

10. GUIA DE REALIZACION DE REPLANTEOS TECNICOS

El replanteo técnico radio es uno de los procesos más importantes dentro del despliegue de una red de comunicaciones móviles.

En esta guía vamos a dar una lista de tareas obligatorias a realizar para un correcto replanteo y además ofreceremos una serie de consejos para facilitar el trabajo del técnico de radio.

Una vez entregada la documentación técnica y el reportaje fotográfico obtenido, ninguna persona que acceda a dicha información deberá tener dudas acerca de qué se va a implementar y como se va a hacer.

Antes de acudir a un replanteo se procede a un estudio técnico en el que se decidirá sobre el papel la solución que se va a implementar en el emplazamiento a visitar. Es el replanteo en oficina.

En este estudio sacamos de manera preliminar el número de sectores, la orientación de los mismos, el tipo de panel a usar y el tipo de equipos.

Una vez en el emplazamiento lo primero que debemos hacer es tomar las coordenadas donde vamos a colocar nuestro emplazamiento. Para ello podemos encender el GPS antes de llegar para que vaya localizando los satélites y así no perder el tiempo en esperar a que el dispositivo funcione correctamente. Es muy importante asegurarnos de que está configurado en ED50 ya que para que esté normalizado el proceso en todos los documentos y aplicaciones deben aparecer las coordenadas en ese formato.

Una vez tomados todos los datos identificativos del site (dirección y coordenadas) pasamos a la configuración radio del mismo.

Vamos a estudiar por separado los casos de sitios propios o compartidos ya que el procedimiento presenta algunos cambios importantes. A su vez, debemos distinguir entre replanteos en torres y replanteos en terrazas/azoteas.

Una vez que definamos los puntos de referencia, las reglas básicas de cositing y cómo colocar las antenas explicaremos paso a paso cada uno de ellos.

10.1 Reglas básicas de cositing.

A la hora de compartir emplazamiento con otro operador hay que tener en cuenta unas reglas básicas de colocación de los paneles para minimizar el impacto de las posibles interferencias, las cuales van a disminuir el rendimiento de nuestro sistema. Estas reglas deben ser recíprocas, es decir, se debe estudiar el impacto del otro operador en el nuestro y en consecuencia el impacto de nuestro sistema a instalar en el otro operador.

Las reglas generales de cohabitación en una misma estructura tienen que asegurar el despeje de los anchos de haz horizontal y vertical, además del aislamiento mínimo entre antenas.

El criterio utilizado para considerar que una dirección de radiación está asegurada es que ningún obstáculo se encuentre dentro de la primera zona de Fresnel de dicha dirección de radiación, con lo que se garantiza la propagación del 90% de la energía total transmitida por la antena.

Para conseguir esto, en el plano horizontal es necesario despejar el ancho de 10dB del haz de la antena, que se presenta en la tabla siguiente, para los tipos más comunes de antenas direccionales.

Ancho de Haz Horizontal (3dB)	65°	90°
Ancho de Haz Horizontal (10dB)	120°	160°

Ilustración 52: anchuras de haz

En el plano vertical se considera que el haz está desobstruido si el ancho de haz a -3dB está despejado. Normalmente eso corresponde a 3° para ambos lados de la dirección de ganancia máxima de la antena (6° de abertura vertical). Con cumplir la condición de desacople vertical tendremos suficiente.

Una vez visto en qué consiste el despejamiento de haz vamos a ver el aislamiento mínimo o los desacoplos horizontal y vertical.

10.1.1 Desacoplo horizontal

Es la consideración a tomar cuando los paneles se encuentran en el mismo plano horizontal, es decir, a la misma altura en una torre, en dos mástiles paralelos o anclados a la misma pared. En la figura siguiente se ilustran las reglas para desacoplamiento horizontal entre antenas. Básicamente lo que hay que garantizar es que las orientaciones de los paneles sean divergentes. El peor caso que vamos a considerar válido es que las orientaciones sean paralelas.

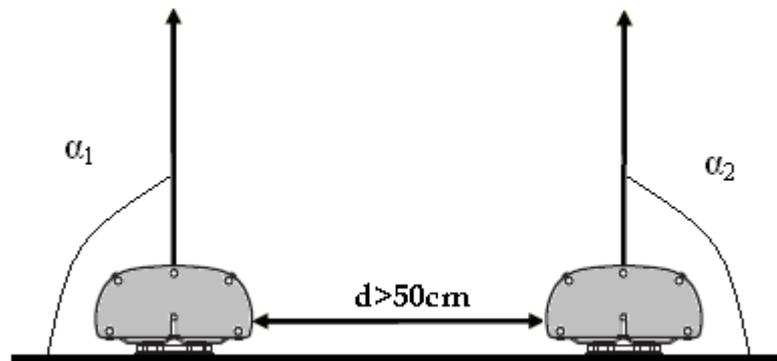


Ilustración 53: desacoplo horizontal

α_1 Será la orientación del panel 1.

α_2 Será la orientación del panel 2.

La suma de las dos orientaciones no puede ser mayor que 180° para garantizar que los haces son divergentes.

Es recomendable que, cuando sea posible, se instalen las antenas con más de 50cm de separación para aumentar el aislamiento. Esto también permitirá algunos ajustes de azimut y facilitará las intervenciones para mantenimiento

10.1.2 Desacoplo vertical

Estamos hablando de antenas colocadas en el mismo plano vertical, es decir, una encima de otro en el mismo mástil, en el mismo pipe de una torre, o en una pared.

