCLATURA

N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO	N.C.	REGISTRO ELECTRICO
N.A.	NIVEL DE AZOTEA	N.C.	NIVEL DE CALLE
N.B.	NIVEL BANQUETA	N.E.	NIVEL DE EXCAVACION
N.T.N.	NIVEL DE TERRENO NATURAL	N.S.A.P.	NIVEL SUPERIOR ALAMBRE DE PÓAS
N.T.M.	NIVEL TOPE DE MASTIL	N.T.M.C.	NIVEL TOPE DE MALLA CIGOLONA
N.T.T.	NIVEL TOPE DE TORRE	N.T.M.E.	NIVEL TOPE DE MURO EXISTENTE
N.S.R.G.	NIVEL SUPERIOR RELLENO DE GRASA	N.T.M.T.	NIVEL TOPE DE MURO DE TABIQUE
N.C.G.O.	NIVEL CANA GUA DE CRISA	N.T.M.B.	NIVEL TOPE DE MURO DE BLOCK
N.D.Z.	NIVEL DESPLANTE DE ZAPATA	N.L.B.L.	NIVEL LECHO BAJO DE LOSA
N.P.C.	NIVEL PISO DEL CONTEDOR	L.F.	LONGITUD DE FEEDERS
N.T.C.	NIVEL TOPE DE CONCRETO		
N.C.R.A.	NIVEL CENTRO RADICION ANTENAS		
N.S.C.	NIVEL SUPERIOR CONTEDOR		
N.P.	NIVEL DE PARETE		
N.G.	NIVEL DE GUARNICION		
N.I.P.	NIVEL INTERIOR DE PLATAFORMA		
N.T.A.	NIVEL TOPE DE ACERO		
N.R.E.	NIVEL DE REGISTRO ELECTRICO		

CEDULAS DE CABLEADO

1	TUBERIA DE MURA A REGISTRO DE F.O. 1-3mm PVC GUADA	2	TUBERIA DE REG. DE F.O. A CARRER 1-3mm PVC GUADA	3	TUBERIA DE REG. DE F.O. A CARRER 1-3mm PVC GUADA
4	TUBERIA DE CARRER A EQUIPO CORRESPONDIENTE 1-3mm PVC GUADA	5	TUBERIA DE CARRER A EQUIPO CORRESPONDIENTE 1-3mm PVC GUADA		

SIMBOLOGIA

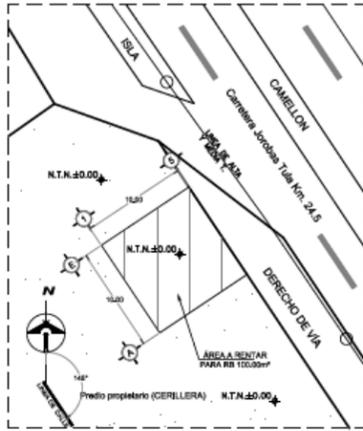
	APAGADOR
	REFLECTOR 300w, 127v
	TERRA FIBRA CORRIENTE ALTERNA
	TERRA FIBRA ALIADA
	PARED GRUESA GALVANIZADA
	PASO POR MURO
	PASO POR LOSA
	TUBERIA OCULTA
	TUBERIA APARENTE
	TUBERIA FIBRA OPTICA
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	EQUIPO DE MEDICION
	ADMETRIA ELECTRICA

CROQUIS DE LOCALIZACION

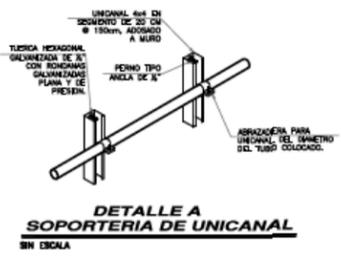
UBICACION:
 Carretera Jorobas Tula Km. 24.5 (a un costado de las instalaciones de Cerillera La Central) S/N, Colonia Adhucal, C.P. 42970, Mpio. Atlixcoatlán, Estado de Hidalgo.
 COORDENADAS:
 Latitud: 20° 01' 41.41"
 Longitud: 98° 15' 5.84"

CORRECCIONES	FECHA	Intelsat	
		Intelsat	
PROYECTO: H14211850 / H142411900 / H142112100 CERILLERA LA CENTRAL / CERILLERA LA CENTRAL U1900		UBICACION: Carretera Jorobas Tula Km. 24.5 (a un costado de las instalaciones de Cerillera La Central) S/N, Colonia Adhucal, C.P. 42970, Mpio. Atlixcoatlán, Estado de Hidalgo.	
PLANO: EJECTIVO INSTALACION FIBRA OPTICA PLANTA, ISOMETRICO Y DETALLES		CLAVE: FO-01	
DISEÑO: ING. CARLOS CASTAÑEDA M.	DISEÑO: ING. MARTIN GONZALES S.	DISEÑO: ING. ROSANGELA BURGOS M.	DISEÑO: E. Apodaca J.

