ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE TORRES DE TELEFONÍA CELULAR

Andrade Potosí Juan Carlos

Escuela Politécnica del Ejército

Introducción.- El servicio de telefonía celular es uno de los más utilizados a la fecha en nuestro país y por lo mismo, es de gran importancia saber algunas partes que son necesarias al momento de ampliar la red de telefonía inalámbrica.
En este trabajo se hará mención de las partes esenciales con las que debe contar un sitio para teléfonos celulares, así como la función que desarrolla cada una de ellas. Se recurrirá a documentos que poseen información sobre los aspectos que deben tomarse en cuenta para la construcción de torres de telefonía, al reunir toda la información se indicará lo esencial y específico, para poder tener como punto final, las especificaciones que se llevarán a cabo.
Se darán a cabo las especificaciones para cada una de las partes que conforman un sitio de celda, pero el diseño de cada una de ellas será influenciado por el tipo de suelo en el que se construya el sitio.

1. SITIO DE CELDA PARA TELEFONÍA CELULAR

El sitio de celda para telefonía celular es el lugar en donde se reciben y envían las señales para la comunicación entre teléfonos celulares, esto por medio de una torre y aparatos especiales de telecomunicación que están dentro de la celda.

El sitio de celda debe tener como área mínima de terreno 10.00 x 20.00 metros debido a que las bases donde se soporta la torre están distanciadas 7.00 metros y se deja un espacio de 1.50 metros a cada lado para poder movilizarse, esto para el ancho del terreno. A lo largo del terreno queda distribuido un espacio de 11.50 metros los cuales se utilizan para colocar los equipos como el motor generador, tanque mensual y G.S.M. El área de 10.00 x 20.00 metros es la mínima pero es la indicada, ya que el factor determinante en un sitio de celda es el área que ocupara la torre.

2. ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN SITIO DE CELDA PARA TELEFONÍA CELULAR

Los elementos que conforman un sitio de celda para telefonía celular son:

2.1 Caseta de Transmisión de Datos para Teléfonos Celulares

La caseta de transmisión de datos es el área dentro del sitio de celda en donde se colocan los equipos que corren mayor peligro cuando el sitio está en operación, esto se utiliza en su mayoría para protegerse del agua. También se utiliza la caseta de transmisión para evitar el contacto directo con cualquier persona que pueda ingresar al sitio de celda, esta se circulará en su totalidad y solo habrá una puerta de acceso para ingresar a la caseta de transmisión.

2.2 Muro Perimetral del Sitio de Celda

El muro perimetral se construirá en la periferia del sitio de celda y su función primordial será la de evitar el acceso al sitio de celda, a diferencia de la caseta de transmisión de datos el muro perimetral contará con un portón más amplio para poder ingresar los equipos que darán funcionamiento a la señal entre los teléfonos celulares.

2.3 Base para G.S.M. (Sistema Global de Comunicación Móvil)

La base donde se colocará el equipo G.S.M. se hará de concreto reforzado y tendrá como función evitar que el equipo que brinda la señal G.S.M. tenga contacto con el agua, para lo cual se construirá a 0.15 metros sobre el nivel del suelo, esto se hace debido a que la señal para celulares que recibe o envía el aparato G.S.M. se hace defectuosa cuando se filtra agua dentro del equipo. Este equipo G.S.M. posee una cubierta antioxidante en toda la parte Superior.

2.3.1 Trazo para la base y Colocación de ductos para la base de G.S.M.

Trazo:
Se ubicará conforme a la ubicación de la torre, ya que las conexiones se harán lo más cercano posible para no recorrer distancias grandes de cableado.

Para el trazo se harán las dimensiones de 2.25x5.00 metros en el suelo, se utilizará cal hidratada.

Ductos:
Los ductos para la base de G.S.M. se harán de la siguiente manera:

- Colocación de un ducto Ø 2” para Energía.
- Colocación un ducto Ø 2” para cable de fibra óptica.
- Colocación de un ducto Ø 2” para aterrizaje del equipo, unido al sistema de tierras.