En realidad, la separación vertical entre las antenas no es necesaria, una vez que solamente por utilizar dos antenas separadas en el plano vertical asegura el aislamiento necesario. Las antenas deben instalarse con una separación de 50cm para facilitar operaciones de mantenimiento, en especial lo que se refiere a los cambios de downtilt.

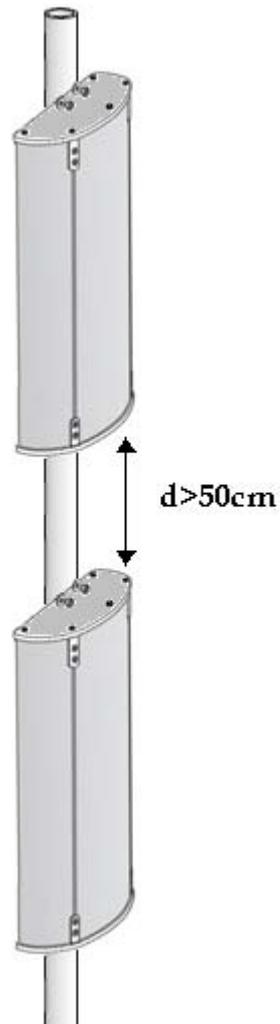


Ilustración 54: desacoplo vertical

También en el desacoplo vertical debemos asegurar que aunque las antenas no compartan el mismo plano vertical, si se encuentran a distintas alturas, nunca los downtilt de unas puedan afectar a las demás.

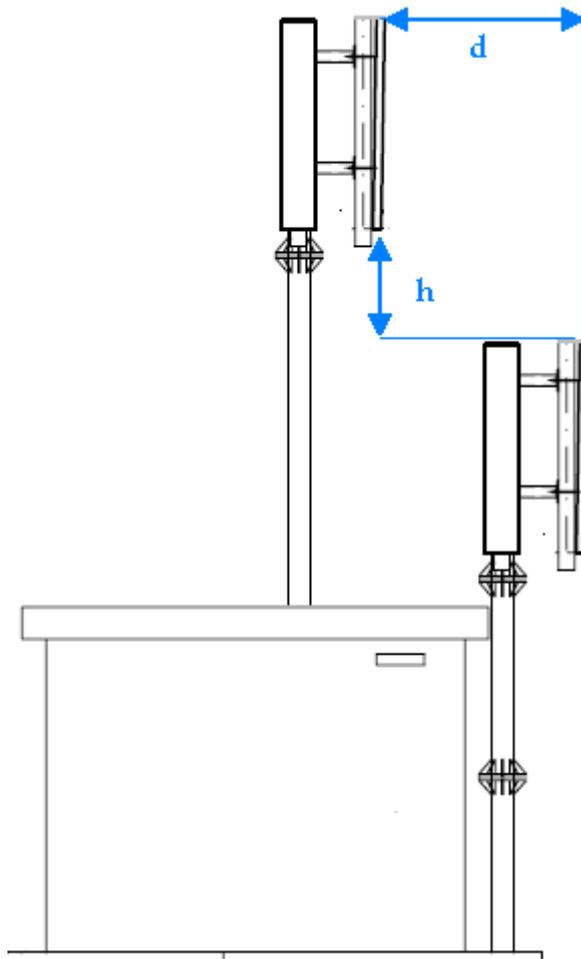


Ilustración 55: desacoplo vertical en distinto plano

Se debe cumplir:

$$h \geq \frac{d}{2}$$

h es la separación en el plano vertical de los paneles

d es la separación en el plano horizontal de los paneles

Este valor resulta de considerar una configuración límite para el downtilt eléctrico de modo que se garantice que para todas las configuraciones exista despejamiento del haz vertical de la antena.

10.2 Reglas de colocación de antenas.

En resumen las reglas que debemos cumplir a la hora de ubicar y dirigir las antenas son las siguientes:

- No se pueden colocar antenas nuevas en la zona que comprende $\pm 60^\circ$ del acimut de una antenna existente. Sólo estará permitido en aquellos casos que cumplan desacople vertical.
- Las antenas nuevas no podrán tener delante antenas del otro operador en la zona que comprende $\pm 60^\circ$ de la orientación deseada. Sólo estará permitido en aquellos casos que cumplan desacople vertical. Es el caso recíproco al anterior.

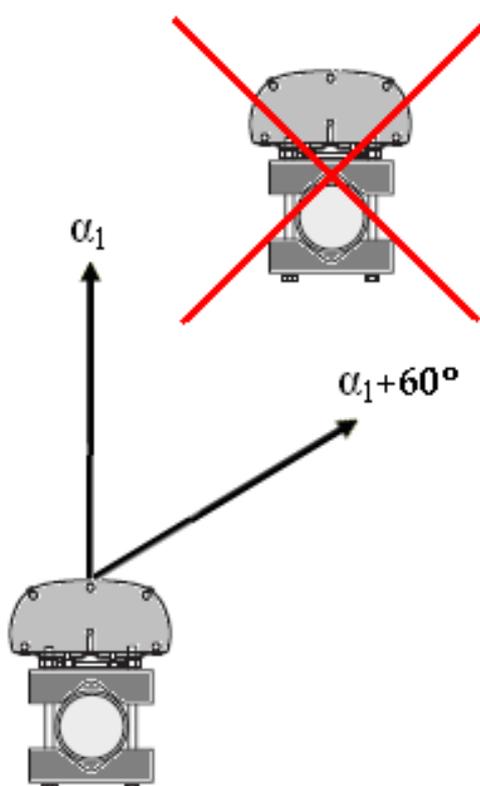


Ilustración 56: colocación errónea de antena en plano horizontal

α_1 Será la orientación del panel existente.

