

SISTEMAS DE TELEFONÍA FIJA Y MÓVIL

UD04_02: Implantación de una Estación Base



Índice

UD04_02 IMPLANTACIÓN DE UNA ESTACIÓN BASE

9.- Diseño planificación, estudio e implementación de una estación base de telefonía

9.1.- Introducción

9.2.- Diseño de la Estación Base (BTS)

9.3.- Planteamiento del problema

9.3.1.- Estudio del área a cubrir

9.3.2.- Tipos de emplazamientos

9.3.3.- Definición de los objetivos

9.4.- Replanteo

9.4.1.- Estudio previo del replanteo

9.4.2.- El trabajo de campo

9.4.2.1.- Replanteo de una torre nueva

9.4.2.2.- Replanteo en azoteas o terrazas de emplazamientos compartidos

9.4.2.3.- Replanteo en espacio compartido con otros operadores (emplazamiento compartido o co-site)

9.5.- El acceso a la red de transporte: la salida de transmisión

9.5.1.- Estudio del perfil

9.5.2.- Estudio del radioenlace. Requisitos mínimos

9.5.3.- Frecuencias reservadas para radioenlaces

9.5.4.- Montaje de radioenlaces

9.5.4.1.- Descripción del sistema

9.5.4.2.- Unidad para interiores

9.5.4.3.- Unidad para exteriores

9.5.4.4.- Antenas

9.5.4.5.- Instalación

9.5.4.6.- Herramientas

9.5.4.7.- Cableado

9.5.4.8.- Alineación

9.5.4.9.- Pruebas

9.5.4.10.- Protocolo de pruebas de aceptación

9.5.4.11.- Conclusiones

9.5.4.12.- Recomendaciones

9.6.- Sistema radiante para GSM, DCS y UMTS

9.7.- Integración de la estación base en una red GSM

9.8.- Integración del nodo B en una red 3G

9.8.1.- Estudio para el dimensionado de una red UMTS

9.8.1.1.- Métodos para el aumento de la capacidad

9.8.2.- Escenarios de instalación

9.8.2.1.- Equipamiento UMTS indoor

9.8.2.2.- Equipamiento UMTS outdoor

9.8.2.3.- Especificaciones técnicas

9.8.2.4.- Verificación de un nodo B

9. Diseño, planificación, estudio e implantación de una estación base de telefonía

9.1 Introducción

En esta Unidad de Trabajo se describirá a nivel práctico todo el proceso real de implementación de una estación base. Repasando los aspectos que se deben tener en cuenta previos al levantamiento de una nueva estación base desde el punto de vista del operador. De esta forma se verá en qué condiciones el proyecto de construir e integrar un nuevo punto en la red es o no factible.

Para esto en primer lugar se hará el planteamiento del problema, al que deben ir asociados el estudio del área a cubrir, la definición de los objetivos que se pretenden alcanzar con las obras, así como en casos en los que la solución esté sujeta a alguna condición particular, tener en cuenta tanto la solución como posibles alternativas en caso de imprevisto.

El siguiente punto a tener en cuenta será la posibilidad de incorporar la estación en la red, considerando el caso de operadoras sin despliegue de telefonía fija las cuales se ven en la obligación de conseguir esto mediante el diseño y montaje de radioenlaces. A la búsqueda y diseño de este acceso a la red se le denomina comúnmente "salida de transmisión", y puede llegar a ser un problema en según qué circunstancias para que una ubicación que a primera vista parece perfecta para cubrir una zona, se vea comprometida. Finalmente se realizará la descripción hardware de una estación 2G y 3G, presentando una serie de elementos de mercado que se utilizan hoy día para tal fin y que ayudarán a tener una idea más clara de qué es físicamente una BTS/Nodo B.

9.2 Diseño de la Estación Base (BTS)

Las fases de diseño podrían resumirse en:

1º) Definir el tipo de instalación. Pueden distinguirse 3 tipos:

- Compartición: Emplazamiento de otro operador sobre el que solicitaremos instalar nuestros equipos, por lo que deberemos de iniciar el proceso de petición de los recursos necesarios para poder levantar nuestro emplazamiento.
- Emplazamiento *co-site*: Ya tenemos una BTS en dicho emplazamiento de nuestra propiedad y queremos instalar una nueva tecnología en el *emplazamiento*. Cuando esto, sucede el lugar candidato ya está creado, pero para la tecnología que ya existe, luego tendremos que actualizar la información del *emplazamiento* (nominal) con la tecnología adicional que añadimos.
- Nuevo emplazamiento: En este caso no existe construcción sobre la que "apoyar" la nueva estación, por lo que será necesario:
 - Buscar ubicación para la nueva estación que satisfaga sus necesidades.
 - Adquisición de la propiedad y establecimiento de las condiciones de explotación junto con el técnico de planificación radio.

2º) Replanteo: En el replanteo se fijan exactamente las características de nuestra nueva BTS (altura de antena, metros de cable, ubicación de los equipos, etcétera) y dará como resultado dos documentos:

- Final (FSC): Aquí se recogerá de forma resumida las principales características del sitio (tipo y número de antenas, número de sectores, tipo de bastidor...) así como los datos para la ubicación del mismo (coordenadas, dirección, nombre del nuevo *emplazamiento*...).
- Documento gráfico aprobado por el ingeniero responsable del *emplazamiento*, en el que se desarrolla la obra que se va a acometer. De especial importancia en este documento son las alturas de las antenas, así como las longitudes de cables que las unirán a los equipos. También vendrán las orientaciones de las antenas.

3º) Fase de obra: Durante esta fase será cuando se lancen los "pre-pedidos" del material:

- Sistemas radiantes: Antenas, diplexores, cables, latiguillos, splitters...
- Transmisión - Parábolas que darán la salida de transmisión al emplazamiento
- Equipos: Se trata del bastidor y los elementos que integra el Hardware necesario para la transmisión y recepción (TX/RX), que podrán ir en caseta o no (indoor/outdoor).

4º) Tras realizar físicamente la obra será hora de la fase de Integración y Encendido de la misma.

5ª) Una vez que la estación esté dando servicio a la zona, se desplazará allí los equipos especiales de medida para que realicen medidas de campo a fin de comprobar que la estación cursa tráfico con normalidad y cubre la zona que se pretendía.

9.3 Planteamiento del problema

Qué se pretende cubrir y qué se puede hacer para ello son las cuestiones básicas que se plantean a la hora de enfrentarse al problema de dar cobertura a una zona. A continuación se exponen distintos casos y comentarios de situaciones comunes.

9.3.1 Estudio del área a cubrir

Cuando se realiza el trabajo de campo para encontrar una ubicación óptima para nuestra estación es necesario tener en consideración las características de la zona a cubrir, tales como densidad de población, densidad de usuarios, orografía del terreno, perfil de las construcciones, separación entre éstas, zonas verdes... así como la posible evolución temporal del sitio en estudio: edificios en construcción, espacios industriales/comerciales en desarrollo, ferias y/o festejos asociados al lugar en determinadas fechas que requieran una previsión, etcétera.

Éste trabajo será el realizado por parte del técnico de campo, o en su defecto el ingeniero en transmisión de radio, encargado de la visita y planificación del nuevo punto, o como se le llama comúnmente, el nuevo "emplazamiento".

Los tipos de entorno a cubrir se engloban en las siguientes categorías:

- Urbano denso: Se considera entorno urbano denso al entorno compuesto por edificios altos y poco espaciados entre sí. Para discernir entre urbano y urbano denso suele asociarse al concepto "denso" uno de los siguientes casos:
 - Edificios de más de 40 metros.
 - Distritos financieros.
 - Bloques de edificios regularmente espaciados, próximos entre si y de altura mayor o igual a 30 m.
 - Áreas especialmente densas.
 - Centros antiguos de ciudades grandes con edificios de altura menor o igual a 40 m.
- Urbano: Se considera entorno urbano a la situación que se corresponda con alguno de los siguientes contextos.
 - Un gran edificio / rascacielos aislado de más de 40 m.
 - Zona compuesta por pequeños grupos de edificios cuya altura es mayor o igual a 40 m.
 - Bloques de edificios espaciados por zonas verdes de manera no uniforme y altura media de 30 m.
 - Área de ciudad con densidad media de calles y sin distribución uniforme, pero en las que se pueden diferenciar entre calles principales y secundarias, y se aprecia la distribución de las estructuras. Estas zonas pueden contener algo de vegetación y poseen una altura media inferior a 40 m.
- Suburbano: Se engloban en esta categoría:
 - Zonas industriales y comerciales con edificios de gran planta, en torno a 800 m² y de altura inferior a 20 m. espaciados entre 20 m o más.
 - Zonas residenciales compuestas por chalés de altura menor a 15 m y zonas verdes.
- Rural: Pueblos en entornos rurales y zonas abiertas sin vegetación dentro de entornos más densos como ciudades o zonas residenciales.
- Carreteras: Como referencia de esta catalogación, a continuación se muestra una relación de la distancia inter-emplazamiento que se suele dejar en función del tipo de entorno en el que nos encontremos:

Tipo de Entorno	Distancia Inter-emplazamiento
Denso Urbano	600 m
Urbano	825 m

Suburbano	1650 m
Rural y Carreteras	7000 m

En función del entorno en el que nos encontremos será necesario conferir a la estación determinadas características para alcanzar los objetivos deseados. Estos objetivos representan determinados niveles de potencia para los cuales se considera que el servicio proporcionado alcanza el nivel deseado.

9.3.2 Tipos de emplazamientos

En función de la fase del despliegue en la que se encuentre la red varían las distancias entre los emplazamientos. Estas distancias, que serán las que determinen el mallado de la red, están definidas a partir de los resultados del "*Link Budget*", que no es más que la suma de todas las ganancias y pérdidas entre el transmisor y el receptor para establecer un rango de potencia en el que los niveles de señal sean correctos para la comunicación.

En cuanto a los tipos de emplazamientos, podemos catalogarlos en cuatro grupos principales:

- **Macro-celda:** Serán las estaciones que constituyan la primera capa de la red, cubriendo los objetivos mínimos de cobertura y capacidad. Pretenden dar cobertura generalizada a una zona, tratando, en la medida de lo posible, de evitar zonas *oscuras*.
- **Micro-celdas:** Constituyen la segunda capa de red (junto con las pico-celdas). Serán estaciones cuyo objetivo sea cubrir las zonas *outdoor* oscuras del despliegue de la macro-celda. Por esto suelen tener menor potencia de emisión, al encargarse de espacios más reducidos, reforzando la cobertura de una zona específica.
- **Pico-celdas:** Es el mismo concepto que el de las micro-celdas pero diseñadas para interior (*indoor*), reforzando la señal en el interior de edificios.
- **Emplazamientos rurales:** Encargado de cubrir una zona amplia con baja demanda de capacidad, típicamente carreteras y zonas rurales.

Una estación se encuentra típicamente dividida en tres partes: equipos, sistema radiante, y parábola. Los equipos serán el conjunto de la electrónica capaz de recibir/transmitir la información. El sistema radiante serán los dispositivos capaces de radiar la señal emitida por los equipos, y de recibir la transmitida por los equipos terminales de usuario hacia estos, de forma eficiente. Por su parte, la parábola será el sistema radiante que posibilita un enlace directo con otra estación o que, por ejemplo enlace hasta el controlador de la estación base / red de radio (BSC/RNC), por medio de un radioenlace con visión directa.