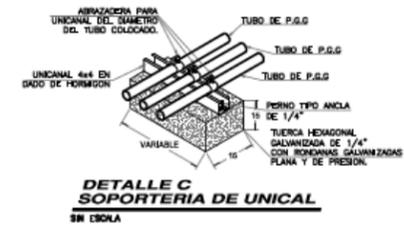
83



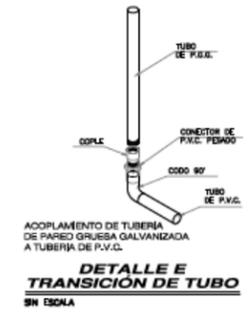
PLANTA ESTADO ACTUAL Y REPORTE FOTOGRAFICO



DETALLE A SOPORTERIA DE UNICANAL SIN ESCALA



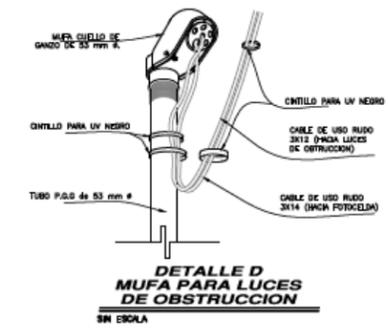
DETALLE C SOPORTERIA DE UNICAL SIN ESCALA



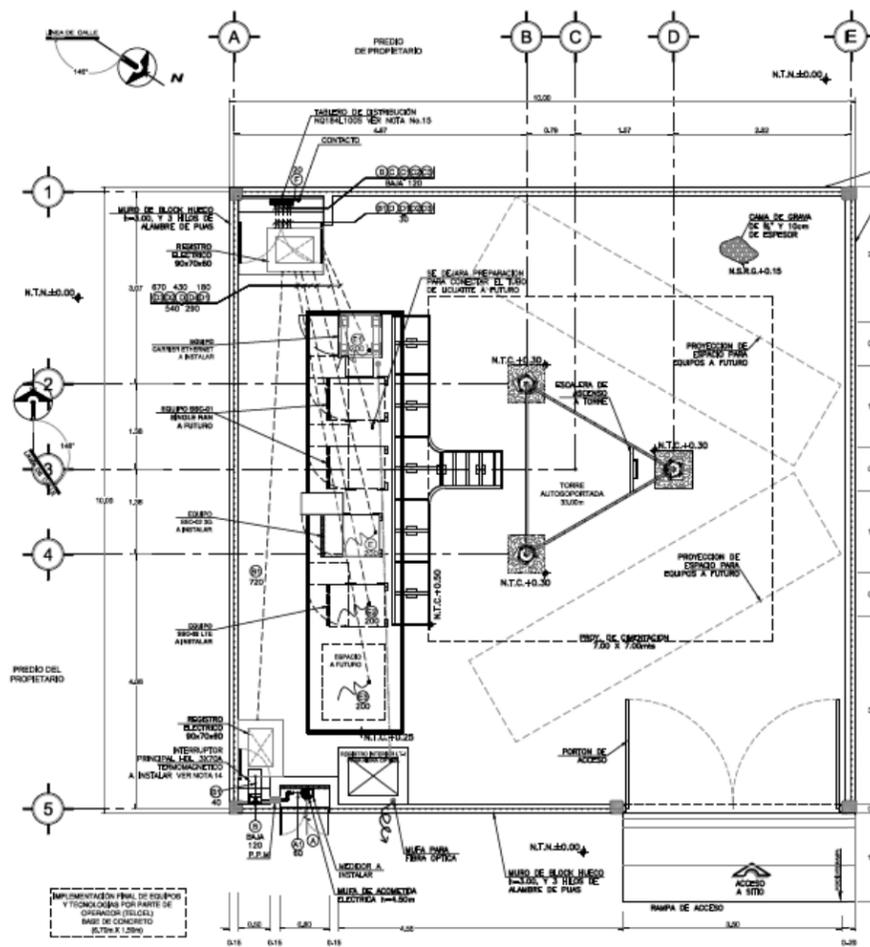
DETALLE E TRANSICION DE TUBO SIN ESCALA

-El tablero, el alimentador e interruptor principal están proyectados para soportar la carga de los equipos Carrier, 3G, LTE y Equipo Futuro. Para la instalación del SINGLE RAN se considera la migración de la(s) tecnología de un(os) equipo(s) mencionados anteriormente. El cableado y conexión de este equipo será responsabilidad del operador.