- Una vez cumplido que ningún panel se encuentra en el haz de 120° de otro tendremos que asegurarnos de que las orientaciones sean iguales o divergentes.

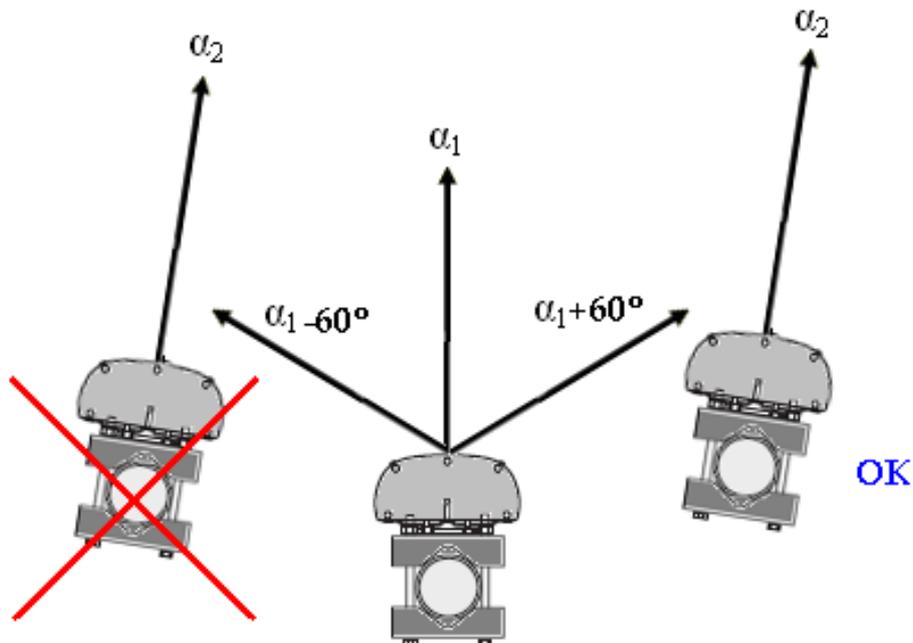


Ilustración 57: colocación de paneles. orientaciones

α_1 Será la orientación del panel existente.

α_2 Será la orientación del panel a colocar.

En general tomaremos como válido el caso en que nuestro acimut α sea mayor o igual que el acimut del panel instalado.

Estas reglas eran para paneles de 65° de apertura horizontal, para paneles de 90° hay que cambiar los 60° de margen de guarda por 80° . Como vimos en la tabla de zonas de Fresnel por apertura de panel.

10.3 Puntos de referencia

En los documentos radio juegan un papel muy importante los puntos de referencia. Las antenas panel de GSM 900 tienen normalmente unas dimensiones de 2,6 metros y las de DCS o UMTS tienen unas dimensiones de 1,3 metros.

Los paneles se pueden referenciar en:

- **Bottom:** es la base del panel. La que va a quedar más cerca del suelo.
- **Center:** es el centro del panel.
- **Top:** es la parte superior del panel. La que va a quedar más lejos del suelo.

Los puntos de referencia para las estructuras son los siguientes:

- **Ground Level:** es el nivel del suelo.
- **Rooftop Level:** es el suelo de la terraza de los edificios o el techo de los mismos dependiendo de donde se haga la instalación.

En los siguientes gráficos vamos a ver los distintos puntos de referencia que nos vamos a encontrar:

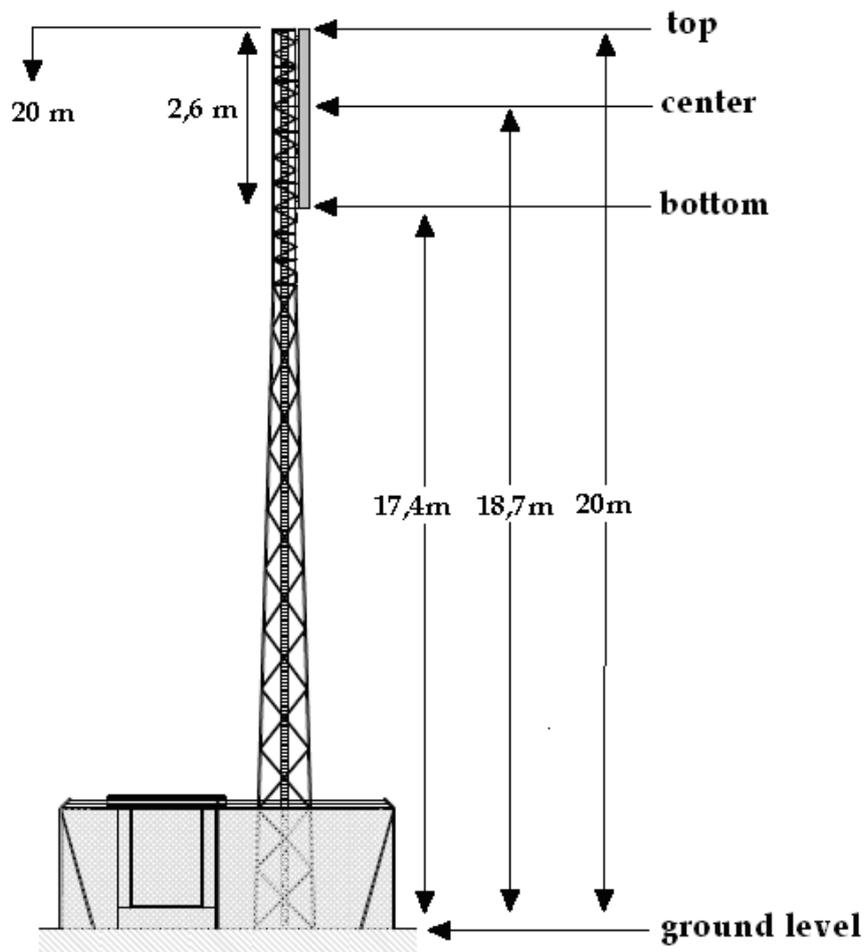


Ilustración 58: puntos de referencia en torre

Supongamos que tenemos una torre de 20 metros autoportada y que colocamos un panel en punta de tal manera que la parte más alta del panel coincide con la parte más alta de la torre. En este caso y para paneles de 2,6 metros la diferencia de altura entre las referencias será de 17,4 metros para bottom-ground level, 18,7 para center-ground level y de 20 metros para top-ground level.

Como se puede observar de esta manera conociendo cuales son los puntos de referencia tenemos una idea clara de cómo está colocado el sistema radiante.

A continuación vemos el caso de una instalación en un edificio:

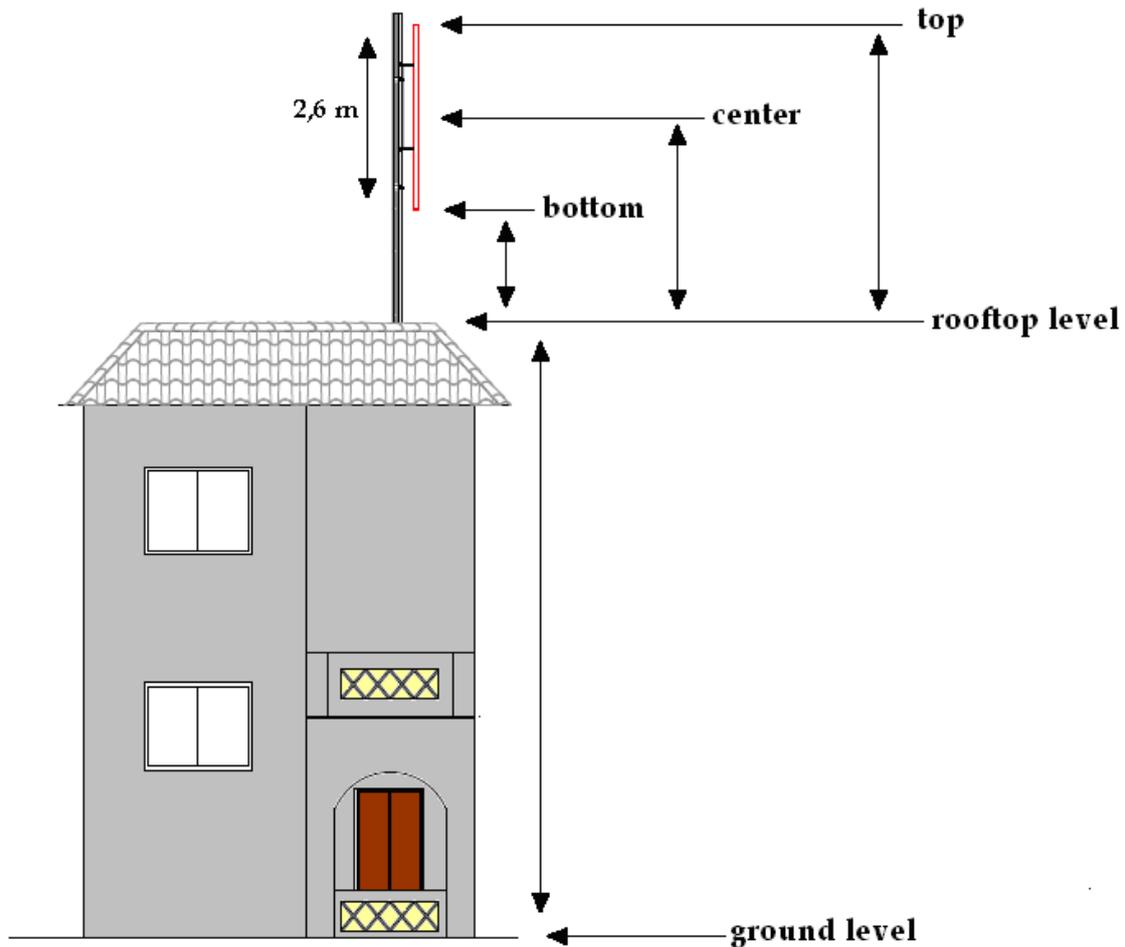


Ilustración 59: puntos de referencia en edificios

$$\text{Altura del edificio} = \text{Rooftop level} - \text{Ground level} = 20 \text{ m}$$

$$\text{Altura base antena al techo} = \text{Bottom level} - \text{rooftop level} = 2,4 \text{ m}$$

$$\text{Altura base antena al suelo} = \text{Altura edificio} + \text{Altura base antena al techo} = 22,4 \text{ m}$$

$$\text{Altura mástil} = \text{Top level} - \text{rooftop level} = 5 \text{ m}$$

Se puede ver claramente como teniendo claros los puntos de referencia podemos hablar sin ningún tipo de ambigüedad de la colocación en altura de los paneles.