2.4 Motor Generador

El motor generador es un equipo el cual provee de energía al sitio cuando este tenga irregularidades con la alimentación principal; funciona con combustible diesel y su función principal es la de apoyar y regular el servicio de alimentación de energía de 220 voltios que se necesitan para tener en operación los aparatos internos del sitio. La base para el motor generador se hará de concreto reforzado y tendrá como función evitar que el equipo esté en contacto con el suelo. La base del motor generador se construirá a 0.15 metros sobre el nivel del suelo para evitar el contacto directo con el agua.

Figura 1 Base para el Motor Generador

2.5 El Tanque Para Combustible

El tanque mensual es un contenedor metálico en el cual se guarda combustible diesel, el cual tiene una duración de un mes calendario y su función principal es la de abastecer de combustible al motor generador y con esta alimentación eliminar cortes de energía dentro del sitio. La base para el tanque mensual se hará de concreto reforzado y tendrá como función evitar que el tanque mensual esté en contacto con el suelo, esto debido al peso que estará contenido en él. La base del tanque mensual se construirá a 0.15 metros sobre el nivel del suelo para evitar el contacto directo con el agua.

Figura 2. Base para el Tanque de Combustible

2.6 Sistema de Energía

El sistema de energía será el encargado de alimentar el sitio de celda de forma primaria. Dentro del sistema de energía podemos indicar que está constituido para el sitio de celda desde la columna de acometida eléctrica, la cual pasa por el contador de energía, luego al tablero de distribución de cargas y llegando a los puntos terminales que son los aparatos internos del sitio, iluminación o fuerza.

2.6.1 Código de colores

- Líneas vivas se diferenciará con cable color negro, azul o rojo.
- Línea neutra se diferenciará con cable color blanco.
- Línea puesta a tierra se diferenciará con cable color verde.

2.6.2 Cableado

- El calibre de los cables de alimentación de tablero principal que se encuentra en la columna de acometida al tablero de distribución debe ser awg # 2.
- La iluminación y tomacorrientes se alimentarán con cable awg No. 12.

2.6.3 Instalación del tablero de distribución principal en columna de acometida

La altura máxima de la parte superior del tablero de distribución de energía será de 1.80 metros. Se debe instalar los interruptores que se indican a continuación:

- Interruptor de iluminación dentro de la caseta de 1x20 amperios.
- Interruptor de fuerza de la caseta de 1x20 amperios.
- Interruptor de iluminación exterior de 1x20 amperios.

Todos los interruptores deben quedar identificados para evitar equivocaciones cuando se tengan que hacer reparaciones en los equipos.

2.6.4 Requerimientos para la iluminación de la caseta de transmisión de datos.

Para la iluminación dentro de la caseta se necesitará lo siguiente:

- Una bombilla de 60 vatios en el centro del techo. La cual debe encenderse mediante interruptor ubicado a 1.50 metros de altura y lomas cercano a la puerta.
- Una foto celda para activarla iluminación exterior.
- Tres bases con dos reflectores cada uno para intemperie cada uno de 75 vatios, para la iluminación exterior de la caseta. Los cuales deben encenderse mediante la señal de la foto celda.

La iluminación exterior debe considerar iluminar base para motor generador, base para tanque mensual, base de torre, base para G.S.M. y portón de entrada principal. El número de bases para reflectores serán 3 unidades, cada base contara con dos reflectores para intemperie de 75 vatios.
Los reflectores deben encenderse mediante la señal de la foto celda separada de la de la caseta, e instalada sobre el muro perimetral.

2.7 Sistema de Tierras

El sistema de tierras será el encargado de eliminar cualquier descarga eléctrica que se de dentro de sitio, ya sea por voltajes altos que se den internamente en el sitio de celda o por causas naturales de tormentas, que puedan ser transportador por la torre y pudiendo llegar a arruinar los aparatos del sitio de celda. El sistema de tierras es la formación de anillos de cable AWG 2/0 que tienen un recubrimiento de cobre unidos a electrodos los cuales tienen un recubrimiento de cobre, el cual servirá para disipar la energía canalizándola hacia el suelo.