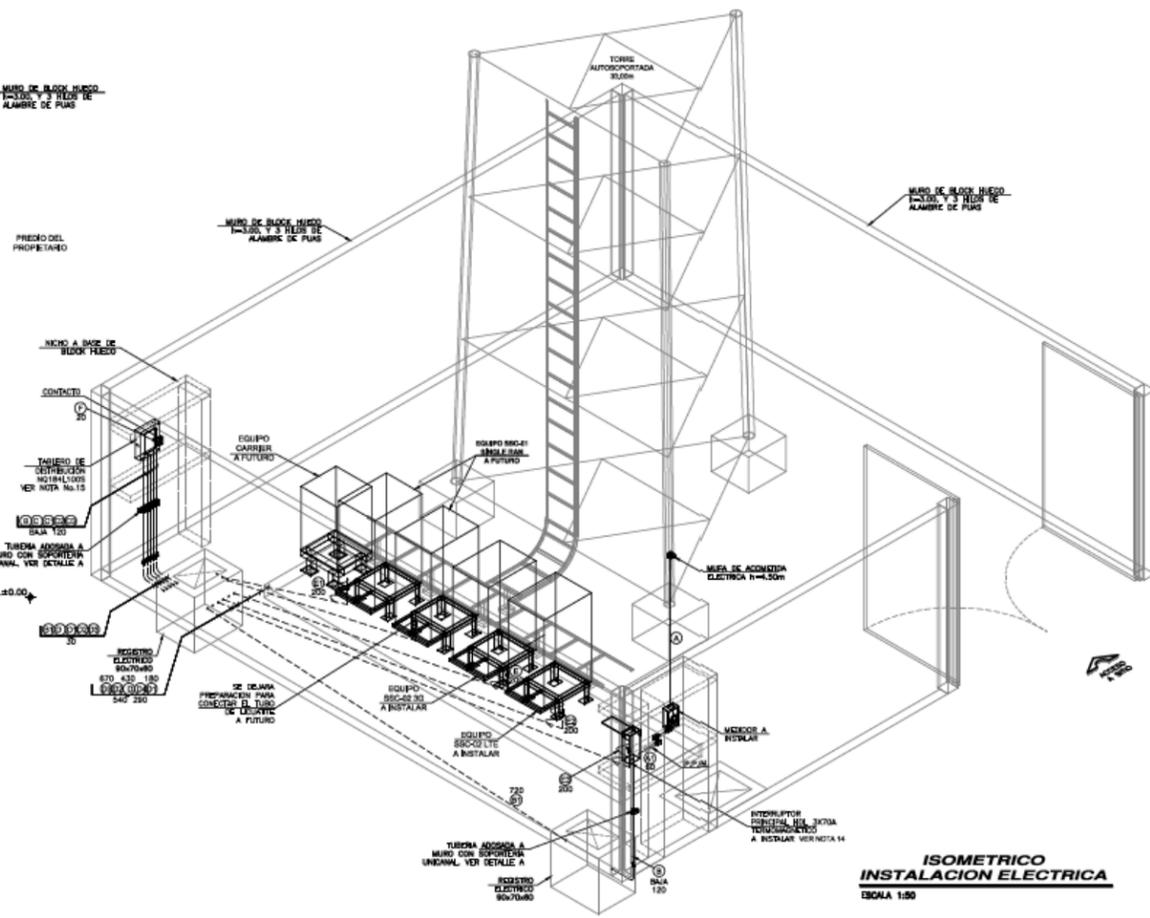
DIAMETRO DE TUBERIAS	
MILIMETROS	PULGADAS
16,00 mm	1/2 pulgada
21,00 mm	3/4 pulgada
27,00 mm	1 pulgada
38,00 mm	1 1/4 pulgada
41,00 mm	1 1/2 pulgada
53,00 mm	2 pulgadas
63,00 mm	2 1/2 pulgadas
78,00 mm	3 pulgadas
103,00 mm	4 pulgadas



DETALLE D MUFA PARA LUCES DE OBSTRUCCION SIN ESCALA



PLANTA INSTALACION ELECTRICA
ESCALA 1:50



ISOMETRICO INSTALACION ELECTRICA
ESCALA 1:50

NOTAS GENERALES

- 1.- ACOMETIDA ELECTRICA TRIFASICA 220/127 VOLTS, 3 FASES, 4 HILOS, 60 HZ. 16 KW
- 2.- NO SE PERMITEN DIPALMES EN ALIMENTADORES PRINCIPALES.
- 3.- TODOS LOS CONDUITS DEBERAN SER SERIE 7 Y LLEVAR SU EMPAQUE DE NEOPRENO.
- 4.- EL CONDUCTOR NEUTRO DE LA ACOMETIDA SE DEBE CONECTAR A TIERRA A LA ENTRADA DEL SERVICIO AL SISTEMA DE TIERRAS.
- 5.- LOS CONDUCTORES DE CAL. 6 Y MENORES DEBERAN INSTALARSE CON AISLAMIENTO DE ACUERDO AL SIGUIENTE CODIGO DE COLORES:
FASE: AISLAMIENTO COLOR NEGRO
NEUTRO: AISLAMIENTO COLOR BLANCO
TIERRA FISICA: AISLAMIENTO COLOR VERDE
TIERRA FISICA DE CORRIENTE ALTERNIA: AISLAMIENTO COLOR VERDE
- 6.- LA CANALIZACION PARA LOS CABLES PRINCIPALES DESDE EL INTERRUPTOR GENERAL HDL 36070 HASTA EL TABLERO NQ184L100S SERA TUBO CONDUIT PGG SOBRE EL MURO.
- 7.- APLICAR PINTURA AZUL HOLLANDES CON BASE PRIMARIA TIPO CROMATO OXIDO DE ZINC PARA T-53mm PGG DE ALIMENTACION ELECTRICA, T-27mm PGG PARA ALIMENTACION DE GSM, T-16mm PARA ALIMENTAR REFLECTORES.
- 8.- TODAS LAS COTAS Y NIVELES DEBERAN SER RECIFICADOS EN OBRA POR EL CONTRATISTA.
- 9.- CUALQUIER DISCREPANCIA DEBERA CONSULTARSE CON EL SUPERVISOR DE OBRA POR PARTE DE TCECEL.
- 10.- EL ACABADO DEL INMUEBLE SE RESTAURARA AL ORIGINAL AL TERMINAR LA OBRA.
- 11.- ESTE PROYECTO SE DEBE REGIR POR LA NORMA EN VIGOR NOM-001-SEDE-2012 PARA INSTALACIONES ELECTRICAS.
- 12.- LOS ALIMENTADORES PRINCIPALES DEBERAN SER DE UNA SOLA PIEZA SIN DIPALMES Y DEBERAN SER MARCADOS EN SUS EXTREMOS CON PINTURA ESMALTE ACRILOCO (MINIMO 10 cm) DE ACUERDO AL CODIGO DE COLORES Y SECUENCIA POSITIVA DE FASES:
FASE A: COLOR NEGRO
FASE B: COLOR ROJO
FASE C: COLOR AZUL
TIERRA FISICA: COLOR VERDE
NEUTRO: COLOR BLANCO
- 13.- SE REALIZARA CONTRATO DE ENERGIA ELECTRICA DE 20 KW AL INICIO DEL PROYECTO.
- 14.- EL INTERRUPTOR DE 3 X 70 AMP. ES EL INTERRUPTOR INICIAL EL CUAL DEBERA SUSTITUIRSE POR UNO DE 3 X 100 AMP. AL INSTALAR EL EQUIPO 4
- 15.- TABLERO NQ184L100S
MASA ND418L1C
GABINETE DE CAJA MH29M
TAPA FRONTAL NC255
- 16.- SE INSTALARA LUCES DE OBSTRUCCION CON CELDAS SOLARES POR LO QUE NO SE INSTALARA CONTROLADOR DE LUCES NI ALARMAS. LA ILUMINACION DE LA RADIOBASE ESTARA A CARGO DEL OPERADOR.