En función del lugar sobre el que se instalan los equipos, podemos diferenciar además los siguientes casos:

- **Emplazamiento** construido en terraza. Dentro de esta categoría de *emplazamientos* podemos distinguir entre:
 - **Indoor:** Se considera que en el interior de la construcción habrá una zona reservada adecuada para los equipos.
 - **Indoor con refugio (*shelter*):** La zona interior reservada no reúne las condiciones idóneas, por lo que los equipos irán dentro de un refugio.
 - **Outdoor con armario (*cabinet*):** Los equipos no tienen zona reservada en el interior de la construcción, por lo tanto es necesario que estén protegidos del medio por un armario diseñado para ello.
- **Emplazamiento** construido en torre: En este caso los equipos deberán ir dentro de un *cabinet outdoor* o de un *shelter* si es *indoor* (los equipos van en caseta).
- **Otros:** En el caso de micro/pico-celdas, y en los llamados "diseños especiales", no es inusual encontrar sistemas radiantes anclados a pared con *kits* especiales. En lo concerniente a equipos, suelen ser *indoor* (con o sin *shelter*, según el caso y las condiciones del lugar que alberga los equipos).

Sin embargo, a la hora de tratar el despliegue de red como un conjunto, se hace necesaria una tipología más representativa del trabajo a abordar. De ahí que para la estimación de la rentabilidad y la satisfacción de una nueva estación, se hable en términos de la siguiente clasificación de emplazamientos:

- **Repliegue:** Despliegue de una BTS con el objetivo de cubrir una sombra derivada de la desinstalación de otra estación previamente desplegada.
- **Municipio sin BTSs adyacentes:** Despliegue en un municipio donde actualmente no hay cobertura o bien en uno donde la cobertura conseguida es residual, debido a alguna otra BTS no próxima, cuyo objetivo de despliegue no era dar servicio al municipio estudiado.
- **Municipio con BTSs adyacentes:** Despliegue de una estación en un municipio con cobertura parcial debida a BTSs próximas o adyacentes, cuyo objetivo de cobertura era precisamente el municipio en estudio.
- **Centros de ocio/comerciales:** Despliegue realizado para dar cobertura a un recinto con tránsito elevado de visitantes. En esta tipología se incluyen Centros Comerciales, Aeropuertos, Recintos feriales y palacios de congresos, ...
- **PAUs/Nuevos desarrollos urbanísticos:** Despliegue para dar cobertura a un PAU (Plan de Actuación Urbana) o un área de nueva construcción en grandes ciudades.
- **Polígonos Industriales:** Despliegue en áreas industriales para dar servicio a las distintas empresas allí establecidas.
- **Carreteras:** Despliegue para dar servicio de forma prioritaria a un tramo de carretera.
- **Ferrocarriles:** Despliegue para dar servicio de forma prioritaria a un tramo de vía férrea.
- **Co-site :** Despliegue de una BTS de 900 MHz co-ubicada con otra estación previa de 1800.

9.3.3 Definición de los objetivos

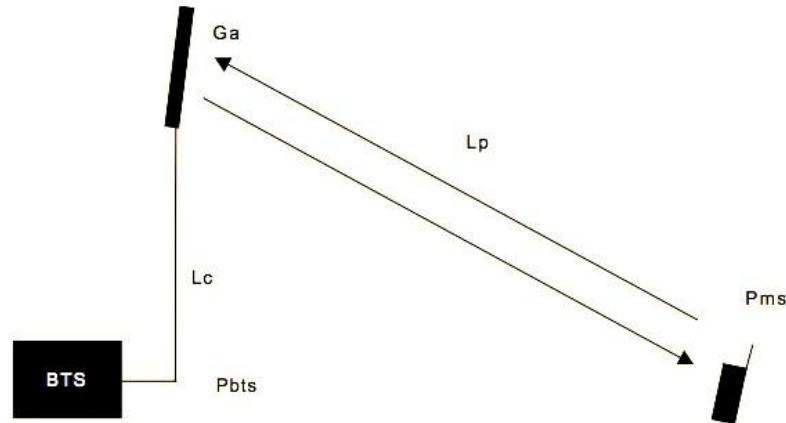
El objetivo de dar cobertura a cierta área se traduce en que, una vez instalada la estación, a los equipos de usuario comprendidos en el área de interés les llegue un nivel de señal suficiente para establecer y mantener la comunicación con una calidad superior a un mínimo establecido. Dicho mínimo dependerá del tipo de entorno que estemos considerando.

Es de especial relevancia para este punto los conceptos de "balance de enlace" y "sensibilidad de un equipo":

- **Balance de enlace:** Es la relación existente entre la potencia que llega al receptor y la que fue entregada al transmisor a través de pérdidas y ganancias del trayecto.
- **Sensibilidad:** Será la potencia mínima de señal que debe recibir el equipo para interpretar correctamente la información transmitida.

Con esto, en la siguiente figura se muestra un esquema básico de la comunicación entre la estación y el terminal de usuario:

Parámetros básicos



PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	VALOR TÍPICO
Pbts	Potencia de transmisión de la estación base	X
Lc	Pérdidas en cables y conectores	4 dB
Ga	Ganancia de la antena	8 dBd - 15 dBd
Lp	Pérdidas de propagación en el aire	<i>función de la distancia</i>
Pms	Potencia de transmisión del móvil	33 dBm (2 w)
Sbts	Sensibilidad de la Estación Base	-110 dBm
Sms	Sensibilidad del móvil	-102 dBm

Los umbrales de cobertura que se consideran a la hora de dar por bueno el servicio dependen de dos factores:

- El contexto
- La tecnología

En la documentación a presentar se detallan los requisitos que una estación debe cumplir para considerar que alcanza el mínimo exigido en cuanto a calidad de cobertura. Unos valores típicos de la señal mínima que debe llegar al móvil del área cubierta dependiendo del entorno en el que se encuentre son:

Entorno	Nivel Mínimo Recibido	Cobertura
Urbano denso	-64 dBm	Interior de edificios en zona urbana densa
Urbano	-70 dBm	Interior de edificios en zona urbana
Suburbano	-78 dBm	Interior de edificios en zona suburbana
Carretera en área rural	-82 dBm	Coche
Rural	-90 dBm	Exterior, Zona rural
Marginal	-95 dBm	Cobertura MS Alta sensibilidad

9.3.4 Legalización

Para mantener una red telefónica de calidad, es importante de disponer del mayor número de nodos de red como sea posible, asegurando así, llegar a todos los puntos de la geografía y en las zonas de mayor densidad, conseguir repartir la carga de tráfico entre más estaciones. Pero los operadores no disponen de tantas propiedades, espacios o suelo donde realizar estas instalaciones por lo que la mayoría de las estaciones de telefonía móvil se realizan sobre espacios arrendados y aquí es donde entra en juego el departamento de adquisiciones de la operadora.

Una vez definida el área de búsqueda, los agentes adquirentes contactan con los propietarios de los terrenos o edificaciones que cumplan las condiciones del operador. Si este está interesado en arrendar el espacio necesario para los equipos, el punto pasa a ser un candidato. Una vez confeccionada una lista de puntos potencialmente candidatos a la instalación, se realiza una visita técnica al emplazamiento. En esta visita se reúnen interesados de cada departamento: radio, implantación, transmisión... con el fin de elegir el/los puntos que finalmente acogerán las instalaciones.

Los adquirentes deben de negociar con la propiedad los términos y condiciones del contrato por el que se cede el espacio necesario. Dependiendo de la calidad del punto la renta varía, ya que al igual que con un inmueble, no cuesta lo mismo el m² en el centro de Madrid que una zona rural. Para hacernos una idea, en

zonas céntricas se puede llegar a pagar 7.000 € anuales, mientras que en zonas poco pobladas o rural la cifra queda por debajo de los 1.000 €.

La operadora debe asegurarse en contrato el acceso 24x7 al emplazamiento, sobre todo de cara a futuras actuaciones en el punto ante una avería por ejemplo. En todo caso, cada negociación se debe tratar como única y a veces la propiedad es la que marca las condiciones de acceso, ya sea por seguridad u otros motivos.

Con el acuerdo y firma del contrato de arrendamiento es posible seguir con los trámites para el inicio de las obras. Como en cualquier obra civil, se deben solicitar unos permisos y licencias de obra que varían según el Ayuntamiento del municipio donde los instalamos. Con las licencias de obra en orden, se pueden comenzar los trabajos de adecuación e instalación de los diversos elementos. La función principal de los agentes adquirentes una vez todo esta tramitado, es la de intermediar entre la operadora y los propietarios.

Es habitual también compartir emplazamientos entre operadores, llegando a acuerdos globales por zonas en las que un operador cede espacio en la torre ya instalada con el fin de abaratar los costes. No solo entre operadores de telefonía móvil se llegan a estos acuerdos, otras empresas que poseen instalaciones como puede ser Retevisión (filial de Abertis, encargada de transmitir señales de TV y radio en España), operadores regionales e incluso sectores que en un principio son competidores directos de la telefonía móvil como puede ser instalaciones WIFI, llegan a acuerdos económicos por el bien común y reducción de costes. Para las empresas es vital minimizar los costes de mantenimiento, además de conseguir una red amplia.

9.4 Replanteo

El replanteo radio es uno de los procesos mas importantes dentro del despliegue de una red de comunicaciones móviles. En este apartado se dan una lista de tareas obligatorias a realizar para un correcto replanteo y además se ofrece una serie de consejos para facilitar el trabajo del técnico de radio.

Una vez que el técnico entregue el informe con 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.

9.4.1 Estudio previo del replanteo

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 el número de sectores, la orientación de los mismos, el tipo de panel a usar y el tipo de RBS (*Radio Base Station*).

Para UMTS distinguiremos dos tipos de RBS o nodo B a instalar: Macro y *Main remote* (cabezas remotas, sólo aplicable en terrazas o azoteas). Para GSM y DCS se instala Macro. Siempre se instalan equipos *Indoor* como primera opción en cualquier tecnología (GSM, DCS y UMTS). En caso que no se puedan instalar equipos *Indoor* se instalarán *Outdoor*.

9.4.2 El trabajo de campo

Ya en el emplazamiento, una vez tomados todos los datos identificativos del *emplazamiento* (dirección y coordenadas) útiles para su identificación y procesamiento en las bases de datos del despliegue, 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, replanteos en terrazas/azoteas y replanteos *co-site*.

9.4.2.1 Replanteo de una torre nueva

El trabajo a realizar en una torre nueva se puede resumir en los siguientes pasos:

1. Torre: identificar el tipo de torre que vamos a colocar (tubular o de celosía) y la altura total de la misma.
2. Sistema radiante: altura y orientación de los paneles, así como dejar constancia con respecto a que se toma la referencia de altura (base, azotea, suelo...).
3. Cableado: generalmente se emplean tiradas de coaxial que pueden tener secciones de 1/2" ($\approx 1,5 \text{ mm}^2$) para tramos cortos, 7/8" ($\approx 2,5 \text{ mm}^2$) para intermedios y 1+5/8" ($\approx 4 \text{ mm}^2$) para

tramos largos. La longitud de la tirada de coaxial puede variar en función de los criterios de diseño del operador (por ejemplo, Vodafone no permite el uso de cables con sección de 4 mm², sin embargo su empleo en Orange es común), pero como referencia podemos establecer:

Sección	GSM	DCS	UMTS
1/2" (≈1,5 mm ²)	1 – 20 m	1 – 20 m	1 – 30 m
7/8" (2,5 mm ²)	20 – 40 m	20 – 40 m	30 – 50 m
1 + 5/8" (4 mm ²)	Mayor de 40 m	Mayor de 40 m	Mayor de 50 m

Se utilizarán líneas de fibra óptica en caso de configuración de "cabezas" remotas. La longitud de los cables será siempre determinada por el técnico de radiofrecuencia que acuda al replanteo.