2.7.1 Sistema de tierras de caseta de transmisión de datos y de bases para equipos.

Para el sistema de tierras, ya sea de la caseta o de las bases para los equipos, se necesitará lo siguiente:

- Cuatro electrodos con recubrimiento de cobre para el anillo de la caseta, los electrodos deberán contar con una caja de registro para mediciones futuras y mantenimiento, el conductor deberá ser cable desnudo como mínimo awg # 2/0 diseñado para sistemas de tierras.
- El cable conductor awg # 2/0 deberá tener una separación del concreto de la banqueta de caseta de 0.61 metros, esto para evitar el peligro que puedan correr los equipos al haber descargas de energía.
- El conductor awg # 2/0 debe instalarse a una profundidad mínima de 0.60 metros.
- La distancia entre electrodos, debe ser menor o igual a 4.00 metros.
- La medida de cada electrodo deberá ser 5/8” por 8’, con revestimiento de cobre electrolítico puro y un espesor mínimo de 0.254 milímetros, y debe dejarse dentro del registro, 0.40 metros para poder realizar una o más soldaduras.
- Para aterrizar los equipos internos de la caseta será necesario colocar una platina, la misma deberá instalarse en la parte inferior del tablero de distribución de energía.
- La medición del sistema de tierra en cada sitio de celda al final de la instalación, deberá ser menor a 5 ohmios para tener seguridad con el personal que ingrese al sitio.
- La interconexión entre anillos debe hacerse en dos puntos con soldadura cadweld. Deben ir separados los cables desnudos con los de energía.
- En las bases de motor generador, Tanque Mensual se requiere que se deje un excedente de 2.00 metros de cable desnudo AWG # 2/0 por encima del nivel superior de dichas bases, esto para poder aterrizar las armaduras exteriores de los equipos.
- Todas las cajas de registro del sistema de tierras exteriores en los sitios de

celda deberá hacérsele una cubierta de lámina desplegada, galvanizada en caliente por inmersión, la cual debe ajustar correctamente en las cajas de registro.

Figura 3 Sistema de Puesta a tierra

2.8. Pararrayos

La función que cumplen los pararrayos es la de proteger, captando con una red de captación hasta lo que sería la conexión a la puesta a tierra. Dicha puesta a tierra, tiene la función de limitar la tensión, garantizando una protección a las personas y claramente disminuir algún daño material.

El pararrayos se instalará a una altura que esté por encima de cualquier otro elemento dentro del radio de protección, cumpliendo con la altura autorizada en las normas. El recorrido del conductor de bajada deber ser lo más directo posible. Debe ser realizado el mantenimiento del pararrayo, controlando su limpieza, los elementos que fueron fijados, los conectores y el conductor de bajada de la línea a la tierra.

En el caso de la instalación de pararrayos en torres de comunicación, debemos tener en cuenta la variabilidad de los distintos terrenos, bajo el efecto de la humedad y de las sequías, también se tiene en cuenta como está constituido el suelo, ya que nuestro objetivo es que el terreno sea el elemento clave para que se pueda cumplir con el fin requerido.

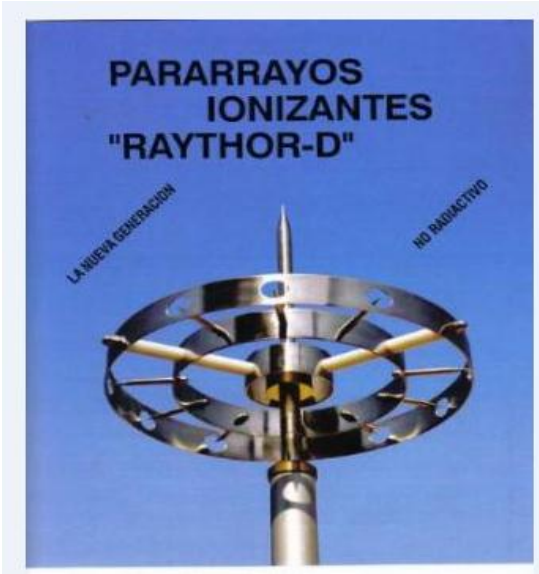

Figura 4 Torre Auto Soportada

2.8 Torre Auto Soportada

La torre auto soportada dentro del sitio será la encargada de recibir o transmitir las señales para los celulares a grandes distancias. El término auto soportada consiste en que la torre no necesita ningún tensor para poder estar en equilibrio, la cual se sujetará a bases de concreto reforzado que son fundidas en el suelo y su función será el de dar soporte del peso de la torre y anclarla a la superficie.

