

# **MONTAJE DE ESTRUCTURAS PARA EL** **SOPORTE DE ANTENAS**

Todo radioaficionado se plantea al momento de elevar la estructura del soporte de sus antenas, un sinnúmero de interrogantes, a saber: ¿qué tipo de torre?, ¿qué tipo de riendas?, ¿qué tipo de anclaje?, ¿qué tipo de base?, ¿qué elementos accesorios hacen falta?... y muchos otros interrogantes más que van surgiendo imprevistamente en el preciso momento y cuando estamos efectuando la instalación, y es allí donde debemos aplicar la inventiva, para darle soluciones rápidas a nuestro emprendimiento. Por suerte, la mayoría de las veces las soluciones son favorables, y en otros casos no lo son, y es aquí donde pueden surgir la mayoría de los problemas posteriores. Para ello aquí intentaremos darles una muestra de la experiencia propia recogida a través de los años, además de experiencias ajenas que se aquilatan por preguntar y preguntar. Éste método me ha dado buenos resultados, al adquirir experiencia de quienes han hecho de ésta actividad, un medio de vida, y por supuesto, consultar libros técnicos para aplicar la mecánica, la estática y la meteorología, sobre todo los vientos y descargas atmosféricas, que no dejan de ser un punto sumamente importante, para darle a nuestro proyecto el toque final de seguridad, que al fin y al cabo será el bienestar nuestro y de "nuestros vecinos".

## **Planteos indispensables**

Cantidad, tipo de antenas, y peso que formarán parte de la estructura.

Tipos y pesos de los cables de alimentación, incluido el del rotor.

Tipo y peso del rotor.

Tipo y peso de los tramos que componen la torre, (se recomiendan torres homologadas por la C.N.C.).

Estudio del terreno para la ubicación de la base de la estructura.

Se deberá tener en cuenta la ubicación de los extremos de los dipolos que completarán los sistemas irradiantes de la estación.

Cantidad de metros de las riendas y tipo de alambre, se recomienda que éste no sea rígido y de un solo hilo, sino formado como mínimo por cuatro alambres de acero galvanizado de diámetro 1,8 a 2 milímetros, y torsionados levemente a razón de 30 a 40 vueltas por metro lineal. Esto proporciona flexibilidad y mucha más resistencia a la tracción que un solo alambre rígido de igual superficie, sumando las cuatro de lo sugerido. Es más factible que se presenten roturas en el alambre unifilar, por mal formación de curvas pequeñas, fricción indebida en el lugar de las ataduras, flexión reiterada en los torniquetes tensores, o alguna "marca" accidental en su longitud por una manipulación inadecuada, y lo más importante a tener en cuenta, es que al momento de la fabricación de los alambres por parte de la empresa metalúrgica, es que éstos entran al trafilador en forma continua, y para ello

deben ser soldados, y una vez realizado el baño electrolítico del galvanizado, la soldadura queda enmascarada por la capa protectora. Es en éste lugar donde la estructura del acero queda con diferentes valores de dureza, y es factible que, en un determinado esfuerzo, se rompa la unión, de allí que recomiendo el cable torsionado, pues si existiera una rotura en uno de los cuatro alambres, nos daría un amplio margen de reparación, sin perder la estructura de la torre.

Un buen montaje de riendas lleva un gran número de accesorios, cada rienda en sus extremos deberá tener montados guardacabos, para darle una curva adecuada a las ataduras y permitir que el trabajo de fricción en el punto de anclaje no lo haga la rienda en sí, sino el propio guardacabo. Este elemento no debe ir directamente adosado a la torre, pues no permitiría el acomodamiento en el ángulo correcto de tracción, esto se soluciona con un accesorio de montaje llamado "grillete", que tiene la ventaja de armarse y adaptarse adecuadamente a cualquier posición y ángulo. Otra ventaja de éste accesorio es que permite prescindir de elevar los tramos de torres sin riendas, evitando así el enredo y formación de "cocas" que en el futuro podemos lamentar.