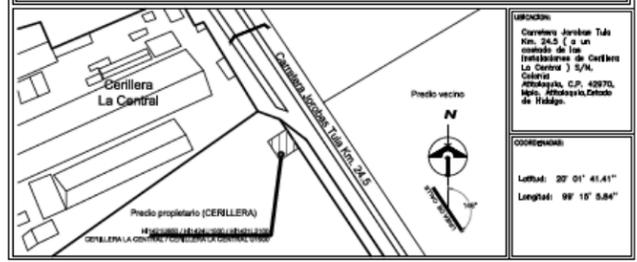
CEDULAS DE CABLEADO

① ACOMETIDA T-53mm # PGG VACA	② ALM. SSC-02 30 F: 2-8 THW-LS N: 1-8 THW-LS TPOA: 1-10d AWG T-27mm# PGG	③ ALM. SSC-02 30 F: 2-8 THW-LS N: 1-8 THW-LS TPOA: 1-10d AWG T-27mm# PGG	④ ALM. SSC-02 30 F: 2-8 THW-LS N: 1-8 THW-LS TPOA: 1-10d AWG T-27mm# PGG
⑤ ALM. PRINCIPAL F: 2-8 THW-LS N: 1-8 THW-LS TPOA: 1-10d AWG T-27mm# PGG	⑥ ALM. CARRIER F: 2-8 THW-LS N: 1-8 THW-LS TPOA: 1-10d AWG T-27mm# PGG	⑦ ALM. CARRIER F: 2-8 THW-LS N: 1-8 THW-LS TPOA: 1-10d AWG T-27mm# PGG	⑧ ALM. CARRIER F: 2-8 THW-LS N: 1-8 THW-LS TPOA: 1-10d AWG T-27mm# PGG
⑨ ALM. PRINCIPAL F: 2-8 THW-LS N: 1-8 THW-LS TPOA: 1-10d AWG T-27mm# PGG	⑩ ALM. SSC-02 LTE F: 2-8 THW-LS N: 1-8 THW-LS TPOA: 1-10d AWG T-27mm# PGG	⑪ ALM. SSC-02 LTE F: 2-8 THW-LS N: 1-8 THW-LS TPOA: 1-10d AWG T-27mm# PGG	⑫ ALM. SSC-02 LTE F: 2-8 THW-LS N: 1-8 THW-LS TPOA: 1-10d AWG T-27mm# PGG
⑬ ALM. PRINCIPAL F: 2-8 THW-LS N: 1-8 THW-LS TPOA: 1-10d AWG T-27mm# PGG	⑭ ALM. EQUIPO 4 FUTURO (GUADA) T-27mm# PGG	⑮ ALM. EQUIPO 4 FUTURO (GUADA) T-27mm# PGG	⑯ ALM. EQUIPO 4 FUTURO (GUADA) T-27mm# PGG
	⑰ ALM. SINGLE RAN FUTURO (GUADA) T-27mm# PGG	⑱ ALM. SINGLE RAN FUTURO (GUADA) T-27mm# PGG	⑲ CONTACTO F: 1-10 THW-LS N: 1-10 THW-LS TPOA: 1-10d AWG T-16mm# PGG