Figura 5 Torre Auto Soportada

3. PRINCIPIOS DEL DISEÑO DE SITIOS DE CELDA PARA TELEFONÍA CELULAR

3.1 Áreas Peligrosas para Ubicar un Sitio de Celda Para Telefonía Celular

Hay que tener en cuenta los peligros naturales y lo que se puede hacer para reducir sus efectos cuando se considere un sitio de celda potencial para la construcción. También es importante tomar nota de todos los peligros tecnológicos que los humanos puedan introducir cerca del sitio de celda y minimizar la exposición de los futuros transeúntes a esos peligros. Estos incluyen, el tráfico pesado en carreteras principales, líneas férreas, de químicos peligrosos, relacionados a materiales químicos inflamables, tóxicos y explosivos, facilidades manufactureras o de almacenamiento cercanas, tuberías de gas y aceite, así como líneas de transmisión eléctrica de alto voltaje.

3.2 Sitios Accesibles para Ubicar un Sitio de Celda para Telefonía Celular

A veces al lado de la carretera o calle va a ser el lugar más apropiado para implantar el sitio, ya que éste puede darle señal a lugares de servicios públicos y a las áreas comerciales locales. O bien otros factores generalmente guiarán la elección de la ubicación, puede ser que involucre cerca de cualquier construcción comercial, oficinas gubernamentales, centros comunitarios para poder brindar facilidades en la comunicación celular y que deben ser accesibles a todos y estar localizadas a lo largo o cerca de líneas de tránsito. Las ubicaciones no siempre van a estar central a la comunidad, ya que cuando el terreno presenta grandes pendientes el sitio de celda se podrá colocar en la parte superior de alguna montaña cercana al lugar donde se quiere brindar la señal. Esto es muy importante ya que la altura de la torre auto soportada va a depender del terreno donde se quiera ubicar el sitio de celda y de la cobertura que se le quiera brindar a la comunidad.

3.2 Sistema Natural del Drenaje Dentro del Sitio de Celda

El diseño de sitios de celda debe respetar la topografía natural del terreno
y minimizar la cantidad de nivelación necesaria para conseguir un buen drenaje,
al igual que nos ayuda a disminuir costos al construir el muro perimetral y las bases para los equipos. Ya que si se hace una nivelación completa del terreno se tendría que utilizar grandes movimientos de suelo o rellenos exageradamente altos.

3.3 Acceso al Sitio de Celda

El acceso es simplemente la facilidad de movimiento dentro del sitio de celda y la formar necesaria para poder llegar a ella. En los tiempos modernos, los problemas de acceso están más enfocados en el acceso para automóviles, esto si se habla del acceso para poder llegar al área donde se ubicará el sitio de celda, ya que para tener en un buen funcionamiento la señal para celulares se le tiene que dar un mantenimiento a todo el equipo interno. Puede haber restricciones en la selección de rutas de acceso, que pueden incluir características naturales como ríos, hábitat de vida silvestre u otros elementos del paisaje que obligan a considerar otras rutas menos costosas o menos dañinas al ambiente para construir un sitio de celda. Aún con todas estas restricciones si el sitio de celda se diseña para estar en la parte superior de una montaña será necesario diseñar el acceso para ingresar lo más fácil al sitio y así disminuir los costos por acarreo de material y menor tiempo de ejecución.

3.4 Cálculo de cobertura

El interés de los calculistas para la construcción de sitios de celda se centra en dos tipos de entornos de propagación claramente diferenciados: macro celdas y micro celdas.