4. Minienlace, *Minilink* (MLK): Hay que indicar donde se va a colocar la salida de transmisión (altura con respecto al suelo y orientación) tanto en el emplazamiento que se replantea como en el emplazamiento por donde sale la transmisión (remoto). Es muy importante verificar físicamente que hay espacio suficiente para el nuevo radioenlace en el *rack* de transmisión del emplazamiento remoto.
5. Caseta o cuarto habilitado: Identifica el espacio del que vamos a disponer para la instalación de nuestros equipos.
6. RBS a instalar para GSM/DCS/UMTS: Macro ya sea *Indoor* u *outdoor*.

El reportaje fotográfico a generar estará compuesto por:

- Panorámica desde el punto exacto de colocación de la torre.
- Fotografías en la orientación de cada uno de los sectores.
- Lugar de colocación de la caseta.
- Ubicación del MLK (parábola) en el *emplazamiento* de salida de transmisión (remoto).
- LOS (*Line of Sight* – Línea de Vista) desde este emplazamiento hacia la futura ubicación de la torre.
- *Rack* de transmisión del emplazamiento remoto.

Este reportaje será de suma importancia, dado que si una vez que el técnico ha realizado la visita se debe buscar alguna solución alternativa por algún imprevisto, el ingeniero encargado de la estación podrá tomar decisiones al respecto sin personarse físicamente en el emplazamiento, con el consiguiente ahorro de tiempo y dinero.

9.4.2.2 Replanteo en azoteas o terrazas de emplazamientos compartidos

En este tipo de replanteos lo primero que se realiza es la toma de cotas del edificio:

- Altura total
- Superficie de la azotea
- Existencia o no de caseta
- Altura de la caseta (en caso de que exista)

Una vez acotado el edificio procedemos a analizar que 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 caseta y/o si el técnico no ve ninguna objeción, se procede a instalar un mástil único. En caso de ser necesario se propondrán antenas mimetizadas. Siempre se deberá tener en cuenta la separación máxima del borde de la azotea respecto al sistema radiante para dejar libre la primera zona de Fresnel.
- Instalación de Mástiles compartidos o individuales: Para el caso en que alguna orientación tenga obstáculos que impidan la colocación de un solo mástil, se propondrá distribuir el sistema radiante. Tendremos que colocar un mástil por sector o bien, si es posible, un mástil compartido para dos sectores y otro para el tercero (en caso de una estación trisectorial). En caso de ser necesario se propondrán antenas mimetizadas. Al igual que en el caso anterior, siempre tendremos que tener en cuenta la separación máxima del borde para dejar libre la primera zona de Fresnel.
- Comparición de mástiles: En caso de que la comunidad de propietarios no permita la colocación de nuevos soportes y de que ya exista infraestructura de otro operador, se procede a solicitar y, en caso afirmativo, compartir mástiles con el operador existente. En este caso es muy importante

dejar claro el espacio del que vamos a disponer y si para nuestra planificación radio nos es valido. En caso de que debamos modificar la orientación prevista y/o que tengamos problemas para ajustar el *downtilt*, el técnico siempre deberá consultar *in-situ* al ingeniero de radiofrecuencia responsable del *emplazamiento* para poder dar una solución sin necesidad de una segunda visita.

- Compartición del sistema radiante: Es la última opción que se baraja. Se intentara disponer siempre *tilts* independientes, lo cual implica tener disponibles 2 tomas libres en el panel. Es de suma importancia en este caso dejar claro si nuestra estación dispondrá de dos tomas independientes del panel o si por el contrario deberá ir diplexada con el otro operador. Al igual que el caso anterior, al ser este un tema critico, se deberá notificar y solucionar con el ingeniero de radiofrecuencia *in-situ*.

Una vez determinado el tipo de instalación que se llevará a cabo, se deben concretar:

- Sistemas radiantes a instalar: altura, dimensiones y orientación de los paneles, referencia de altura, tecnología, forma de anclaje a la azotea/terraza, modelo de paneles, etcétera. Esta información se deberá hacer por sector siempre que corresponda.
- Longitud y sección de las tiradas de cable coaxial por sector.
- RBS a instalar: si es *indoor* u *outdoor*, macro o *main remote*.
- MLK: Hay que indicar también donde se va a colocar la salida de transmisión tanto en el *emplazamiento* replanteado como en el remoto. Como ya se ha mencionado, habrá que verificar que hay espacio suficiente para el nuevo radioenlace en el *rack* de transmisión del emplazamiento remoto.
- Ubicación de los equipos: Indicar si hay cuarto habilitado y/o caseta del otro operador con sitio disponible en caso de comparticiones. En estos casos, el otro operador tiene obligación de dejarnos por lo menos una zona donde situar los equipos. Si esto no fuese así nuestros equipos se planificarán como *outdoor*.

El reportaje fotográfico a generar en este caso será el 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 así como fotografía de todas las opciones posibles para remotos.
- Fotografía de la ubicación del MLK en el remoto, así como fotografía de la línea de vista (LOS) desde este *emplazamiento* hacia la ubicación del *emplazamiento* replanteado. Añadir fotografías del *rack* de transmisión del emplazamiento remoto.

9.4.2.3 Replanteo en espacio compartido con otros operadores (emplazamiento compartido ó *co-site*)

La diferencia entre un replanteo completamente nuevo y un replanteo *co-site* es que en un replanteo *co-site* ya existe una tecnología instalada o replanteada. Las directivas de replanteos en torre o azotea se mantienen pero también hay que seguir las siguientes directrices:

- Paneles o Antenas: Siempre que sea posible, las antenas o paneles deberán ser monobanda, es decir, una antena por tecnología. En el caso que esto no sea posible, se pueden usar antenas duales o tribanda. UMTS tiene que ir independiente siempre que sea posible.
- Las tiradas tienen que ser independientes por tecnología. En caso de que esto no sea posible, se diplexará o triplexará cuando sea necesario. UMTS tiene que ir independiente siempre que sea posible.

9.5 El acceso a la red de transporte: la salida de transmisión

Para que la información que recoge la estación base (*Base Transceiver Station*, BTS) llegue a la red de transporte y con ello a su destino, la BTS debe enlazar con el controlador de la estación base (*Base Station Controller*, BSC). Esto puede hacerse de dos formas, o bien mediante red fija (cableada) o a través de radioenlaces. Se presentan a continuación los aspectos básicos para la segunda solución. Así como algunos ejemplos de implementación física ilustrados mediante esquemas de los mismos.

En el diseño de radioenlaces deben tenerse en cuenta varios efectos vinculados con la propagación. La pérdida de señal durante su propagación, para un enlace con visibilidad directa, respecto a las pérdidas en el espacio libre viene determinada por la suma de las contribuciones siguientes:

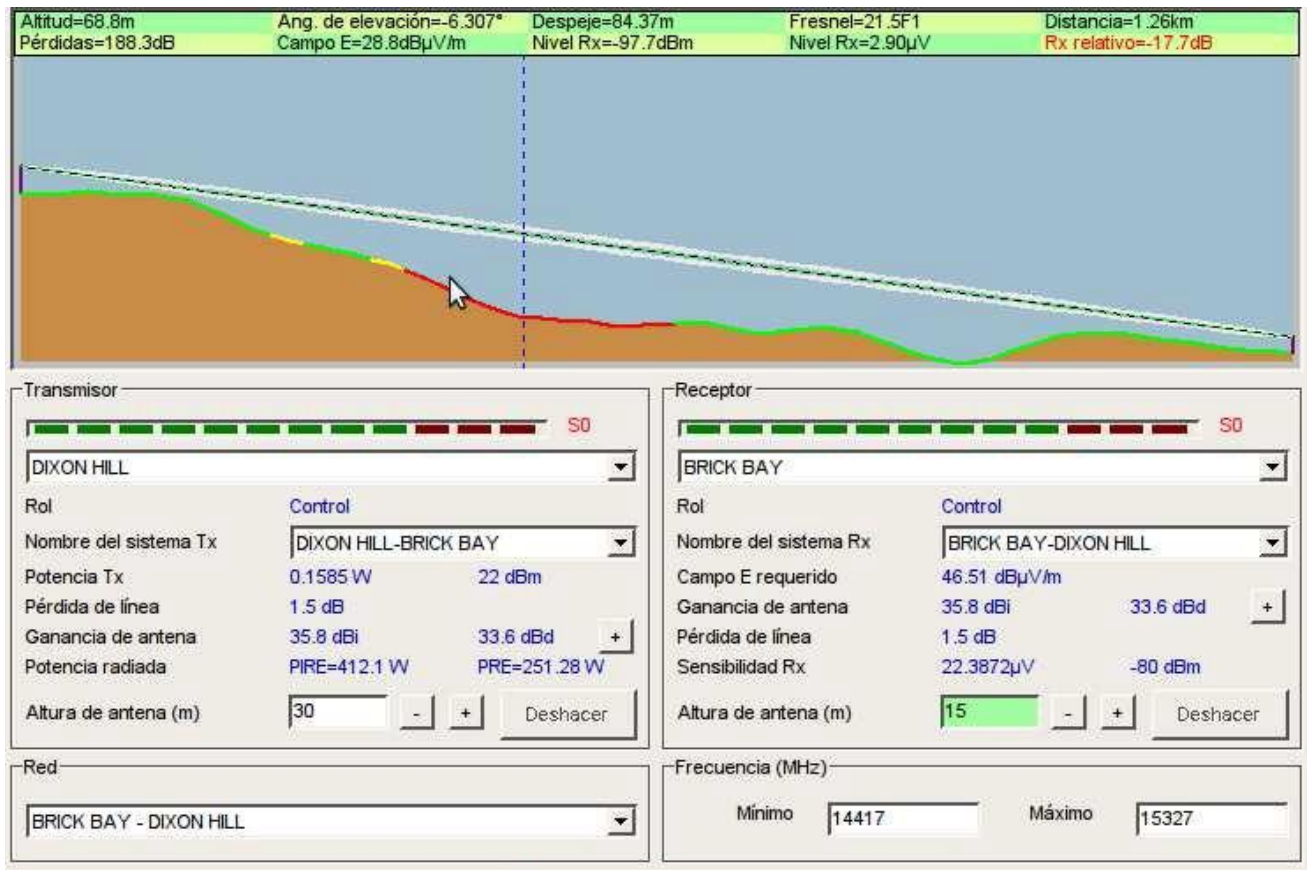
- Atenuación debida a los gases atmosféricos.
- Desvanecimiento por difracción debido a la obstrucción parcial o total del trayecto: es el factor que determina la altura de las antenas.
- Desvanecimiento debido a la propagación por trayectos múltiples, la dispersión del haz y desalineamiento de la antena (cuyo origen son las capas extremadamente refractivas de la atmósfera).
- Desvanecimiento debido a la propagación por los trayectos múltiples que se originan por reflexión en la superficie.
- Variación del ángulo de llegada en el terminal receptor y del ángulo de salida en el terminal transmisor debida a la refracción.
- Atenuación debida a las precipitaciones o a otras partículas sólidas presentes en la atmósfera (lluvia, nieve, granizo y niebla (UIT-R P.840)).
- Atenuación debida a las tormentas de arena y polvo.