¿Riendas aisladas o no? Tiene sus ventajas y desventajas. Eléctricamente es bueno si se trata de cortes "no resonantes" a una determinada frecuencia de trabajo, sobre todo si es en la porción de VHF, y por otro lado, estamos obligando a las descargas atmosféricas a seguir un solo camino desde el pararrayos hasta tierra. Imagínense ésta descarga fatídica desplazándose por una rienda, que al final se puede comportar como un fusible y todas nuestras ilusiones van a parar al suelo, horas de trabajo, gastos de materiales, y no hablemos de la edificación circundante, nuestra y la de los vecinos, que siempre por lo general miran hacia arriba con un generalizado temor, sobre todo cuando Eolo sopla descontroladamente, y ni hablemos de los riesgos personales a la vida de las personas. Para este tipo de montaje se recomiendan aisladores de PVC (policloruro vinílico), resistente a la radiación UV. ¿Por qué?, pues son más flexibles y resistentes a las roturas por granizos que sus similares de porcelana, y menos propensos a roturas por compresión al momento de tensar las riendas.

Hablando de tensar las riendas, tengamos presente que ellas forman parte indispensable de la estructura, pero solamente para que nuestra torre no se caiga de costado, *nunca* se deberán tensar como si fuera una cuerda de piano pues "enterraríamos" nuestra torre, simplemente que la flecha dada por el arco y la cuerda, esté dentro de una tolerancia del 1 al 2% de la longitud de la rienda. ¿Qué es todo esto?, bien, la cuerda de nuestro arco es la línea recta imaginaria desde la torre hasta el anclaje, el arco, es la curvatura formada por la rienda debido a su peso, y la flecha es la distancia máxima obtenida entre estos dos parámetros, simplemente imaginemos un arco y flecha.

¿Rotación sí o no? Aquí, simplemente queremos plantear que, si permitimos que los vientos incidan en las antenas direccionales, más aún si son de la porción de HF, éstos harán de nuestra torre un efecto de "tirabuzón" o "sacacorchos", torsionando todas las soldaduras hasta que por fatiga se pierda toda resistencia mecánica y nos encontremos con una masa de hierros retorcidos en nuestro jardín. Para evitar estos movimientos, se coloca en la parte superior de la estructura la bien llamada "estrella" que nos permite manejarnos con seis riendas en el caso de torres triangulares, para evitar la torsión.

¿Y de la base, que hablamos? Pues aquí está nuestro seguro. Sí, pues es aquí donde convergen todos los vectores de fuerza resultantes. Sumemos, el peso de todos los tramos que componen la torre, grilletes, tornillos, tuercas, rotor, crapodina, caño de rotación, cables coaxiales, cable del rotor, antenas, pararrayos y su cable, balizas, futuras estructuras, y temporalmente la masa física del antenista, con sus accesorios de montaje temporal. Este valor dado en kilogramos lo multiplicamos por dos, para tener un margen de seguridad del 100%, muy útil si pensamos a futuro. Tengamos en cuenta que nuestra base deberá estar sepultada a una profundidad adecuada, no porque deberá "aguantar" a la torre que se vaya de lado, si no que cuando ésta trabaje a la compresión, se siga enterrando; debemos llegar a tal profundidad, en que encontremos una base firme, ya sea de tosquilla, piedra, granitilio u otro tipo de subsuelo adecuado. La parte inferior de la base, es aconsejable que su superficie sea mayor que su oponente superior; ¿cuánto?, alrededor de un 30 %, en otras palabras, como si fuera una pirámide con la punta truncada. Ahora bien, debemos tener en cuenta que el hormigón armado soporta a la compresión y sin ningún tipo de problemas 1kg por centímetro cuadrado de superficie y mucho más, pero nosotros le asignamos  $0,25\text{kg}/\text{cm}^2$ , o sea cuatro veces menos. Supongamos que toda nuestra estructura pese 300 kilogramos y le adicionamos por seguridad el 100%, el valor final serían 600kg de peso total, si a este valor lo multiplicamos por 4, (pues tomamos  $0,25\text{kg}/\text{cm}^2$  que es la cuarta parte del kilogramo), tendríamos un valor de  $2400\text{cm}^2$  de superficie, y su raíz cuadrada sería +/- 0,49 metros, valor éste que tendrá la base por cada lado en su parte más ancha, la inferior. Es aconsejable que la torre se monte a la base sobre algún tipo de apoyo, sean tornillos o pernos que impidan su desplazamiento lateral y elevados unos 2 centímetros para impedir la acumulación de agua y la posterior corrosión.