3.4.1 Macro Celdas

Se entiende como macro celda a aquellos sitios de celda que proporciona cobertura con un alcance de algunos kilómetros. Los lugares donde se pueden construir las macro celdas son: zonas rurales, zonas montañosas, autopistas, zonas residenciales suburbanas, zonas residenciales urbanas e incluso zonas urbanas con alta densidad de edificios.
En estas últimas sigue en vigor la definición de macro celdas, siempre y cuando los sitios de celda se encuentren por encima de las alturas medias de los edificios circundantes, típicamente en mástiles sobre tejados. En lugar de aplicarlo sobre edificios, en nuestro país se colocan comúnmente los aparatos transmisores en torres auto soportadas, esto con el fin de no agregarle peso muerto a las estructuras de los edificios.
Para el diseño de las macro celdas tiene que tomarse en cuenta que la señal de propagación

de los celulares se irá disminuyendo con el transcurrir de los obstáculos con que se tope la señal, como por ejemplo: edificios dentro de la ciudad, montañas, zonas boscosas.

3.4.2 Micro Celdas

Las micro celdas son, por definición, sitios de celda en área urbana cubiertas por antenas transmisoras colocadas por debajo de las alturas medias de los edificios circundantes. Se produce la propagación de las ondas de los celulares por las calles mediante reflexiones, difracciones en esquinas y, eventualmente, contribuciones de señal difractada por encima de los tejados. El alcance (cobertura) suele ser inferior a 1 kilómetro.
En la actualidad son pocas las herramientas que incorporan un modelo de dirección de las reflexiones de onda, pero es una de las tendencias más marcadas para un futuro cercano, esto cuando se requiere de una comunicación a corto alcance.
En nuestro país por tratarse de una comunicación en masa no se utilizan las micro celdas, estas se utilizan solo en casos de servicio privado, circuito cerrado o de corto alcance.

3.5 Limitaciones Para La Construcción De Sitios De Celda

En este apartado se revisan las limitaciones que pueda tener la construcción de sitios de celda propios a la información que se pueda observar del entorno geográfico y topográfico, se evalúa la sensibilidad de las ondas de propagación de los sitios con respecto a estos entes que lo rodean.

3.5.1 En Macro Celdas

Para realizar los cálculos de propagación en sitios de celda macro celulares se utilizan mapas del terreno que contienen información topográfica (altura del terreno) y morfológica (uso del terreno) con una resolución que suele oscilar entre los 50 m y los 200 m.
Los cálculos son muy sensibles a errores en ambos tipos de información y son medidos por medio de aparatos que emiten ondas:
En el caso de la altura del terreno, los cálculos más sensibles son los de difracción. Se producen errores que pueden oscilar entre 0,3 y 1 decibeles por cada metro de error en la altura del obstáculo, para un único obstáculo. En el caso de múltiples obstáculos el error se propaga.
En el caso de la morfología, los modelos de propagación incorporan factores de corrección por uso del terreno que oscilan entre 0 y 30 decibeles.
Cualquier inexactitud en la base de datos puede dar lugar a una aplicación errónea de estos factores de corrección, con el consiguiente error en los cálculos de cobertura.

3.5.2 En Micro Celdas

El modelado preciso de las condiciones de propagación en entornos micro celulares requiere contar con bases de datos del terreno con una resolución de hasta 1 m. Por otra parte, no sólo la resolución ha de ser mayor, sino que el nivel de información requerida es mucho más detallado. Es necesario contar con información tridimensional del entorno y la caracterización de los materiales constitutivos de los posibles dispersores, como edificios y otros obstáculos.
Contar con todo este conjunto de información es costoso, dada la no disponibilidad comercial de la misma. Estudios realizados sobre la sensibilidad de los diferentes modelos de propagación micro celulares, respecto de los errores en las bases de datos, muestran la importancia de la exactitud en las mismas. Como se puede ver este tipo de estudio en nuestro país sería muy costoso por lo mismo casi no se utiliza.