Cada una de estas contribuciones tiene sus características propias en función de la frecuencia, la longitud del trayecto y la ubicación geográfica del radioenlace. Además se han de añadir en los cálculos del radioenlace las pérdidas de propagación producidas por las siguientes contribuciones:

- Reducción de la discriminación por polarización cruzada (XPD) producida en condiciones de cielo despejado y de precipitaciones que puede deteriorarse suficientemente como para causar interferencia co-canal y, en menor medida, interferencia de canal adyacente.
- Distorsión de la señal debida a desvanecimientos selectivos en frecuencia y a retardos durante la propagación por trayectos múltiples.

9.5.1 Estudio del perfil

Existen software y bases de datos orográficas para la realización de perfiles/líneas de vista de un vano previo a su replanteo físico. Se realizan estos estudios de oficina para establecer el listado de posibles remotos para un nuevo punto, viendo de esta forma la viabilidad a priori de éste.



Con ayuda de estos programas podemos realizar las siguientes acciones:

- Comprobar la viabilidad de un enlace en base a los informes orográficos del terreno.
- Añadir obstáculos al perfil para estudiar su influencia en las zonas de Fresnel y estudiar pérdidas asociadas y posibles soluciones.
- Eliminar el efecto de las pérdidas debidas a algún obstáculo que tras el reconocimiento de la zona se ha comprobado que no influirá en el enlace.
- Probar con varias configuraciones de equipos y potencias para ajustar la potencia recibida al umbral mínimo, evitando así interferencias en vanos vecinos, y teniendo en cuenta factores como altura máxima de parábola impuesta, tamaño máximo de parábola impuesta, restricción de frecuencias de portadora por interferencias de radioenlaces "On Air" (o con diseños anteriores al nuestro) o por falta de licencia.
- Estudiar cómo interferirá el nuevo vano en los radioenlaces ya diseñados y/o implementados.

Naturalmente y como ya se mencionó en el apartado dedicado a la fase de replanteo, nunca se aprobará un vano sin antes haber replanteado in-situ ambos extremos de éste.

9.5.2 Estudio del radioenlace. Requisitos mínimos

Para validar un radioenlace se deben verificar las condiciones que se listan a continuación. Los valores que se dan son un orden de magnitud de referencia, ya que están sujetos a las particularidades de cada caso y al criterio de diseño de cada operador.

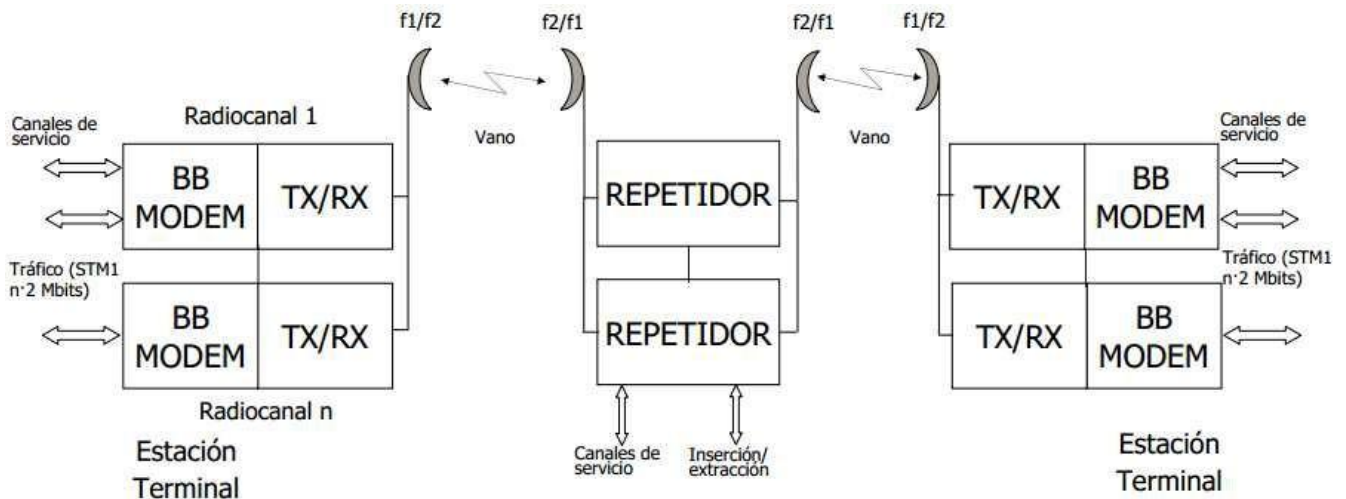
- Margen de campo (*Field Margin*): Consideramos con él las pérdidas asociadas a un posible desalineamiento de las parábolas (alrededor de 1 dB) o las debidas a la degradación del enlace por interferencias (alrededor de 1 dB). De esta manera habremos previsto estos dos efectos adversos considerando pérdidas de 2 dB.
- Margen de desvanecimiento (*Fade Margin*): La propagación atmosférica, cuando existe desvanecimiento selectivo, produce picos de atenuación denominados *Notch* que afectan a ciertas frecuencias. Cuando la potencia está concentrada en una banda pequeña, como en radioenlaces digitales de baja y media capacidad, estos picos aparecen como una atenuación plana dentro de

la banda. En cambio, en los radioenlaces digitales de alta capacidad se produce una deformación del espectro muy notoria. Debido a esto, se debe garantizar siempre para el *Fade Marging* un valor mínimo de alrededor de 23dB en PDH y unos 30dB en SDH (teniendo en cuenta los 2 dB de *Field Margin* en todas las frecuencias, para garantizar este valor incluso en el caso de mayor degradación del umbral permitido por interferencia).

- La tasa de errores graves en un segundo (*Severely Errored Second Ratio, SESR*): Definimos esta tasa como el periodo de un segundo que contiene un número de bloques erróneos mayor o igual del 30% sobre el total de los comprendidos por éste.

Aplicando la recomendación UIT-R F.1668 ("Objetivos de característica de error para los enlaces inalámbricos fijos digitales utilizados en las conexiones ficticias de referencia y trayectos ficticios de referencia de 27 - 500 km"), en la que se recogen los objetivos para la tasa de SESR, se establecen los criterios que el Ingeniero de Acceso Radio debe cumplir en el diseño de vanos PDH y SDH. Podemos considerar como valor común un SES < 30seg/peor mes en cada vano, aunque este valor variará con la topología de red que consideremos.

- Criterio de disponibilidad: Aplicando la recomendación UIT-R F.1493 ("Objetivos de disponibilidad para radioenlaces digitales reales que forman parte del tramo nacional de un trayecto digital a velocidad binaria constante que funciona a la velocidad primaria o a velocidades superiores"), en la que se recogen los objetivos de disponibilidad, se establecen los criterios que el Ingeniero de Acceso Radio debe cumplir en el diseño de vanos PDH y SDH. Un valor típico a cumplir es asegurar una indisponibilidad por lluvia inferior al 0,006% para el peor mes en cada vano del anillo, pudiendo llegar a exigirse que sea inferior al 0,002% en topologías de varios elementos distribuidos en cadena.



9.5.3 Frecuencias reservadas para radioenlaces

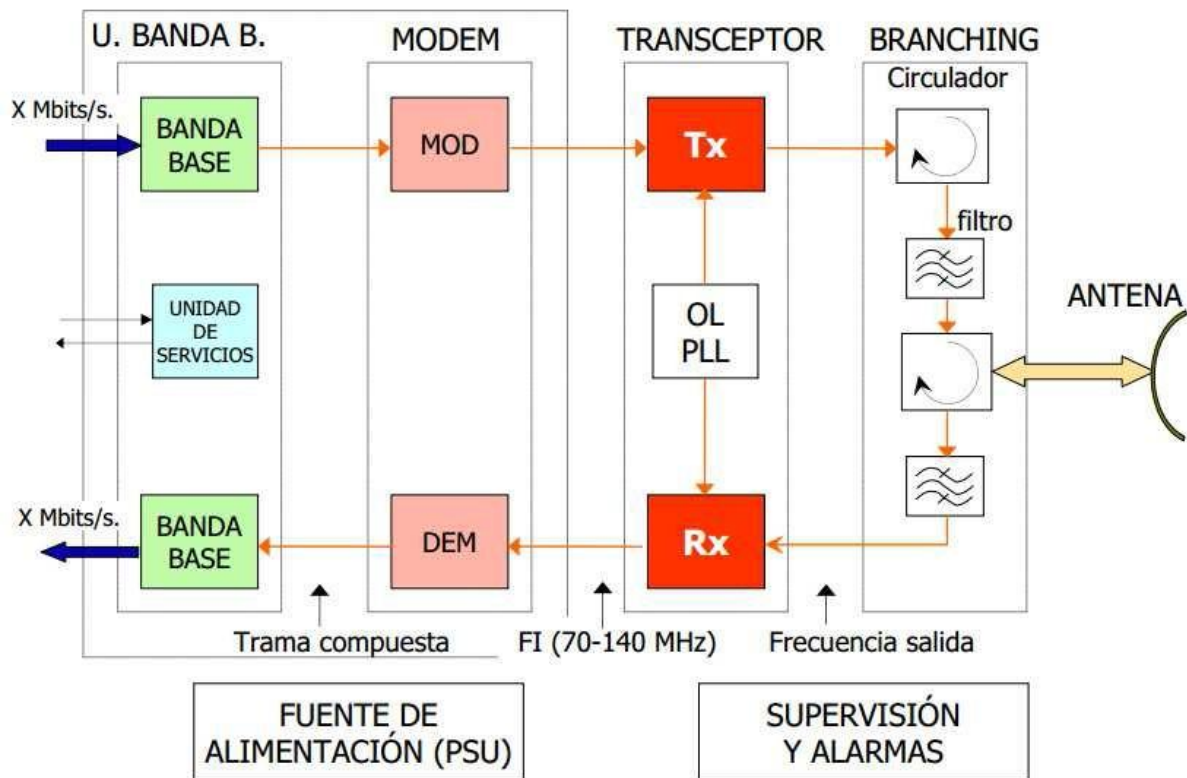
El espacio radioeléctrico es limitado y está controlado por las entidades competentes. Se definen una serie de frecuencias y canales destinados para los radioenlaces de telefonía fija y móvil.

- A la hora de utilizar una frecuencia u otra deben tenerse en cuenta algunos puntos: En la medida de lo posible se emplearán frecuencias de portadora altas para los radioenlaces, dado que a frecuencias bajas:
 - Aumenta el efecto del desvanecimiento multirayecto especialmente para bandas de frecuencias bajas (6GHz, 13GHz, 15GHz).
 - La señal tiene mayor alcance y las bandas son limitadas, por lo que solo se utilizarán en caso de necesidad porque las estaciones distan mucho entre ellas y no se obtenga solución por aumento de parábolas o potencia transmitida.
- Técnicas de Diversidad de Frecuencia. Para este tipo de enlaces no suelen usarse, dado que:
 - Empeora el factor de disminución de la tasa de SES.
 - Necesidad de 2 portadoras de frecuencia distintas.
 - Aumento de la interferencia generada, puesto que aumenta la necesidad en espectro.
- Para pasar al diseño del enlace previo a la instalación hay que seleccionar el canal de frecuencia correspondiente. Esto se realiza mediante el análisis de interferencias en nuestra herramienta.