10.4 Replanteo de nueva torre.

Iremos tomando los siguientes datos de cada uno de los elementos:

- **Torre a instalar:** Identificar la ubicación futura exacta, el tipo de torre que vamos a colocar y la altura total de la misma. La altura deberá ser la suficiente para asegurar la salida de transmisión y poder dotar de cobertura el objetivo marcado a tal efecto. Debemos tener en cuenta las limitaciones propias del proyecto rural sobre el tipo y altura de las torres.
- **Sistema radiante:** Tipo de panel a instalar, altura, orientación, referencia de altura de los mismos (base, medio, tope), instalación con anclado directo a la torre o necesidad de pipes simples/dobles. Dependiendo de las características del futuro emplazamiento y del objetivo de cobertura podremos elegir entre paneles de 30°, 65° o 90° de apertura de haz horizontal.
- **Soportes y plataformas de trabajo:** Altura y colocación de las plataformas de trabajo y de los posibles pipes a instalar. Normalmente este tipo de datos los proporciona la ingeniería que nos acompaña al replanteo ya que desde el punto de vista del ingeniero radio no son determinantes para el correcto funcionamiento de la instalación. Sin embargo saber dónde irán colocadas nos puede servir para hacer posibles cambios a posteriori en oficina.
- **Feeders:** 1/2" hasta 25 metros. 7/8" hasta 50 metros y 1 5/8" para longitudes superiores. Siempre queda a estimación del técnico encargado del replanteo la longitud del cable. Aunque para instalaciones genéricas con equipos al lado de las torres y paneles en la parte superior de la misma tomaremos como longitud de los *feeders* la altura de la torre + 5 metros.
- **Radioenlace:** Hay que indicar dónde se va a colocar la salida de transmisión, en caso de compartir pipe con algún panel hay que dejarlo bien indicado y asegurarnos de que se cumplen las reglas de desacoplo. Debemos indicar la altura de colocación de las parábolas, la orientación y el tamaño de las mismas.
- **Caseta, cuarto habilitado o lugar de ubicación de equipos exteriores:** Identificar el espacio del que vamos a disponer para la instalación de nuestros equipos o bien el lugar donde vamos a colocar la bancada para los bastidores de exterior.
- **BTS a instalar:** Debemos indicar si los equipos a colocar son indoor u Outdoor. También debemos decidir si es macro o micro y los TRX que vamos a instalar en cada sector.

Será muy importante generar un extenso reportaje fotográfico que deberá constar de panorámica desde el punto exacto de colocación de la torre, fotografías en la orientación de cada uno de los sectores y lugar de colocación de la caseta.

En algunos casos será necesario tomar fotografías desde algún emplazamiento cercano y que nos pueda ayudar a estimar lo que vamos a poder cubrir desde la torre.

Por último debemos realizar planos a mano alzada de planta y alzado referenciados al norte donde aparezcan la torre con el sistema radiante, el bastidor y la caseta (si la vamos a construir).

10.5 Replanteo de torre a compartir

En este tipo de replanteo hay que tomar bastantes más datos ya que además de caracterizar nuestra instalación debemos de recopilar toda la información acerca de lo que ya hay instalado por el otro(s) operador(es).

- **Torre:** Identificar el tipo de torre existente; autoportada de sección cuadrada, monopolo o mimetizada, y la altura total de la misma.
- **Sistema radiante a instalar:** Tipo de panel a instalar, altura, orientación, referencia de altura de los mismos, instalación con anclado directo a la torre o necesidad de pipes simples/dobles. Dependiendo de las características del futuro emplazamiento y del objetivo de cobertura podremos elegir entre paneles de 30°, 65° o 90° de apertura de haz horizontal. Debemos tener en cuenta aquí las reglas de compartición para evitar interferencias y garantizar el correcto funcionamiento de nuestro sistema radiante.
- **Sistemas radiantes instalados:** altura, dimensiones y orientación de los paneles, referencia de altura, tecnología, y forma de anclaje a la torre. Esta información es básica para garantizar que la instalación nueva es correcta y para poder hacer cambios a posteriori ya que es muy usual en emplazamientos compartidos que el dueño del site después del replanteo nos cambie el lugar de ubicación futura de nuestros paneles.
- **Soportes y plataformas de trabajo:** Altura y situación de las plataformas de trabajo instaladas, y de los pipes existentes y/o a instalar.
- **Feeder:** 1/2" hasta 25 metros. 7/8" hasta 50 metros y 1 5/8" para longitudes superiores. Siempre queda a estimación del técnico encargado del replanteo la longitud del cable. Aunque para instalaciones genéricas con equipos al lado de las torres y paneles en la parte superior de la misma tomaremos como longitud de los *feeders* la altura de la torre + 5 metros.
- **Radioenlace:** Hay que indicar dónde se va a colocar la salida de transmisión, en caso de compartir pipe con algún panel o parábola hay que dejarlo bien indicado. Debemos indicar la altura de colocación de las parábolas, la orientación y el tamaño de las mismas.
- **Caseta, cuarto habilitado o lugar de ubicación de equipos exteriores:** Identificar el espacio del que vamos a disponer para la instalación de nuestros equipos. Si el otro operador nos deja hueco en su caseta debemos garantizar que tendremos hueco para nuestro bastidor.