4 PRINCIPIOS EN EL DISEÑO DE TORRES AUTO SOPORTADAS

Las estructuras utilizadas en telecomunicaciones sirven para la transmisión de energía eléctrica, así como la transmisión de señales, como en el caso de los teléfonos celulares. Existen diversos elementos que estas estructuras deben soportar, como antenas de transmisión y equipos para telecomunicaciones, entre otros. La mayoría de estas estructuras son ligeras, por lo que en su diseño influyen mucho los esfuerzos que genera el viento, y debido a su poco peso el sismo es un elemento que no afecta mucho a estas estructuras.
Las antenas son de forma parabólica, y para calcular las fuerzas de viento sobre estas, se recurre a usar datos experimentales del fabricante.
De esta manera, al instalar todos los equipos y operar correctamente se está llegando a la utilización de la estructura para lo que fue construida. Hay veces que en una misma estructura se encuentran más de un equipo, ya que la empresa que haya construido la torre,

puede rentar a otra empresa para que también instale sus equipos.

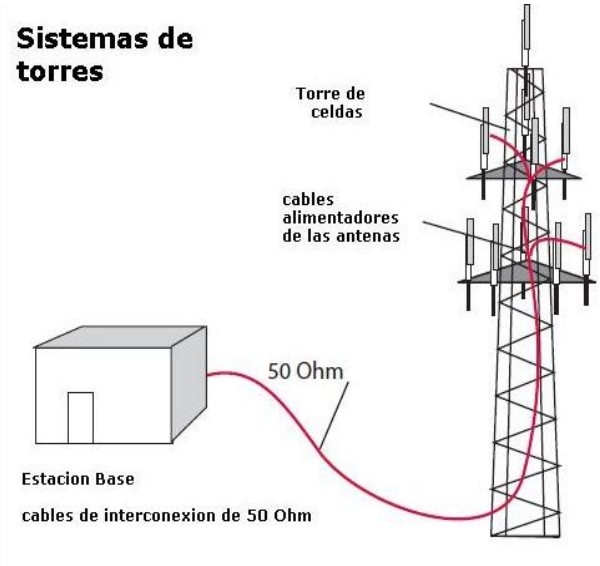

Figura 6 Sistema de torres de telefonia

4.1 Ubicación, Altura Para Torres

Departamentos de Radiofrecuencia y Transmisión determinan la localización de estas antenas, y su altura para que funcionen correctamente. Una vez dada esta ubicación, en donde se tiene un radio de aproximación, se procede a visitar el área y encontrar un lugar adecuado para la instalación de la torre.
Esta área puede caer sobre una casa, y se procede a hacer un levantamiento del inmueble, y verificar su altura, para así saber la altura de la torre a construir. También se debe de revisar que el inmueble esté en condiciones óptimas para recibir a la torre. Si el área donde se va a instalar la torre es un terreno libre de construcciones existentes, entonces la torre puede ser auto soportada o tipo monopolo.
La forma que tiene una torre auto soportada es que en toda la altura está formada por crucetas que van rigidizando su estructura, en cambio el tipo de torre monopolo es un cilindro que va desde su base hasta la altura total. La diferencia es que la autosoportada puede alcanzar tres veces la altura de una monopolo y soportar más peso, pero la tipo monopolo disminuye diez veces menos el espacio que ocupa en un terreno.

4.2 Tipo De Torres Para Telefonía

Estas estructuras pueden variar según las necesidades y las condiciones del sitio en donde se vaya a colocar. Así, existen desde torres arriostradas (torres con tirantes), torres auto soportadas, monopolos, mástiles, entre otras. Estas suelen estar compuestos por perfiles y ángulos de acero unidos por tornillos, pernos o remaches o por medio de soldadura. Estas estructuras podrán ser de diversas alturas, dependiendo de la altura requerida para poder suministrar un correcto funcionamiento.

4.2.1 Torres Arriostradas o Atirantadas

Muchas veces se requieren instalar antenas celulares en puntos específicos o regiones, por lo que se recurre a construir torres arriostradas sobre edificaciones existentes. Estas torres cuentan generalmente de tirantes o arriostres a diferentes distancias. El peso que genera la torre sobre la estructura existente no es muy grande, por lo que no le adiciona mucho peso a la edificación, sin embargo, se deben de colocar el apoyo de las torre y sus arriostres sobre columnas y elementos resistentes, porque la descarga de la torre no podría colocarse sobre una losa o algún otro elemento inadecuado, porque este podría fallar.
Los cables o arriostres generalmente se tensan al 10% de su resistencia, la cual es proporcionada por el fabricante. Así, por ejemplo, si el cable tiene una resistencia a la ruptura de 4.95 ton en tensión, entonces se acostumbra tensar los cables a 0.495 toneladas. También se pueden tensar los cables con diferentes fuerzas, calculando una tensión tal que el sistema esté en equilibrio.