- Una vez diseñado el enlace y comprobado que no es degradado demasiado por parte del resto de enlaces (degradación mayor de 1dB), deberá verificarse siempre que nuestro enlace no degrada a su vez a otros que ya estén en funcionamiento.

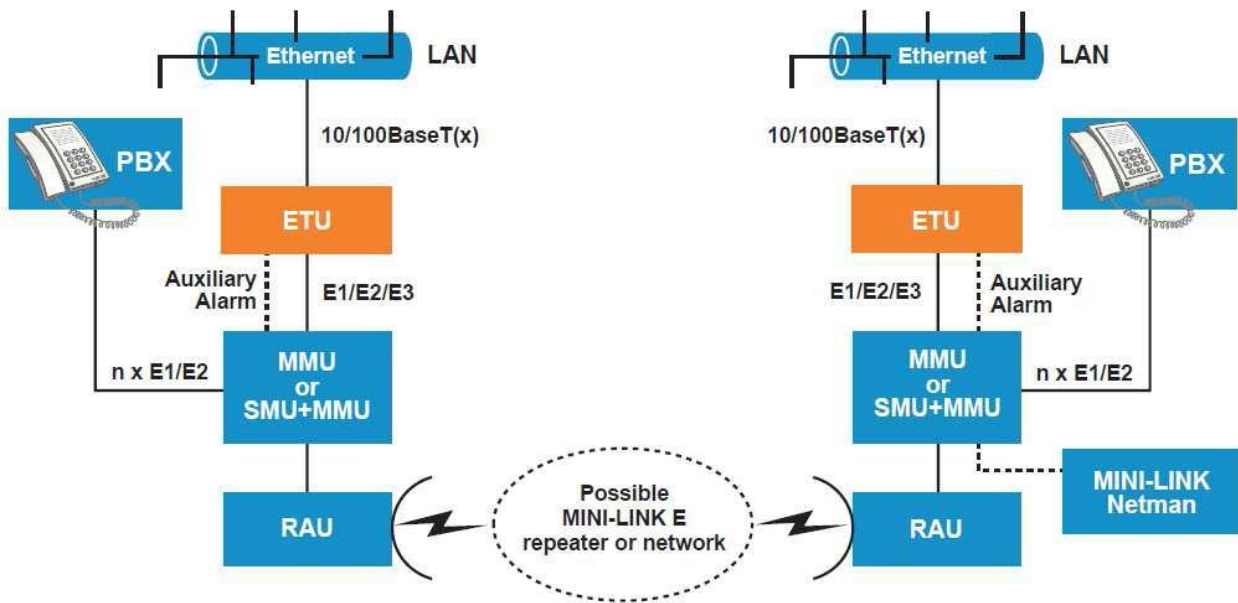
9.5.4 Montaje de radioenlaces

Básicamente, un enlace vía microondas consiste en tres componentes fundamentales: el transmisor, el receptor y el canal aéreo. El transmisor es el responsable de modular una señal digital a la frecuencia utilizada para transmitir; el canal aéreo representa un camino abierto entre el transmisor y el receptor, y, como es de esperarse, el receptor es el encargado de capturar la señal transmitida y llevarla de nuevo a señal digital.



El factor limitante de la propagación de la señal en enlaces microondas es la distancia que se debe cubrir entre el transmisor y el receptor, además esta distancia debe ser libre de obstáculos. Otro aspecto que se debe señalar es que en estos enlaces, el camino entre el receptor y el transmisor debe tener una altura mínima sobre los obstáculos en la vía. Para compensar este efecto se utilizan torres para ajustar dichas alturas.

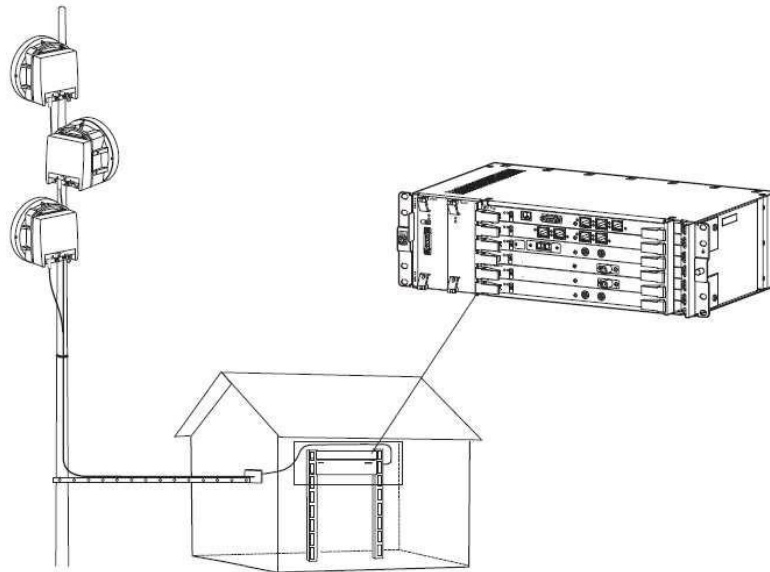
Una solución comercial de radioenlace es la denominada *Mini-Link E* del fabricante Ericsson. Se trata de un enlace punto a punto en la banda de radio de microondas (7 GHz a 38 GHz) que se aplica a cualquier requerimiento donde se necesite acceso y transmisión de banda ancha con características para redes totalmente flexibles, de alta confiabilidad y rápida instalación tanto en configuraciones simples, estrella o de anillo. También son posibles otras aplicaciones tales como conexión inalámbrica para accesos de banda ancha y redes de comunicaciones privadas.



9.5.4.1 Descripción del sistema

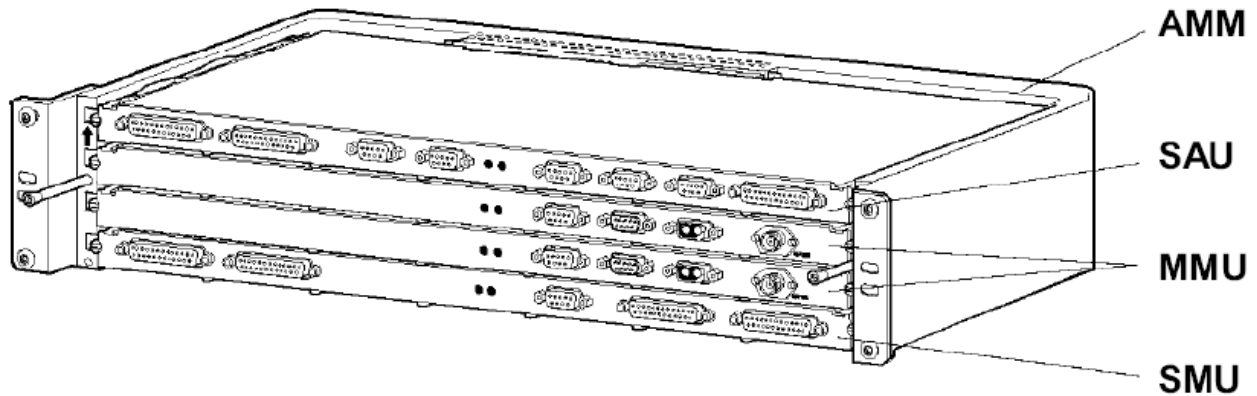
En general, la serie *MINI-LINK E* de radioenlaces se divide en dos partes bien diferenciadas:

- La unidad para interiores (Indoor), también conocida como IDU
- La unidad para exteriores (Outdoor), también conocida como ODU



9.5.4.2 Unidad para interiores

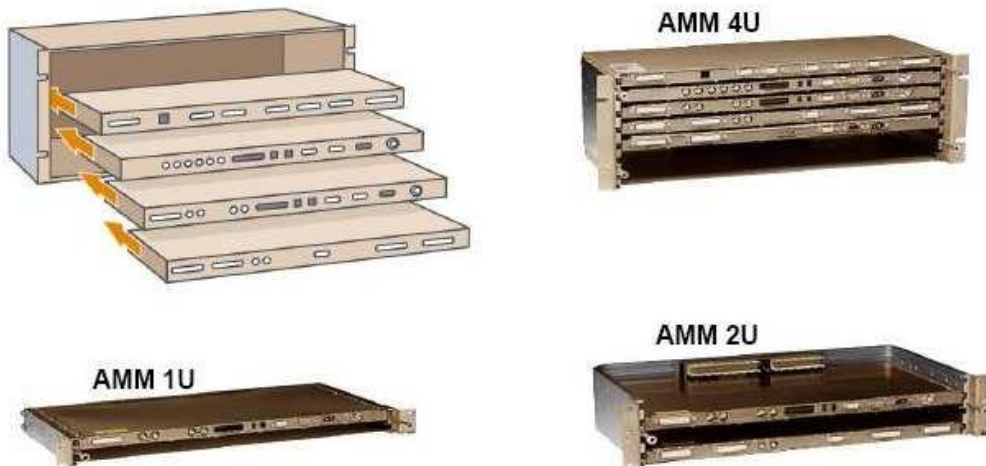
En el sistema Mini-Link E, la IDU es el módulo que se encarga de realizar las etapas de multiplexación, modulación (C-QPSK o 16 QAM) y configuración del equipo. En el equipo para interiores, el módulo de acceso es completamente independiente de la frecuencia, lo cual nos permite utilizar el mismo módulo en todos los enlaces sin importar la banda de frecuencias para la que esté diseñado el enlace, lo que si debemos tomar en cuenta es que se tienen diferentes versiones de los elementos que componen la IDU, las cuales se clasifican según la capacidad de tráfico. El módulo de acceso puede soportar hasta un máximo de cuatro unidades de radio. La IDU consiste en la unidad moduladora (MMU), la unidad de conmutación-multiplexora (SMU) y la unidad de acceso a servicios (SAU). Las tres unidades se conectan en el mismo módulo de acceso. Las unidades SMU y SAU son opcionales, el enlace funciona aun sin estas unidades.



Cuando se diseña un terminal no es necesario instalar forzosamente todas las unidades en este espacio, para optimizar recursos solamente se añaden en el AMM las unidades requeridas para cumplir con las especificaciones y capacidades para las cuales se ha diseñado el sistema.

El módulo para interiores del sistema se muestra en la Figura siguiente, este módulo cubre los siguientes tipos de accesorios:

- Bastidor del módulo de acceso (AMM): El cual almacena las unidades enchufables (MMU, SMU y SAU). El AMM, también proporciona la armazón mecánica y las interconexiones eléctricas entre los elementos enchufados. Este módulo proporciona una base mecánica y las interconexiones eléctricas entre las distintas unidades y panel posterior. El AMM está fabricado de aluminio, las paredes de los lados tienen guías que no permiten que una unidad sea insertada incorrectamente, además, el AMM funciona como un disipador de calor. El AMM está diseñado para ser instalado en racks o armarios de 19".