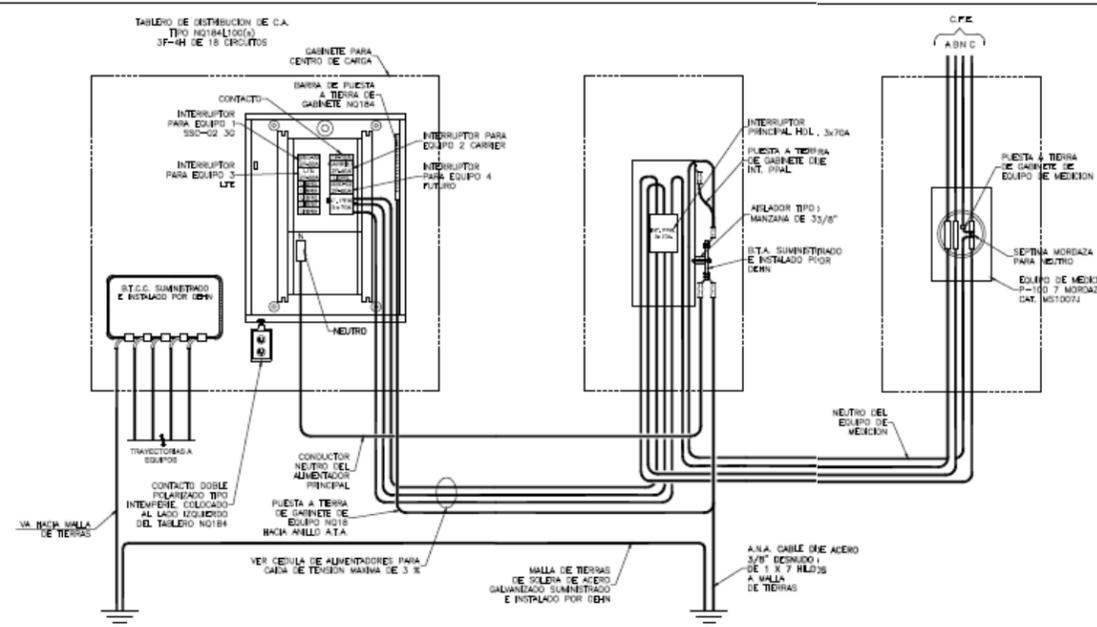
SIMBOLOGIA

SIMBOLOGIA	
APAGADOR	RELECTOR 300w, 127v
TPOA	TIERRA FISICA CORRIENTE ALTERNIA
TFA	TIERRA FISICA AISLADA
PGG	PARED GRUESA GALVANIZADA
PPM	PASO POR MURO
PPL	PASO POR LOSA
---	TUBERIA OCULTA
---	TUBERIA APARENTE
---	TUBERIA FIBRA OPTICA
---	TABLERO DE OBSTRUCCION
---	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
---	EQUIPO DE MEDICION
---	ACOMETIDA ELECTRICA 220/127, 27,3M

CROQUIS DE LOCALIZACION

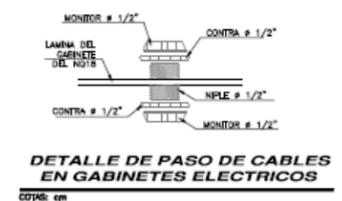


CORRECCIONES	FECHA	PROYECTO	PROYECTO
		H1421U850 / H1424U1900 / H1421L2100	CERILLERA LA CENTRAL / CERILLERA LA CENTRAL U1900
		Cerillera Jorobas Tula Km. 24.5 (a un costado de las instalaciones de Cerillera La Central) S.A. Celular Atlixotzuc, C.P. 42070, Méx. Atlixotzuc, Estado de Hidalgo.	
		PLANO	ELECTIVO
		INSTALACION ELECTRICA PLANTA, ISOMETRICO Y DETALLES	
		PROYECTO	ING. CARLOS CASTAÑEDA M.
		PROYECTO	ING. MARTIN GONZALEZ S.
		PROYECTO	ING. ROSANGELA BURGOS M.
		FECHA	02/09/15
		ESCALA	INDICADA
		PROYECTO	E. Apóstola J.

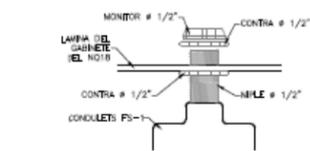


INSTALACION ELECTRICA PARA EQUIPOS OUTDOOR, ALIMENTADA POR LA CIA. SUMINISTRADORA
ESCALA 1:10

BARRA DE TIERRA DE NQ
ESCALA 1:2.5



DETALLE DE SUJECCION DE CONDULET FS-1 EN GABINETE DE CONTACTO TIPO INTEMPERIE
ESCALA 1:1.5



DIAMETRO DE TUBERIAS

MILIMETROS	PULGADAS
16.00 mm	1/2 pulgada
21.00 mm	3/4 pulgada
27.00 mm	1 pulgada
35.00 mm	1 1/4 pulgada
41.00 mm	1 1/2 pulgada
53.00 mm	2 pulgadas
63.00 mm	2 1/2 pulgadas
78.00 mm	3 pulgadas
103.00 mm	4 pulgadas

El tablero, el alimentador e interruptor principal están proyectados para soportar la carga de los equipos Carrier, 3G, LTE y Equipo Futuro. Para la instalación del SINGLE RAN se considera la migración de la(s) tecnología(s) de un(s) equipo(s) mencionados anteriormente. El cableado y conexión de este equipo será responsabilidad del operador.