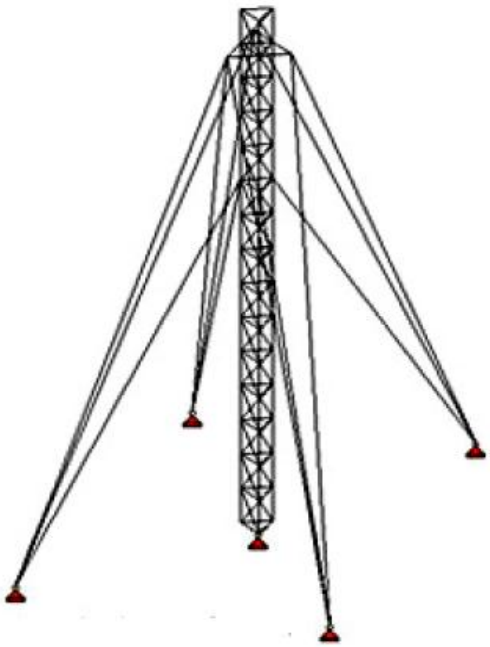

Figura 7 Torre tipo Atirantada

4.2.2 Torres Auto Soportadas

Estas torres se construyen sobre terrenos, en áreas urbanas o cerros, y deberán de contar con una cimentación adecuada para poder resistir las fuerzas a las que están sometidas. La geometría de estas torres depende de la altura, la ubicación y del fabricante de la torre. Como por ejemplo podemos hacer referencia a la figura 3 la cual es una torre auto soportada.

4.2.2 Torres Tipo Monopolo

Estas estructuras se instalan en sitios donde se quiere conservar la estética, pues ocupan menos espacio, y se aplica camuflaje para que simule vegetación. Como estas estructuras están sobre terrenos, se deberá de construir una cimentación adecuada para resistir los efectos de la misma.

Figura 8 Torre tipo Monopolo

REFERENCIAS

http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_7812.pdf
http://www.eslared.org.ve/tricalcar/10_es_instalaciones-para-exteriores_guia_v01%5B1%5D.pdf
http://www.construaprende.com/Telecomunicaciones/index.html
http://www.construaprende.com/Telecomunicaciones/tipos_torres.html
http://www.construaprende.com/telecomunicaciones/tipos_torres.html.

BIOGRAFIAS

Andrade potosí Juan Carlos, nacido el 4 de Noviembre de 1986, estudios primarios cursados en la Unidad Educativa La Victoria de la ciudad de Ibarra, Estudios secundarios cursados en el Instituto Tecnológico 17 de Julio de la provincia de Imbabura Título Obtenido Bachiller Técnico en Electricidad Industrial.
Cursa el Octavo Semestre de Ingeniería en Telecomunicaciones en la Escuela Politécnica del Ejército.
Cursos: Programación en C++ en P&M Centro de alto Rendimiento Informático 20 horas.
Programación en Visual Basic Básic y Access en P&M Centro de alto Rendimiento Informático 30 horas. Mantenimiento De Computadoras en P&M Centro de alto Rendimiento Informático 20 horas.
Auxiliar. Técnico en Contabilidad Computarizada 120 horas.
Cinturón Marrón en Judo Federación Deportiva De Imbabura.
Curso Intensivo De Ingles Beginner 1 Fundación Alianza Global 40 horas.
Conferencias Asistidas: Nuevas Tecnologías informáticas en la Universidad Técnica del Norte.
Seguridad en Redes, Servicios Gestionados, Redes de Datos, Aplicaciones M2M, Regulación en Telecomunicaciones en la Escuela Politécnica Del Ejército. Seminario De Judo Japonés Federación Deportiva De Imbabura.
Méritos Obtenidos: Abanderado del Pabellón Nacional del Instituto Tecnológico 17 de Julio, mejor egresado de la promoción en el Instituto Tecnológico 17 de Julio.