- **BTS a instalar:** Debemos indicar si es indoor u Outdoor. También debemos decidir si es macro o micro y los TRX que vamos a instalar en cada sector. la elección del bastidor en este tipo de replanteos dependen en gran medida del hueco que vamos a disponer para colocarlo. El operador dueño del emplazamiento es el que decide el sitio donde ubicarnos.

Será muy importante generar un extenso reportaje fotográfico que deberá constar de panorámica desde el punto exacto de colocación del sistema radiante. Fotografías en la orientación de cada uno de los sectores y lugar de colocación de los equipos. Al ya existir una torre construida será muy importante poder subir a la misma para tener una visión exacta desde la altura a la que colocaremos nuestros sistema radiante.

Realización de planos de planta y alzado referenciados al norte donde aparezcan la torre con todos los sistemas radiantes, el bastidor a instalar, la caseta y en general todos los elementos de los que consta el site. Aquí volvemos a hacer hincapié en la necesidad de caracterizar todos los elementos de los que consta actualmente el site identificando la naturaleza de cada uno para poder realizar cambios a posteriori.

10.6 Replanteo en azotea o terraza.

En este tipo de replanteos lo primero que debemos hacer es tomar las cotas del edificio; altura total, superficie de la azotea, existencia o no de casetón y altura del mismo.

Debido a los posibles obstáculos que nos podemos encontrar en la parte superior de un edificio es necesario garantizar que la dirección de radiación u orientación de los paneles y parábolas está asegurada.

Los sistemas radiantes en este tipo de instalaciones se pueden colocar compartiendo mástil o usar un mástil para cada uno de los elementos.

- **Mástil Único:** En caso de la existencia de un casetón y/o si no nos encontramos con ningún obstáculo procederemos a instalar un mástil único. El uso de mástil único estará también limitado por las dimensiones de la terraza ya que debemos tener despejada la primera zona de Fresnel. En caso de ser necesario usaremos antenas mimetizadas.

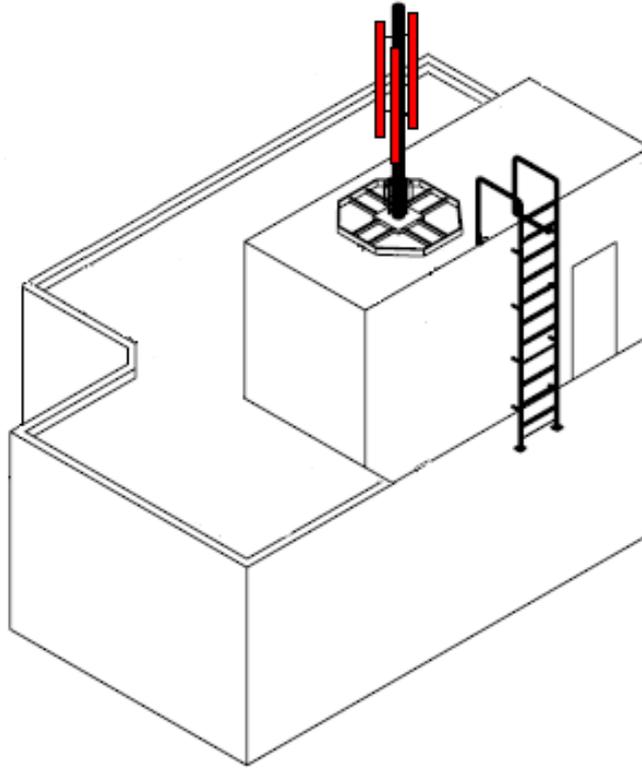


Ilustración 60: mástil único en edificio

- **Mástiles compartidos o individuales:** Para el caso en que alguna(s) orientación(es) tenga(n) obstáculos que impidan la colocación de un solo mástil procederemos a distribuir el sistema radiante. Tendremos que colocar un mástil por sector o bien, si es posible un mástil compartido para dos sectores y un sector por separado. En caso de ser necesario usaremos antenas mimetizadas. Siempre tendremos que tener en cuenta la separación máxima del borde para dejar libre la primera zona de Fresnel.