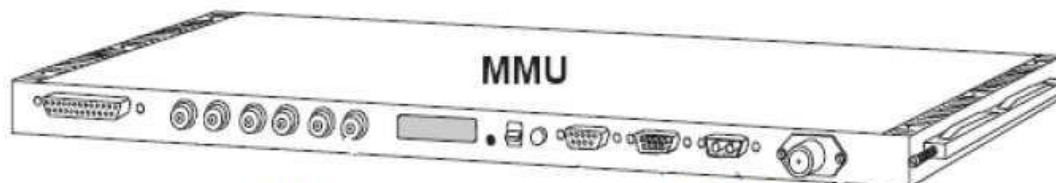
Se tienen diferentes AMM para distintas aplicaciones:

- AMM 1U utilizado en sistemas (1+0), esto significa solamente una unidad MMU y una unidad SMU.
- AMM 2U para un sistema simple o doble. Este puede contener una o dos MMU, una unidad SMU y una unidad SAU.
- AMM 4U para sistemas multi-terminales complejos. Este puede contener hasta cuatro MMU, dos SMU y una SAU.

El panel frontal protege los cables y el frente de las unidades que se conectan al AMM, está perforado al frente para permitir el paso de aire y visualización de los LED de alarmas que se encuentran al frente de las unidades MMU y SAU, además, se encuentra pintado de color gris oscuro. Este panel se cierra a través de una tapadera fabricada de aluminio con 2 ó 4 tornillos, respectivamente, y la misma se mueve hacia abajo para acceder a las unidades instaladas en el AMM.



- Unidad moduladora (MMU): Proporciona las interfaces de tráfico, procesamiento de señales y la interfaz para la unidad de radio (RAU).



MMU para modulación 16 QAM

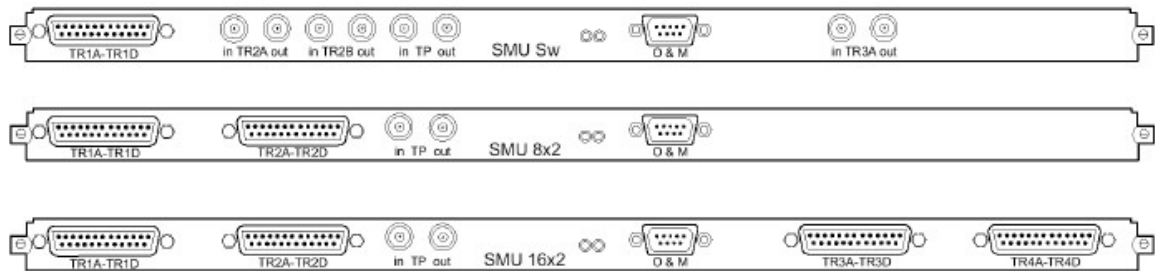
Las capacidades de tráfico los modelos básicos, según su modulación, son:

- Modulación 16 QAM (2x8 Mbit/s): El sistema digital de radio de 17 MB (8 MB x 2) se utiliza para comunicar 8 cadenas de datos a 2.048 Mbit/s (equivalente a 30 canales de voz) entre dos estaciones.
- Modulación C-QPSK (2x2 Mbit/s): El sistema de radio digital de 4 MB (2 MB x 2) se utiliza para comunicar dos cadenas de datos a 2.048 Mbit/s (equivalente a 30 canales de voz) entre dos estaciones.

Las conexiones (interfaces) de la unidad moduladora MMU se encuentran integradas en la misma tarjeta, las distintas interfaces se listan a continuación:

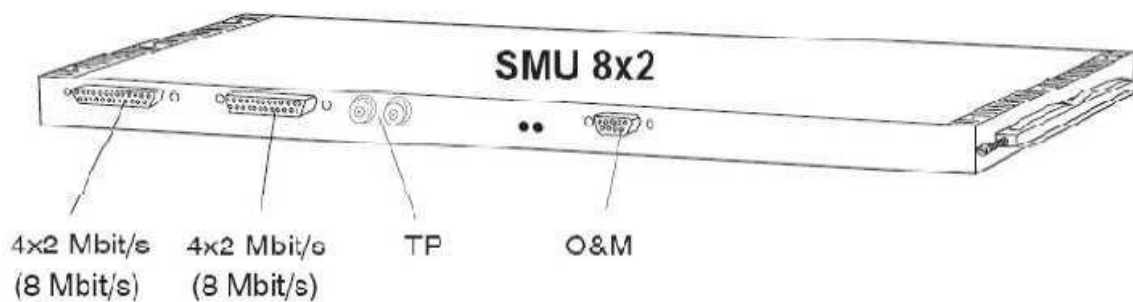
- Interfaz de 4x2 Mbit/s: ésta es una interfaz RS 232C con conector DB25 hembra. Esta interfaz proporciona cuatro cadenas de datos de 2.048 Mbit/s cada una.
 - Interfaz de 8 Mbit/s: interfaz tipo jack hembra. Proporciona una cadena de datos de 8 Mbit/s.
 - Interfaz de 8/34 Mbit/s: interfaz tipo jack hembra. Proporciona una cadena de datos de 8 o 34 Mbit/s según el modelo de MMU que se utilice.
 - 8 Mbit/s: MMU 2X2/8, MMU 8X2.
 - 34 Mbit/s : MMU 34X2.
 - O&M Puerto de Operación y Mantenimiento: interfaz RS 232 con conector DB9 macho. Este es el puerto que se utiliza cuando se quiere acceder al software del equipo.
 - NCC (*Network Communication Channel*): el canal de comunicación de red es una interfaz RS-232 con conector DB9 macho. Se utiliza cuando se necesita interconectar MMU instaladas en diferentes AMM.
 - DC - : interfaz tipo TNC354, utilizada para alimentar la unidad.
 - RAU: interfaz compuesta por un conector tipo N hembra utilizado para interconectar la MMU con la RAU.
- Unidad conmutadora-multiplexora (SMU): Proporciona interfaces de tráfico adicionales de 2 Mbit/s, multiplexores de 2/8 y 8/34 Mbit/s. funciones de conmutación para los sistemas protegidos 1+1, y algunas interfaces para la MMU.

La SMU proporciona protección 1+1 en conmutación y/o multiplexación/demultiplexación para canales de 2 Mbit/s. Esta unidad es la encargada de decidir en un sistema 1+1 cuál de las dos MMU instaladas será la que se encuentre en operación (siempre que esté habilitada la opción conmutación automática) y cual esté en modo *stand-by*. La tarjeta se encuentra en diferentes versiones para diferentes capacidades de tráfico: Sw, 8x2 y 16x2.



Los elementos que componen la SMU son:

- Interfaz de tráfico y *router*.
- Conmutación de canales de tráfico y circuitos de control para protección 1+1 en conmutación y selección de entrada/salida para los multiplexores.
- Control y supervisión.
- Convertidores DC/DC.

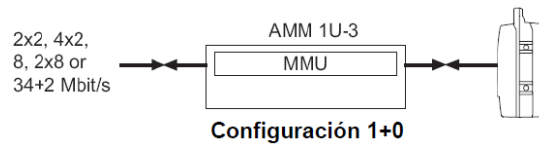


La SMU de la figura está compuesta por dos multiplexores/demultiplexores independientes de 2/8 Mbit/s y el switch de selección 1+1 de MMU. Esta unidad puede manejar hasta ocho señales de tráfico de 2 Mbits/s.

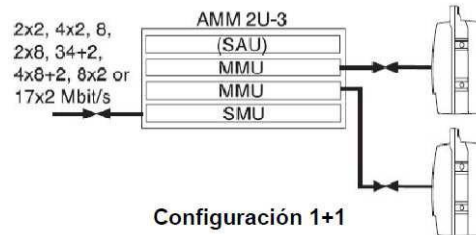
- Unidad de acceso a servicios (SAU), proporciona puertos paralelos de entrada/salida, alarmas externas e interfaces para canales de servicios. Los elementos que componen una SAU básica son:
 - Dos puertos EAC: Canal externo de alarmas, usado para alarmas e información para control desde y hacia otros módulos de acceso que se encuentre en el mismo sitio.
 - Ocho puertos de entrada: Usados para conectar alarmas para supervisar la operación y mantenimiento de la red.
 - Cuatro puertos entrada/salida (selección individual)
 - Procesador de control y supervisión: Controla los puertos de E/S y el reseteo del canal de servicio.
 - Convertidor DC/DC

En general, cualquier unidad *Indoor* puede ser configurada como:

- desprotegida (1+0): Sin canal redundante (de reserva). Requiere, como mínimo de los siguientes módulos:
 - RAU
 - Antena
 - AMM 1U-3 (1 Unidad en el bastidor ó *rack*)
 - MMU
 - Cable de radio para interconexión



- protegida (1+1): Con un canal redundante (de reserva) utilizado en caso de problemas con el canal principal. Requiere, como mínimo, de los siguientes módulos:
 - Dos RAU
 - Dos Antenas
 - Un AMM 2U-3 con dos MMU y una SMU
 - Dos cables de radio para interconexión



La unidad SAU puede ser agregada al AMM para proporcionar alarmas adicionales y control de las interfaces, canales de servicio y algunas otras aplicaciones. Las RAU pueden ser equipadas con antenas individuales o conectadas a una misma antena utilizando un *splitter*. La conmutación automática es válida tanto para *hot stand-by* como *working stand-by*.

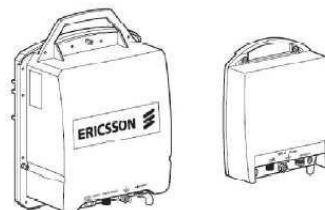
En el modo *hot stand-by*, uno de los transmisores está operando mientras que el otro está a la espera (esto quiere decir, que no está transmitiendo, pero está listo para transmitir cuando sea necesario). Ambas RAU están recibiendo la señal de RF. La MMU selecciona la mejor señal conforme a una lista de alarmas clasificadas, según prioridades asignadas, se conecta a la SMU para la demultiplexación y, luego, al equipo externo.

En el modo *working stand-by*, ambos radios se encuentran operando en paralelo utilizando diferentes frecuencias, lo que se conoce como diversidad de frecuencia.

En realidad ninguna de las dos formas de protección descritas es mejor que la otra. La razón que determina cual de las dos se debe utilizar depende de muchos factores, los cuales se analizan durante la etapa de diseño del sistema.