¿A qué distancia colocamos los anclajes? Bien, éste punto tiene su importancia, y es fundamental para la vida de la torre. Según normas internacionales, lo más cerca que éstos puntos pueden estar de la base de la torre, es a un 40% de su altura, si es más, mucho mejor, otro artilugio para lograr éste valor, consiste en restarle altura a la torre, ya sea bajando su altura, o elevando los anclajes, con una estructura adecuada de hierro y hormigón, cuyo

ángulo de inclinación, no debe ser inferior a  $27^\circ$  hacia afuera de la vertical de la torre. No olvidarse de observar en cada zona, de dónde provienen los vientos más fuertes, no colocar una rienda hacia ese lado, si no que sean dos las que formen una resultante con la dirección más adecuada, y por supuesto que sean a  $120^\circ$  para los casos de torres triangulares.

Según valores obtenidos de tablas de montaje de estructuras de hierro, ancladas al suelo por riendas, el margen del 40% indica una seguridad de vientos hasta 130km/hora, y se incrementa a razón de 10km/hora por cada metro que nos alejamos desde la base.

¿Cómo preparo las riendas? Sencillo, nuestro amigo Pitágoras nos enseñó que, para calcular la hipotenusa de un triángulo rectángulo, deberíamos multiplicar al cuadrado un lado de éste, (en nuestro caso, la altura de la torre) y también al cuadrado, la distancia desde la base al anclaje exterior. Estos dos valores posteriormente se suman y al resultado final se le saca la raíz cuadrada, y aquí nos da el valor de la longitud de cada rienda, la que en un extremo (el superior) llevará un guardacabo, y en la parte inferior deberá tener un margen adicional para colocarle el torniquete de ajuste.

[Aquí](#) hay un sencillo programa para calcular la longitud de las riendas.

Veamos ahora cómo vamos a proceder a armar nuestras riendas, las que no deberán ser de un solo alambre, sino de un conjunto de ellos, torsionados levemente usando un mínimo de cuatro unidades.

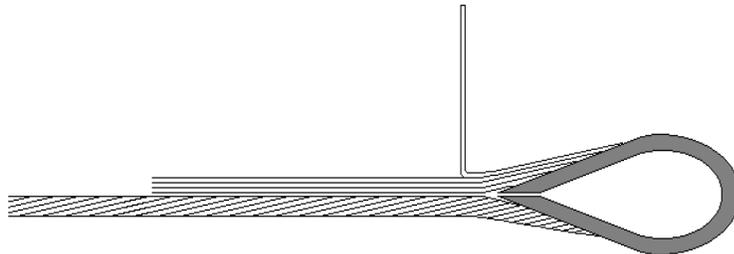
**Advertencia:** siempre es conveniente tomar y leer un buen manual que contenga la suficiente información sobre Estática y Resistencia de los Materiales, o alguna tabla descriptiva sobre Resistencia a la Torsión y Tracción de alambres, como para definir puntualmente, nuestro arriostamiento adecuado.

### Preparación y armado de rienda con guardacabo

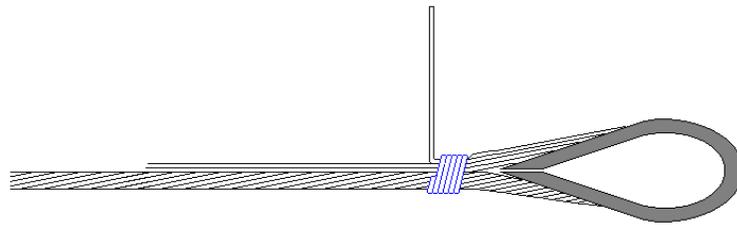
Colocar y moldear la rienda alrededor del guardacabo. Desenhebrar los cuatro alambres.



Doblar el primer alambre junto al guardacabo.

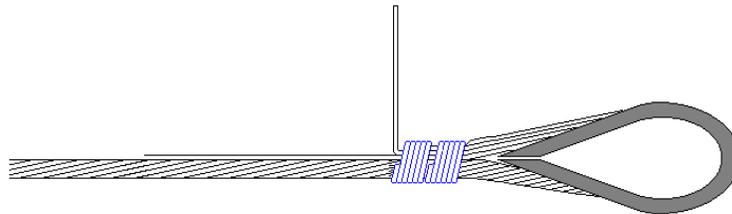


Enroscar el primer alambre juntando fuertemente todo el conjunto, hasta formar un lazo con no menos de cinco vueltas.