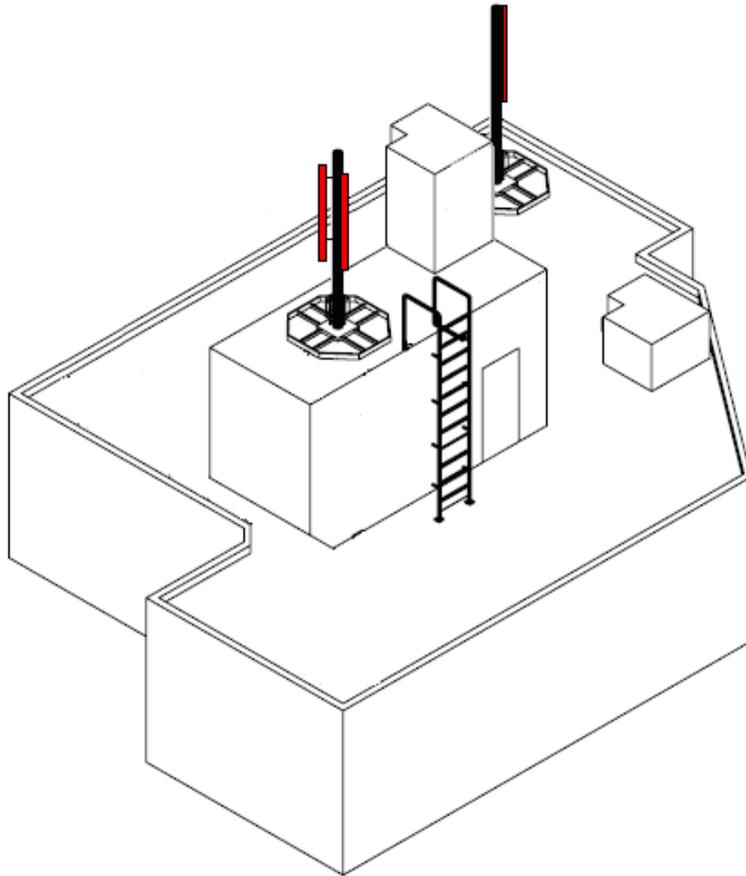


Ilustración 61: distribución de mástil compartido y mástil individual

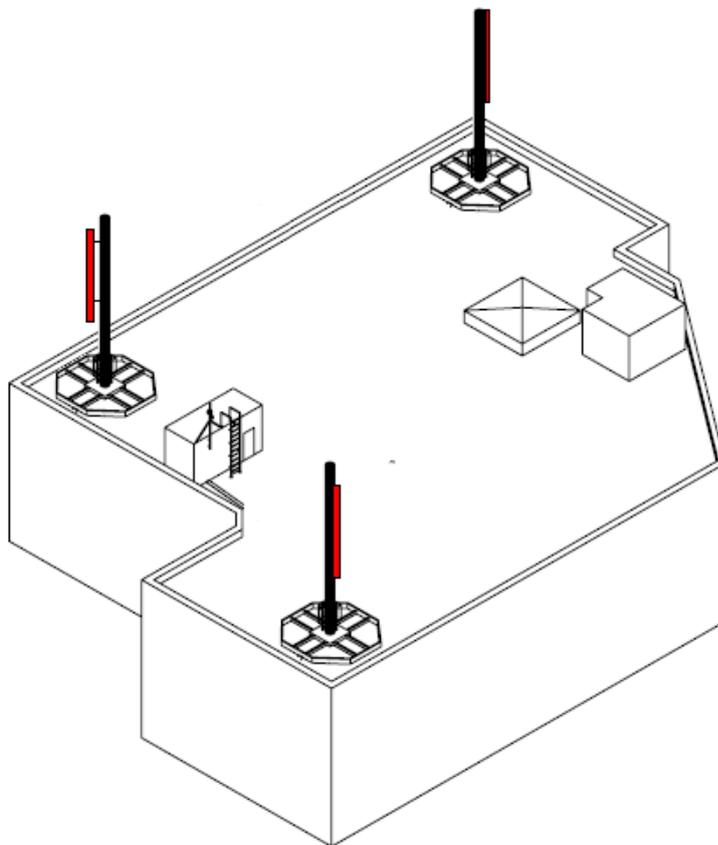


Ilustración 62: ejemplo de distribución en mástiles individuales en edificios

- **Feeder:** 1/2” hasta 25 metros. 7/8” hasta 50 metros y 1 5/8” para longitudes superiores. Siempre queda a estimación del técnico encargado del replanteo la longitud del cable. En terrazas siempre se intentará usar cable de 1/2” en la medida de lo posible debido a la complicación del manejo de los otros.
- **BTS a instalar:** Debemos indicar si es indoor u Outdoor. También debemos decidir si es macro o micro y los TRX que vamos a instalar en cada sector. En terrazas el tipo de instalación a priorizar será el de una micro de Outdoor colocada lo más cerca del sistema radiante. De esta manera nos aseguramos que podemos usar cable de 1/2”.
- **Radioenlace:** Hay que indicar dónde se va a colocar la salida de transmisión, en caso de compartir pipe con algún panel o parábola hay que dejarlo bien indicado. Debemos indicar la altura de colocación de las parábolas, la orientación y el tamaño de las mismas. En configuraciones de mástil único se intentará colocar en la medida de lo posible junto al sistema radiante y en caso de mástiles separados se intentará colocar parábola compartiendo pipe con un panel.
- **Caseta:** Indicar si vamos a instalar caseta para los equipos o si estos van a ser de exterior. Como regla general, y siempre y cuando sea técnicamente viable, la caseta se ubicará lo más cerca posible de los casetones existentes en el edificio (escaleras de acceso a la azotea/ascensores).