NOTAS GENERALES

- ACOMETIDA ELECTRICA TRIFASICA 220/127 VOLTS, 3 FASES, 4 HILOS, 60 HZ, 16 KW
- NO SE PERMITEN EMPALMES EN ALIMENTADORES PRINCIPALES.
- TODO LOS CONDULET DEBERIAN SER SERIE 7 Y LLEVAR SU EMPALME DE NEUTRO.
- EL CONDUCTOR NEUTRO DE LA ACOMETIDA SE DEBE CONECTAR A TIERRA A LA ENTRADA DEL SERVIDOR AL SISTEMA DE TIERRAS.
- LOS CONDUCTORES DE CAL. 6 Y MENORES DEBERIAN INSTALARSE CON ARLAMENTO DE ACUERDO AL SIGUIENTE CODIGO DE COLORES:
FASE: ARLAMENTO COLOR NEGRO
NEUTRO: ARLAMENTO COLOR BLANCO
TIERRA FISICA: ARLAMENTO COLOR VERDE
- LA CANALIZACION PARA LOS CABLES PRINCIPALES DEBE EL INTERRUPTOR GENERAL N°11 38070 HASTA EL TABLERO NQ184100(S) SIEMPRE TUBO CONDUIT PEG SORME EL MURO.
- ARLAMENTAR PINTURA AZUL HILANDES CON BASE PRIMARIA TIPO CROMATO OXIDO DE ZINC PARA T-53mm PEG DE ALIMENTACION ELECTRICA T-27mm PEG PARA ALIMENTACION DE GSM, T-16mm PARA ALIMENTAR REFLECTORES.
- TODAS LAS COTAS Y NIVELES DEBERIAN SER REDIMENSIONADOS EN OBRA POR EL CONTRATISTA.
- CUALQUIER DISCREPANCIA DEBE CONSULTARSE CON EL SUPERVISOR DE OBRA POR PARTE DE TERCER.
- EL ACABADO DEL INMUEBLE SE RESTAURARA AL ORDEN AL TERMINAR LA OBRA.
- ESTE PROYECTO SE DEBE REGIR POR LA NORMA EN VIGOR NOM-001-SEDE-2012 PARA INSTALACIONES ELECTRICAS.
- LOS ALIMENTADORES PRINCIPALES DEBERIAN SER DE UNA SOLA PIEZA SIN EMPALMES Y DEBERIAN SER MARCADOS EN SUS EXTREMOS CON PINTURA ESMALTE ADHESIVO (MINIMO 10 cm) DE ACUERDO AL CODIGO DE COLORES Y SECUENCIA POSITIVA DE FASES:
FASE A: COLOR NEGRO
FASE B: COLOR ROJO
FASE C: COLOR AZUL
TIERRA FISICA: COLOR VERDE
NEUTRO: COLOR BLANCO
- SE REALIZARA CONTRATO DE ENERGIA ELECTRICA DE 20 KW AL INICIO DEL PROYECTO.
- EL INTERRUPTOR DE 3 X 70 AMP. ES EL INTERRUPTOR INICIAL EL CUAL DEBERIA SUSTITUIRSE POR UNO DE 3 X 100 AMP. AL INSTALAR EL EQUIPO 4.
- TABLERO NQ184100(S)
N°41811C MASA
N°2255 GABINETE DE CAJA
N°2255 TAPA FRONTAL
- SE INSTALARA LUCES DE OBSTRUCCION CON CELDAS SOLARES POR LO QUE NO SE INSTALARA CONTROLADOR DE LUCES NI ALARMA. LA ILUMINACION DE LA RADIOBASE ESTARA A CARGO DEL OPERADOR.

CEDULAS DE CABLEADO

ACOMETIDA	ALM. SSC-02 3G	ALM. SSC-02 3G	ALM. SSC-02 3G
1. 2x50 A PEG VACA			
2. 1x15 A	2. 1x15 A	2. 1x15 A	2. 1x15 A
3. 2x40 A	3. 2x40 A	3. 2x40 A	3. 2x40 A
4. 2x40 A	4. 2x40 A	4. 2x40 A	4. 2x40 A
5. LIBRE	5. LIBRE	5. LIBRE	5. LIBRE
6. LIBRE	6. LIBRE	6. LIBRE	6. LIBRE
7. LIBRE	7. LIBRE	7. LIBRE	7. LIBRE
8. LIBRE	8. LIBRE	8. LIBRE	8. LIBRE
9. LIBRE	9. LIBRE	9. LIBRE	9. LIBRE
10. LIBRE	10. LIBRE	10. LIBRE	10. LIBRE
11. INT. PPAL	11. INT. PPAL	11. INT. PPAL	11. INT. PPAL
12. LIBRE	12. LIBRE	12. LIBRE	12. LIBRE
13. LIBRE	13. LIBRE	13. LIBRE	13. LIBRE
14. INT. PPAL	14. INT. PPAL	14. INT. PPAL	14. INT. PPAL
15. LIBRE	15. LIBRE	15. LIBRE	15. LIBRE
16. LIBRE	16. LIBRE	16. LIBRE	16. LIBRE
17. LIBRE	17. LIBRE	17. LIBRE	17. LIBRE
18. LIBRE	18. LIBRE	18. LIBRE	18. LIBRE

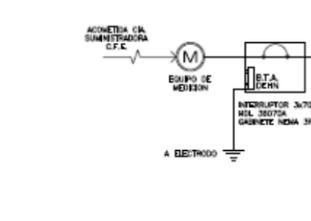


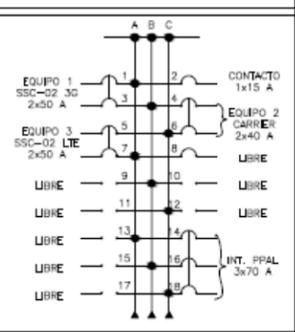
DIAGRAMA UNIFILAR INICIAL TABLERO DE DISTRIBUCION NQ18-4L100(S)

TABLERO DE DISTRIBUCION NQ18-4L100(S) DE CA-220-120 VOLTS, 3 FASES 4 HILOS 18 CIRCUITOS

Ckt. No.	CAP. INT.	SSC-02 3G 5001 W	CARRIER 5830 W	SSC-02 LTE 5001 W	Equipos 5001 W	Factor de Demanda	CARGA INSTALADA EN WATTS	FASES	A	B	C
1	2 x 50 A	1				0.9	7200.9		3600		
2	1 x 15 A					0.5	90		90		
3	2 x 40 A		1			0.9	5247		2623		
4	2 x 40 A			1		0.9	7200.9		3600		
5	LIBRE										
6	LIBRE										
7	LIBRE										
8	LIBRE										
9	LIBRE										
10	LIBRE										
11	LIBRE										
12	LIBRE										
13	LIBRE										
14	LIBRE										
15	INT. PPAL										
16	LIBRE										
17	LIBRE										
18	LIBRE										
TOTALES		1	1	1	1		22012W		19736	7290	6223