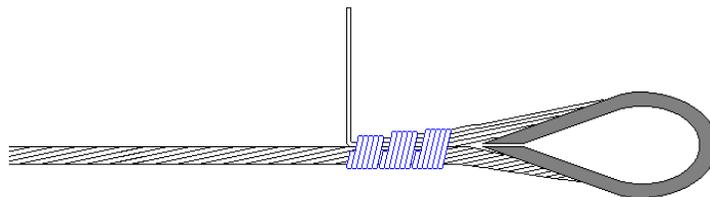
Posteriormente doblar el segundo alambre, junto al lazo recién terminado.

Enroscar el segundo alambre juntando fuertemente todo el conjunto, hasta formar un lazo al igual que el anterior.



Posteriormente doblar el tercer alambre de la misma forma que el paso anterior.

Enroscar el tercer alambre juntando fuertemente todo el conjunto, hasta formar un lazo al igual que el anterior.



Posteriormente doblar el cuarto alambre de la misma forma que el paso anterior.

Idem al anterior hasta terminar.

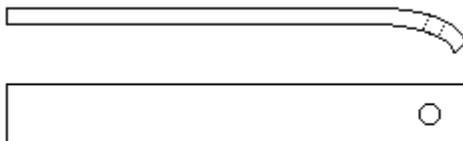


Figura 1

*Nota:* para lograr una buena terminación, es conveniente usar un accesorio de enroscar según se expresa en la figura 1.

*Advertencia:* nunca utilice ningún tipo de pinza para terminar de formar los

lazos, pues se corre el riesgo de marcar accidentalmente los alambres y más aún, desprenderle la capa de galvanizado.

A continuación, veremos cuál es la forma correcta de sujetar las riendas a nuestra torre.

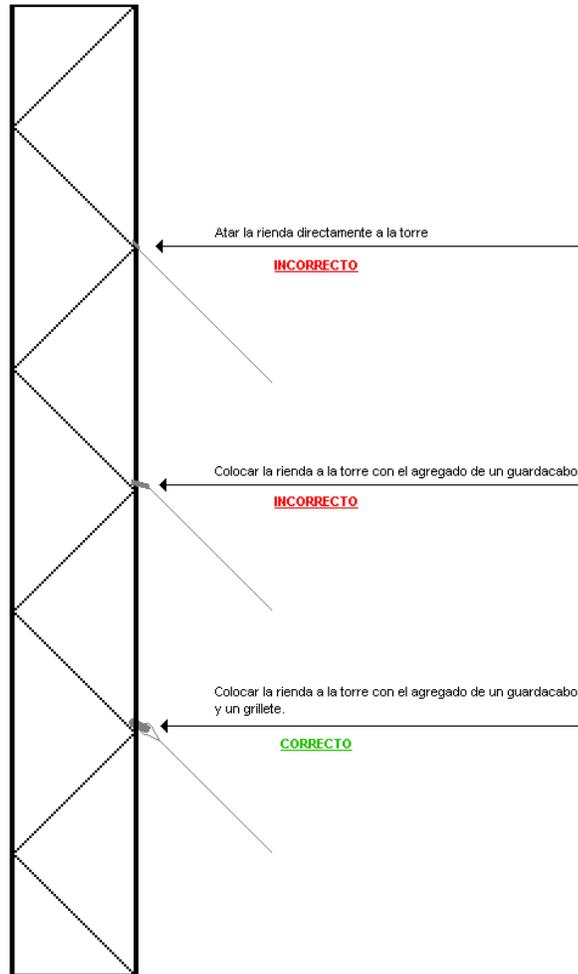
**Asegurar adecuadamente las riendas a la torre**

Es imprescindible en todos los casos, que las riendas se mantengan sin ningún esfuerzo que les haga perder su línea, es decir sin dobleces ni quiebres, deben ser lo más rectas posibles, por ese motivo insisto en el uso de guardacabos y grilletes, para que las riendas al posicionarse definitivamente en sus anclajes, éstas adopten la posición de trabajo más cómoda.