El reportaje fotográfico a realizar incluye lo siguiente:

- Panorámica en la azotea o terraza desde la altura donde vamos a colocar nuestro sistema radiante.
- Fotografía de cada uno de los sectores. Si están en mástiles separados hacer también una panorámica desde la ubicación de cada uno de los sectores.
- Fotografías detalladas de la azotea/terraza y del lugar donde se va a colocar nuestro sistema radiante.
- Fotografía del lugar donde se va a colocar la caseta y/o donde vamos a instalar nuestro bastidor.
- Fotografía de los obstáculos que nos podamos encontrar para la transmisión.
- Realización de planos de planta y alzado referenciados al norte donde aparezcan la terraza/azotea con todos los sistemas radiantes, el bastidor a instalar, la caseta y en general todos los elementos de los que consta el site.

10.7 Replanteo en azotea o terraza compartida.

Este tipo de replanteos es bastante más delicado que el caso de las torres. Hay que tener en cuenta que los vecinos no estarán por la labor de facilitar el aumento de sistemas radiantes. También será delicado el tema de colocación de nuevos soportes y de nuevos bastidores por limitaciones de espacio y/o peso.

En este tipo de replanteos lo primero que debemos hacer es tomar las cotas del edificio; altura total del mismo; superficie de la azotea, existencia o no de casetón y altura del mismo.

Una vez acotado el edificio procedemos a analizar qué tipo de instalación podemos realizar.

- **Instalación de Mástil Único:** Si la comunidad de propietarios permite la instalación de nuevos soportes en caso de la existencia de un casetón y/o si no nos encontramos con ningún obstáculo procederemos a instalar un mástil único. En caso de ser necesario usaremos antenas mimetizadas. Siempre tendremos que tener en cuenta la separación máxima del borde para dejar libre la primera zona de Fresnel.
- **Instalación de Mástiles compartidos o individuales:** Para el caso en que alguna(s) orientación(es) tenga(n) obstáculos que impidan la colocación de un solo mástil procederemos a distribuir el sistema radiante. Tendremos que colocar un mástil por sector o bien, si es posible un mástil compartido para dos sectores y un sector por separado. En caso de ser necesario usaremos antenas mimetizadas. Siempre tendremos que tener en cuenta la separación máxima del borde para dejar libre la primera zona de Fresnel.
- **Compartición de mástiles:** En caso de que la comunidad de propietarios no permita la colocación de nuevos soportes procederemos a compartir mástiles con el operador que nos ofrece la compartición. En este caso es muy importante dejar claro el espacio del que vamos a disponer y si para nuestra planificación radio nos es válido. En caso de que debamos modificar la orientación prevista y/o que tengamos problemas para ajustar el downtilt debemos de consultar al responsable radio del site.
- **Compartición del sistema radiante:** Es la última opción que se baraja. Se intentará que siempre podamos tener tilts independientes, lo cual implica tener disponibles 2 bocas libres en el panel. Dejar claro si vamos con dos bocas independientes del panel o si nos tenemos que diplexar con el otro operador. Consultar siempre con el responsable radio del site.
- **Sistemas radiantes instalados:** altura, dimensiones y orientación de los paneles, referencia de altura, tecnología, forma de anclaje a la azotea/terrace, pipes libres...

- **Feeder:** 1/2” hasta 25 metros. 7/8” hasta 50 metros y 1 5/8” para longitudes superiores. Siempre queda a estimación del técnico encargado del replanteo la longitud del cable. En terrazas siempre se intentará usar cable de 1/2” en la medida de lo posible debido a la complicación del manejo de los otros.
- **BTS a instalar:** Debemos indicar si es indoor u Outdoor. También debemos decidir si es macro o micro y los TRX que vamos a instalar en cada sector. En terrazas el tipo de instalación a priorizar será el de una micro de Outdoor colocada lo más cerca del sistema radiante. De esta manera nos aseguramos que podemos usar cable de 1/2”.
- **Radioenlace:** Hay que indicar dónde se va a colocar la salida de transmisión, en caso de compartir pipe con algún panel o parábola hay que dejarlo bien indicado. Debemos indicar la altura de colocación de las parábolas, la orientación y el tamaño de las mismas. En configuraciones de mástil único se intentará colocar en la medida de lo posible junto al sistema radiante y en caso de mástiles separados se intentará colocar parábola compartiendo pipe con un panel.
- **Ubicación de los equipos:** Indicar si hay cuarto habilitado y/o caseta del otro operador con sitio disponible. En caso contrario nuestros equipos van a ser outdoor.

El reportaje fotográfico a realizar incluye lo siguiente:

- Panorámica en la azotea o terraza desde la altura donde vamos a colocar nuestro sistema radiante.
- Fotografía de cada uno de los sectores. Si están separados hacer también una panorámica desde la ubicación de cada uno de los sectores.
- Fotografías detalladas de la azotea/terraza, del lugar donde se encuentran los sistemas radiantes del otro operador(es), y de la ubicación exacta de donde irá nuestro sistema radiante.
- Fotografía de la caseta existente y/o donde vamos a instalar nuestro bastidor.
- Fotografía de los obstáculos que nos podamos encontrar para la transmisión.
- Realización de planos de planta y alzado referenciados al norte donde aparezcan la terraza/azotea con todos los sistemas radiantes, el bastidor a instalar, la caseta existente y en general todos los elementos de los que consta el site.