CUADRO DE CARGAS INICIAL NQ18-4L100(S)

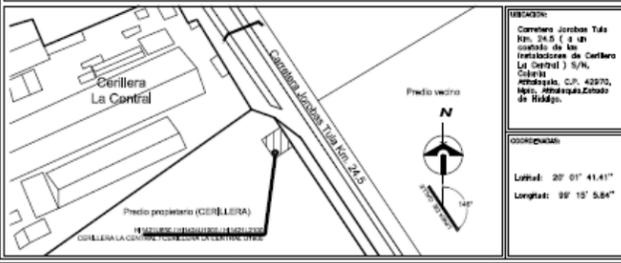
DIAGRAMA DE CONEXIONES INICIAL



SIMBOLOGIA

Simbolo	Descripción	Simbolo	Descripción
⊕	AFANADOR	⊕	CONDUCTOR DE C.A.
⊖	REFLECTOR 300w, 120v	⊖	TIERRA FISICA
⊕	TIERRA FISICA CORRIENTE ALTERNIA	⊖	NEUTRO
⊖	TIERRA FISICA ALIADA	⊕	FASE A
⊕	PARED GRUESA GALVANIZADA	⊖	FASE B
⊖	PASO POR MURO	⊕	FASE C
⊕	ATUL	⊖	FASE 0
⊖	PASO POR LOSA	⊕	ADIVERTADOR PRINCIPAL NQ184100
⊕	TUBERIA COULTA	⊖	CABLEADO
⊖	TUBERIA APARENTE	⊕	LONGITUD
⊕	TUBERIA FIBRA OPTICA	⊖	PI. 1-2
⊖	TABLERO DE DISTRIBUCION	⊕	PI. 1-2
⊕	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO	⊖	PI. 1-2
⊖	EQUIPO DE MEDICION	⊕	N. 1-2
⊕	ACOMETIDA ELECTRICA 220/127, 2F,3H	⊖	TRCA 1-60
		⊕	T. 2000mm

CROQUIS DE LOCALIZACION



CORRECCIONES	FECHA	PROYECTO	CLIENTE
		HI 4210850 / HI 424U1900 / HI 421L2100 CENITERRA LA CENTRAL / CENITERRA LA CENTRAL U1900	
		UBICACION: Carretera Jordon Tala Km. 24.5 (8 km) al noreste de las instalaciones de Céniterra La Central) S/N, Colima, Jalisco, México, C.P. 42270, Mpio. Amacuzac, Estado de Jalisco.	
		COORDENADAS: Latitud: 20° 01' 41.41" Longitud: 105° 15' 5.84"	
		PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA PLANTA, ISOMETRICO Y DETALLES	
		PROYECTISTA: ING. CARLOS CASTAÑEDA M.	
		PROYECTISTA: ING. MARTIN GONZALEZ S.	
		PROYECTISTA: ING. ROSANGELA BURGOS M.	
		FECHA: 02/09/15	
		ESCALA: INDICADA	
		OTRO: rmb	
		OTRO: E. Apedroca J.	

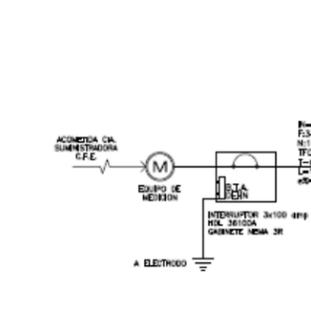


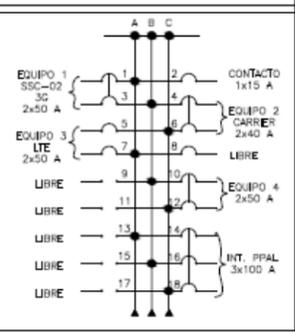
DIAGRAMA UNIFILAR FINAL TABLERO DE DISTRIBUCION NQ18-4L100(S)

TABLERO DE DISTRIBUCION NQ18-4L100(S) DE CA-220-120 VOLTS, 3 FASES 4 HILOS 18 CIRCUITOS

Ckt. No.	CAP. INT.	SSC-02 3G 5001 W	CARRIER 5830 W	SSC-02 LTE 5001 W	Equipos 5001 W	Factor de Demanda	CARGA INSTALADA EN WATTS	FASES	A	B	C
1	2 x 50 A	1				0.9	7200.9		3600		
2	1 x 15 A					0.5	90		90		
3	2 x 40 A		1			0.9	5247		2623		
4	2 x 40 A			1		0.9	7200.9		3600		
5	2 x 50 A				1	0.9	7200.9		3600		
6	LIBRE										
7	LIBRE										
8	LIBRE										
9	LIBRE										
10	2 x 50 A				1	0.9	7200.9		3600		
11	LIBRE										
12	LIBRE										
13	LIBRE										
14	LIBRE										
15	LIBRE										
16	INT. PPAL										
17	LIBRE										
18	LIBRE										
TOTALES		1	1	1	1		30013W		26936	9913	8824

CUADRO DE CARGAS FINAL NQ18-4L100(S)

DIAGRAMA DE CONEXIONES FINAL



Glosario

Aeródromo: Área definida de tierra o de agua (que incluye todas sus edificaciones, instalaciones y equipos) destinada total o parcialmente a la llegada, salida y movimiento en superficie de aeronaves.