#### Notas complementarias

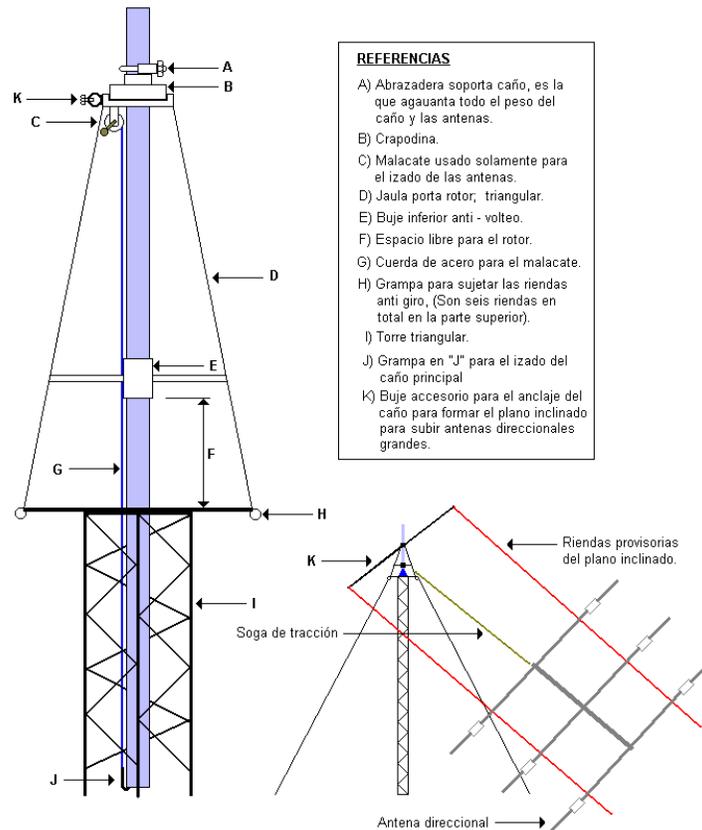
Es aconsejable además para completar esta ayuda memoria, que es indispensable contar con una crapodina de empuje axial, para soportar el peso de todos los sistemas giratorios, y que éstos no actúen sobre la crapodina del rotor, pues éste solo lo usamos para efectuar el giro de todas las antenas adosadas a él. Ahora bien, si el mástil llevará más de una antena, éste deberá estar "introducido" dentro de la torre, para que el antenista vaya montando una a una las antenas, y elevando éste en forma paulatina (aquí podemos adicionar al extremo superior un pequeño malacate para efectuar el izamiento del caño principal) hasta terminar con todas las antenas giratorias, formar el "rulo" de cables coaxiales que permitan el giro sin enredos, y por último montar el rotor y asegurar sus anclajes para efectuar un giro suave y sin trabas. Téngase en cuenta en qué posición sube el rotor para su destino final, lo más adecuado es indicando en su instrumento y para nuestra zona, el Norte, así luego el antenista con ayuda externa de una brújula, fija todo el sistema al rotor, ya concluido esto y bajando paulatinamente de la torre, irá fijando con precintos todos los cables que formarán desde ahora, nuestro "campo de antenas".

Está por demás decir que el pararrayos deberá estar en la parte más elevada de la estructura, conectado por un cable de cobre de no menos de 16mm<sup>2</sup> de superficie, (téngase en cuenta que éste girará con las antenas) y con una descarga eléctricamente acorde a las especificaciones de protección del proveedor del pararrayos,



generalmente éstos al adquirirlos vienen con una tabla de montaje, a la que deberán acatar sus instrucciones.

Si quieren "aliviar" el trabajo y costo de la instalación por parte del antenista, armen la estructura de la torre sobre un terreno plano y horizontal, para constatar que todas sus partes donde van a ir los bulones de anclaje, coincidan y entren sin esfuerzos para así evitar posibles deformaciones y definir de qué lado quedarán cada una de las caras de la torre. Ah, no olvidarse de marcar, ya sea con pintura u otro elemento las coincidencias más favorables, pues allá arriba y con el arnés de seguridad, las cosas no son tan fáciles de lograr. Y otra más, preparar un accesorio compuesto por un caño estructural liviano de no más de 4 metros para montarlo provisoriamente en el remate de la torre formando una " T " y en cada extremo de éste un alambre que se tensarán muy suavemente y paralelos, para formar un plano inclinado por donde muy fácilmente se subirán las direccionales arrastradas por una cuerda.



Desde ya, puede que me olvide de algún detalle, acepto sugerencias y correcciones, éste artículo está hecho en base a lecturas y experiencias, pero no todo está dicho en la materia.

Autor: Oscar (LU9DTC)