Antena de Radiofrecuencia (RF): antenas que operan con energía electromagnética que se encuentra entre ondas de radio, cuando más cerca este el usuario mayor será la exposición a la energía de la radiofrecuencia. Las antenas se colocan en las torres de transmisión para ser enfocadas hacia el lugar objetivo. Las tecnologías son variables, como por ejemplo GSM, 2G, 3G, 4G, 5G...

BBS: banco de baterías, es un gabinete donde se colocan las baterías donde llega la energía y la adecua a las requisiciones del equipo RBS.

BTCC: Barra de Tierras del Centro de Carga, se constituye por un anillo aterrizado, a partir del cual se despliegan las tierras a los equipos.

BTI: Barra de Tierras Interna, se ubica en el gabinete para el Carrier o para la RBS, y se conecta con la BTCC.

Concertina: es un alambre de púas o de navajas que en forma de espiral se coloca generalmente sobre mallas ciclónicas o bardas como obstáculo que brinda seguridad.

Cama Guía de Onda (CGO): Es la cama guía para colocar el cableado (feeders), puede ser de acero galvanizado o bien de aluminio, se coloca de los equipos en piso a las antenas.

Cinchos metálicos, utilizados para la sujeción de cableado, son cintas metálicas que abrazan al cable con la pierna.

Feeder: del inglés "alimentador", son los cables alimentadores o intercambiadores de frecuencias entre las antenas y los gabinetes en piso.

Fibra Óptica (F.O.): se refiere al cable usado para la transmisión información mediante señales luminosas en vidrio o materiales plásticos, la fibra es más rápida que las transmisiones mediante materiales de cables metálicos.

Gabinete Himel: Son gabinetes de acero inoxidable, los cuales consisten en cajas con puerta (s) y en algunos casos llave de seguridad, dichas cajas son impermeables por lo que se usan comúnmente como registros de líneas de cableado. En inicio la marca Himel inició con la fabricación de estos gabinetes, por ello se conocen como gabinete Himel aunque en la actualidad otras marcas los fabriquen.

Microonda (MW): antena de transmisión puntual, mediante la cual se transmiten señales de MW a MW, son el medio de enlace y envío de información; hacen la función de la fibra óptica, solo que más lenta ya que trabajan utilizando el aire como medio de transporte.

NAF: Nivel de agua freáticas, es el nivel de agua donde la presión de ella es igual a la de la atmosfera, es el nivel al cual se encuentra el agua.

NAME: Nivel de Aguas Máximo Extraordinario, es el nivel máximo registrado al cual puede llegar el agua de un cauce o una zona.

Operador: en este trabajo se entiende por las empresas usuarias de la infraestructura de la estación base, como en México algunas de las empresas operadoras actuales son Telcel, AT&T (Iusacell), Telefónica (Movistar), Virgin, etc.

Pluma: estructura metálica de armadura, la cual sirve como puntal que se va desplazando desde el pie de torre hasta la cúspide, sirviendo como sostén para ir subiendo tramos y accesorios de la torre en su proceso de montaje, en la punta de la pluma se instala una polea que servirá para la operación. La pluma es una herramienta que se va recorriendo hacia arriba conforme se va avanzando en el montaje.

Punto de referencia del aeródromo: estará situado cerca del centro geométrico inicial o planeado del aeródromo y permanecerá normalmente donde se haya determinado en primer lugar.

Paleta de anclaje: nombre con el que se conoce a la pieza metálica que une el dado con las retenidas, generalmente cada paleta tiene mínimo 4 orificios para sujetar las retenidas.



Radiobase (RB, Estación Base): estación repetidora de comunicación celular, es el mediador celular entre la central celular y la terminal celular móvil. Estación de transmisión y recepción situada en un lugar fijo, compuesta de una o más antenas de recepción/transmisión, una antena de microondas o Fibra Óptica, y un conjunto de circuitos electrónicos.

RBS: Radiobase Station, es uno de los equipos elementales para la recepción y conexión de las señales captadas, es el gabinete en el que se decodifica la información recabada por las antenas y direcciona a los canales correctos para la conexión.

Redes 2G (GPRS, EDGE) son a las que se conecta tu teléfono cuando estás en lugares más alejados tales como zonas rurales o de montaña. Con las redes 2G la velocidad es menor y por lo general la voz tiene preferencia sobre los datos, no pudiendo funcionar estos dos servicios a la vez. Es la Generación 2 (2G), que se implementó después de la tecnología TDMA, la cual opera de 850MHz a 1900MHz por lo cual su onda se propaga más lejos.

Redes 3G (HSPA, UMTS) son las de tercera generación (3G). La principal diferencia entre la red 3G y la 2G es que la 3G ofrece una mayor velocidad de navegación; además, con redes 3G en tu teléfono o tablet pueden funcionar al mismo tiempo los servicios de voz y datos. Trabaja de 850MHz a 1900MHz, pero se introduce la F.O. lo cual hace más rápido el intercambio de información.

Redes 4G (LTE, Long Term Evolution) representan la cuarta generación de tecnologías de telefonía móvil (4G). Estas redes representan el siguiente paso al 3G actual. Con ellas la red de datos mejora en calidad y velocidad, permitiendo velocidades de hasta 75 Mbps de bajada (descarga) y 25 Mbps de subida. Trabaja con frecuencias de 850Mhz a 2100MHz, lo cual permite radiar cruzando obstáculos.