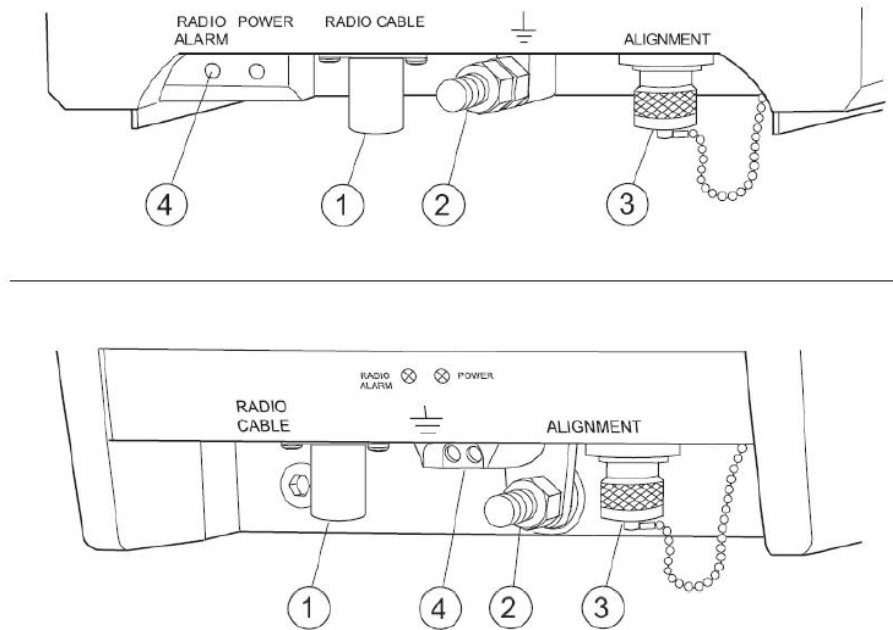
9.5.4.3 Unidad para exteriores

La unidad de radio (RAU) se encarga de generar y recibir la señal de RF y convertirla al formato de señal del cable de radio que conecta la MMU con la RAU. Ésta puede ser combinada con una amplia gama de antenas para una instalación separada o integrada. La RAU se conecta a la antena a través de la interfaz de guía de onda. La desconexión y reemplazo de la RAU puede ser realizado sin afectar el alineamiento de la antena. La energía de DC hacia la RAU es proporcionada por la MMU a través del cable de radio. La RAU está protegida de las inclemencias del tiempo (lluvia, polvo, viento, rayos solares, etc.) por medio de una caja metálica pintada de color gris claro, la cual viene con un mango para levantarla o sostenerla. Se tienen, también, dos ganchos que se utilizan durante la instalación para lograr que la RAU encaje en la antena. Se tienen dos tipos de diseños mecánicos, RAU1 y RAU2 mostrados en la figura siguiente:



La RAU consta de una cubierta, la unidad de microondas, la tarjeta con los circuitos de control y la unidad de filtro. La RAU es independiente de la capacidad de tráfico, la frecuencia de operación depende de la RAU, únicamente y se ajusta en el sitio de instalación. Esta función se realiza con el MSM o, bien, con el interruptor de palanca de la MMU (válido solamente para C-QPSK). El ajuste de los canales de frecuencia está disponible de acuerdo con las recomendaciones de la ITU-R y ETSI.

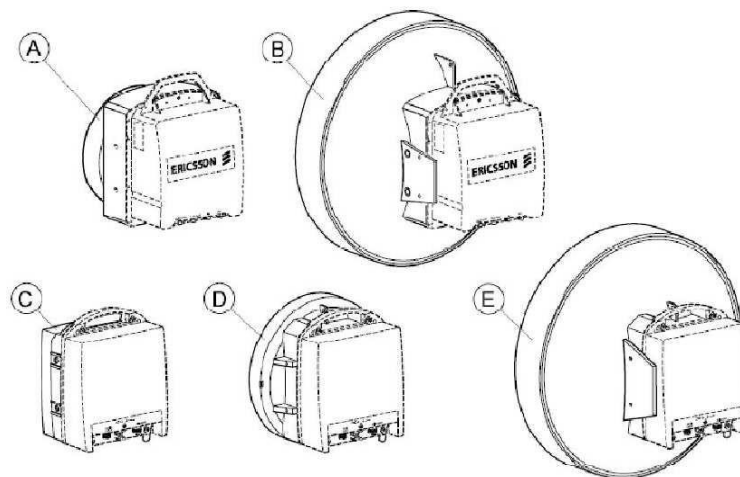
Las conexiones de la unidad externa son:



1. Conexión del cable de radio hacia la MMU. Conector tipo N 50 Ω . El conector está equipado con tubos de gas de descarga para proteger contra las descargas atmosféricas.
2. Punto de protección de tierra, para conectarse con el sistema de tierras.
3. Puerto de prueba, para pruebas de alineamiento de antenas.
4. LED rojo: Unidad de alarma.

9.5.4.4 Antenas

El rango de antenas comprende desde 0.2 m hasta 3.7 m de diámetro, en versión simple o de doble polarización. Todas las antenas son "compactas", esto se refiere a un diseño compacto de perfil bajo. Las antenas arriba de 1.8 m de diámetro pueden ser fabricadas de tal manera que está sea integrada a la unidad de radio (RAU). En la siguiente figura, se muestran los modelos de RAU1 y RAU2 acoplados con diferentes modelos de antenas.



Descripción:

- A. Antena de 0,3 m con RAU1
- B. Antena de 0,6 m con RAU1
- C. Antena de 0,2 m con RAU2
- D. Antena de 0,3 m con RAU2
- E. Antena de 0,6 m con RAU2

Las antenas utilizadas por los radios Mini-Link E corresponden a antenas tipo parábola, las cuales se fabrican de aluminio y son pintadas de color gris claro.

Todas las antenas pueden ser instaladas de forma separada de la unidad de radio RAU; para este tipo de conexión es necesario emplear una guía de onda flexible.

Además, una vez acoplada la antena a la RAU y realizado el alineamiento de la misma, ya no es necesario desmontarla para realizar el mantenimiento. Todas las antenas cumplen con el estándar IEC 154 tipo B con una interfaz de guía de onda que puede ser ajustada para polarización horizontal o vertical.

9.5.4.5 Instalación

Mini-Link E es un sistema modular para interiores con capacidad de tráfico de hasta 17x2 (34+2) Mbit/s. El sistema modular permite agregar nuevas unidades (MMU, SMU o SAU) al bastidor mientras el sistema se encuentra en operación sin ocasionar afectación de tráfico (siempre que el Terminal pertenezca a un sistema protegido 1+1).

La inserción de nuevas unidades enchufables y la actualización automática del software asegura que el tráfico se mantenga operacional durante el reemplazo y la actualización funcional del software.

El software controlador del ruteo de tráfico minimiza el cableado, alcanzando un sistema en donde se ha minimizado la cantidad de cables utilizados reduciendo, así, los puntos de error.

Esta sección describe el procedimiento recomendado para la instalación y puesta en servicio de las unidades descritas en el capítulo anterior que componen las unidades para interiores y para exteriores.

El bastidor donde se instalan las unidades enchufables está diseñado para ser instalado en un rack de 19", según las normas ETSI.

A continuación, se lista el procedimiento recomendado para el montaje e instalación de un sistema Mini-Link E.

- Paso 1. Leer las instrucciones de seguridad
- Paso 2. Instalación de las unidades para interiores
- Paso 3. Instalación del cable para interiores
- Paso 4. Instalación de las unidades para exteriores
- Paso 5. Instalación del cable de radio para exteriores
- Paso 6. Instalación del cable de radio para interiores
- Paso 7. Configuraciones iniciales
- Paso 8. Alineación de la antena
- Paso 9. Configuración del radioenlace
- Paso 10. Pruebas funcionales
- Paso 11. Puesta en servicio del sistema

9.5.4.6 Herramientas

Las herramientas que se utilizarán durante la instalación de las unidades para interiores son:

- Llaves para tuercas 13mm, 18mm y 19mm
- Destornillador Phillips No.1
- Crimpadora para conectores IDC D-sub
- Destornillador Torx TX10, TX20, TX25 y TX30
- Engastadora para cable Micro coaxial y conector DC
- Alicates de corte

Herramientas que se utilizarán durante la instalación de las unidades exteriores:

- Llaves para tuercas 10mm, 16mm, 19mm y 24mm
- Destornillador Phillips No.2
- Destornillador Torx TX20
- Llave hexagonal con manecilla tipo T
- Palanca
- Polímetro Digital
- Brújula

Instalación de unidades interiores:

Paso 1. Asegurarse que todas las herramientas, unidades y accesorios se encuentran disponibles

Paso 2. Instalar el panel para el cable de radio

- Encajar las tuercas del panel en el *rack*
- Encajar el panel para el cable de radio de interiores y el cable de tierra en el *rack*, luego, apretar los tornillos
- Conectar el otro extremo del cable de tierra al punto de tierra más cercano

Paso 3. Instalar la unidad DDU (módulo de distribución de VDC - tensión continua -)

- Encajar las tuercas en el *rack*
- Encajar la DDU en el *rack*, luego apretar los tornillos
- Conectar el cable de tierra a la DDU. Conectar el otro extremo del cable de tierra al punto de tierra más cercano

Paso 4. Instalar la unidad FAN (módulo de refrigeración)

- Asegurarse de dejar, al menos, 1U de espacio libre por encima de la unidad FAN
- Encajar las tuercas en el *rack*
- Encajar la unidad FAN en el *rack* y apretar los cuatro tornillos
- Poner a tierra la unidad

Paso 5. Instalar el AMM

- Encajar las cuatro tuercas en el *rack*
- Encajar en el *rack* el AMM vacío debajo de la unidad FAN (cuando aplica), después, apretar los cuatro tornillos. Asegurarse que el AMM se ha colocado en la posición correcta. Las flechas del AMM deben apuntar hacia arriba
- Instalar el panel frontal y girar la tapadera 90° en dirección de las agujas del reloj para cerrarlo
- Conectar el cable de tierra del AMM al punto de tierra más cercano

Paso 6. Instalar la tapa frontal

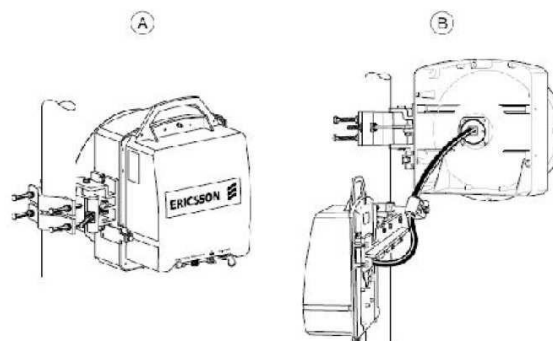
- Encajar las cuatro tuercas en el *rack*
- Encajar la tapadera en el *rack* y apretar los cuatro tornillos

Paso 7. Insertar las unidades enchufables

- Abrir el panel frontal del AMM. Quitar el panel frontal durante la inserción si la última posición (Posición inferior) será utilizada
- Remover las tapaderas de protección de las posiciones a utilizar
- Aflojar los dos tornillos de las unidades enchufables hasta que la ranura de los tornillos se encuentre alineada con la cara frontal de las unidades enchufables
- Empujar la unidad enchufable en dirección del AMM. Asegurarse que la flecha dibujada en la cara frontal de la unidad enchufable apunte hacia arriba
- Apretar los tornillos hasta el fondo. Asegúrese que la cabeza de los tornillos

Instalación de unidades para exteriores:

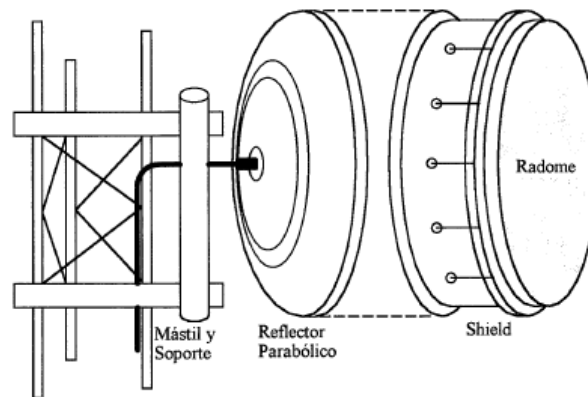
Esta sección describe el procedimiento recomendado para la instalación de la unidad para exteriores. En la figura siguiente, se observa que existen dos formas de instalar la unidad de radio a la antena:



- A. La instalación de la unidad de radiofrecuencia integrada a la antena
- B. La instalación de la unidad de radiofrecuencia separada de la antena

Paso 1. Asegurarse que todas las herramientas, unidades y accesorios se encuentran disponibles

Paso 2. Ensamblar la antena



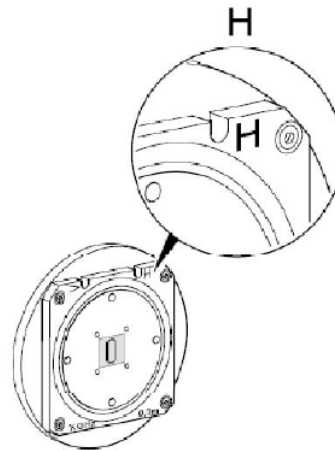
- Colocar el armazón de madera que contiene la antena y el *radome* sobre el suelo (la parte de atrás del plato de la antena apuntando hacia arriba)
- Remover la parte de atrás del armazón sin retirar los cuatro separadores de esponja. Retirar la caja que contiene el cable alimentador y la montura de la antena
- Levantar del armazón el plato que trae adjunto el *radome* y girarlo 180 grados
- Quitar el *radome* del plato
- Encajar los dos paneles protectores al plato, utilizando arandelas y tornillos, apretando estos con la mano. Asegúrese que la marca del panel protector está colocado sobre la marca del plato de la antena
- Colocar los dos sujetadores de acero sobre las uniones de los paneles protectores
- Encajar los dos paneles protectores, utilizando arandelas y tornillos, apretando estos con la mano
- Apretar los tornillos colocados al borde del plato y luego proceder a apretar los tornillos de las uniones de los paneles protectores;
- Sujetar el *radome* con 16 tornillos y arandelas;
- Girar la antena sobre una superficie limpia, plana y eliminar los separadores. Los tornillos ya no se usarán por lo que se podrán poner aparte

Paso 3. Instalar la montura de la antena

- Sujetar la montura a la antena utilizando los tornillos. Apretar los tornillos con la herramienta adecuada
- Quitar el ajuste de elevación de la montura
- Sujetar el ajuste de elevación a la montura en la posición correcta, apretar el tornillo más largo del ajuste de elevación con la mano
- Liberar el ajuste de azimut del soporte angular
- Sujetar el ajuste de azimut al soporte angular en la posición correcta

Paso 4. Instalar el cable alimentador (*feeder*) en la antena

- Sujetar el *feeder* a la antena
- Decidir la polarización de la antena:
 - Polarización vertical: Colocar el *feeder* de tal forma que la letra "V" se lea correctamente cuando se vea por detrás de la antena, además, el agujero en forma de óvalo del plato de polarización debe apuntar hacia la letra "V", Sujetar el *feeder* con los cuatro tornillos.
 - Polarización horizontal:
 - Colocar el *feeder* de tal forma que la letra "H" se lea correctamente usando se vea por detrás de la antena, Sujetar el *feeder* con los cuatro tornillos
 - Aflojar dos de los tornillos, manteniendo el plato de polarización del *feeder* en su posición
 - Rotar el plato de polarización 45 grados en dirección de las agujas del reloj. Asegúrese que el agujero en forma de óvalo del plato de polarización apunta hacia la letra "H". Sujetar el plato de polarización con los dos tornillos retirados anteriormente.



Paso 5. Instalar la antena en la montura

- Localizar el punto de referencia utilizando una brújula para determinar la dirección a la cual la antena debe apuntar. Esta acción debe realizarse estando en el suelo ya que el metal de la torre puede afectar el funcionamiento de la brújula. Las coordenadas a las cuales debe apuntar la antena son proporcionadas por el cliente
- Determinar la altura a la cual se debe instalar la antena basándose en los datos proporcionados por el cliente
- Sujetar el perno al soporte angular alrededor del poste justo debajo de donde se instalará la antena. Apretar los tornillos con la mano
- Alinear el perno basándonos en el punto de referencia. La parte cerrada del perno debe estar 90 grados en dirección de las agujas del reloj respecto de la posición a la cual apuntará la antena
- Apretar el perno proporcionando el torque adecuado
- Levantar la antena hasta la altura especificada utilizando una polea instalada en la estructura de la torre
- Colocar la montura de la antena sobre el perno, previamente, instalado. Asegure la antena al poste utilizando los dos pernos restantes. Apretar los tornillos con la mano
- Asegurar el ajuste de azimut "H" a la montura de la antena. Apretar el tornillo del ajuste de azimut aplicando el torque adecuado

Nota: Para evitar que la antena caiga, se asegura el cable (o lazo) a la antena enganchando la misma a través de un gancho de acero (nunca caminar por debajo de cargas que están siendo levantadas).

Paso 6. Instalar unidad de radio "A" o "B"

Opción 1: Unidad de radio integrada a la antena

- Quitar la cinta protectora de la guía de onda de la unidad de radio y del plato de polarización de la antena
- Montar la unidad de radio a la antena, asegurándose que los agujeros de la antena encajen con los agujeros de la unidad de radio
- Fijar la unidad de radio con los cuatro tornillos

Opción 2: Unidad de radio separada de la antena

- Instalar el soporte angular que sujetará la unidad de radio RAU al poste de la torre. Aplicar a los tornillos el torque adecuado
- Montar en el soporte angular la unidad de radio RAU. Apretar los tornillos con la herramienta recomendada
- Fijar el sujetador de la guía de onda al poste de la torre
- Instalar la guía de onda flexible, conectando uno de los extremos a la unidad de radio, mientras que el otro extremo se conecta al *feeder* de la antena. Sujetar la guía de onda a través del sujetador de guía de onda. La longitud de la guía de onda debe ser especificada por el cliente. La manera de asegurar la guía de onda al *feeder* de la antena y a la unidad de radio se hace a través de cuatro tornillos en ambos extremos

Aspectos a tener en cuenta con el manejo de la guía onda:

- Transportar la guía de onda en su paquete original hasta el momento de la instalación
- Asegurar que la guía de onda nunca soporte ningún peso

- No mantener los extremos de la guía de onda sin protección, aun cuando estos no han sido conectados
- No estirar la guía de onda si ésta no cubre la distancia requerida
 - No retorcer la guía de onda
- No realizar dobleces a la guía de onda que sobrepasen los radios mínimos permitidos por el fabricante

Paso 7. Realizar ajustes finales

- Asegurar los tornillos del ajuste de elevación
- Asegurar los tornillos del ajuste de azimut
- Asegurar los 8 tornillos de los pernos
- Asegurar los 3 tornillos de la montura de la antena

Paso 8. Instalar brazo de suspensión (opcional)

- Asegurar la abrazadera al poste de la torre, directamente, detrás de la antena y apretar los tornillos a mano
- Fijar el brazo de suspensión a la antena y apretar los tornillos con la mano
- El brazo de suspensión debe ser fijado apuntando, directamente, detrás de la antena que simule un cono de 25 grados
- Fijar el otro extremo del brazo de suspensión a la abrazadera

Paso 9. Instalar cable de radio

(Ver el siguiente apartado –cableado–)

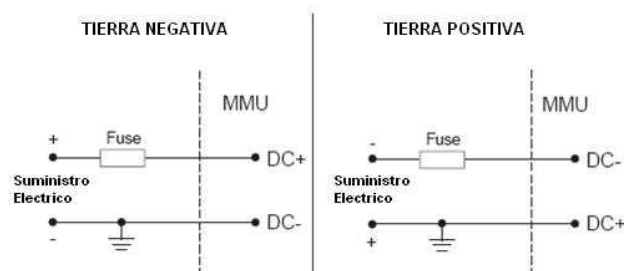
9.5.4.7 Cableado

El tendido de cable para una red de telecomunicaciones tiene cierta complejidad, en este sentido hay que tener en cuenta las limitaciones de diseño que impone la tecnología de red de área local que se desea implantar:

- La segmentación del tráfico de red
- La longitud máxima de cada segmento de red
- La presencia de interferencias electromagnéticas

Paso 1. Cableado para interiores: Aquí se describe el procedimiento para la instalación de los cables que interconectan las unidades instaladas en el AMM.

- Asegurarse que todas las herramientas y accesorios se encuentran disponibles
- Instalar cable DC para DDU
- Instalar cable distribución DC
 - Pin nº A1 (DC+): Rojo
 - Pin nº A2 (DC-): Negro
- Instalar cable Tráfico
- Instalar cable Alarma FAN;
- Instalar cable DC para FAN y MMU;
- Instalar cable I/O;
- Instalar cable de radio;
- Instalar cable canal de servicio digital.
- Instalar los fusibles en la DDU (4A/100V y 5A/100V respectivamente)



El suministro eléctrico debe ser de, voltaje DC entrada: 24 – 60 V nominal (20.4 – 72.0 V incluyendo tolerancias). Los cables de DC de la unidad FAN y de la MMU se reemplazan por los cables de distribución de DC cuando la unidad DDU es utilizada.

Paso 2. Instalación del cable de radio para interiores

El cable de radio se utiliza para interconectar la MMU con la unidad de radio RAU. El cable de radio normalmente se conecta a la estación de radio por medio de una repisa, pero también se puede utilizar un panel que permite conectar varios cables de radios.

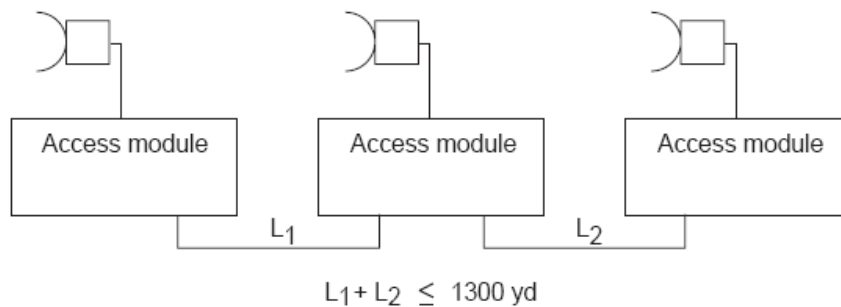
Parte 1: Conectar un cable de 10 mm utilizando la repisa:

- Sujetar al *rack* la repisa con los dos tornillos y las dos tuercas
- Conectar y apretar el cable de tierra a la repisa. Conectar el otro extremo del cable de tierra al punto de conexión más cercano
- Sujetar el adaptador a la repisa con la arandela y la tuerca
- Conectar el cable de radio de la MMU y el cable de radio de la RAU en la repisa a través del adaptador
- Sujetar el cable de radio, apropiadamente, con cinchos plásticos al *rack*
- Conectar el otro extremo del cable de radio en la MMU

Parte 2: Conectar un cable de 10 mm utilizando el panel:

- Sujetar el adaptador a la repisa con la arandela y la tuerca
- Conectar el cable de radio de la MMU y el cable de radio de la RAU en el panel a través del adaptador
- Paso 3. Sujetar el cable de radio, apropiadamente, con cinchos plásticos al *rack*
- Paso 4. Conectar el otro extremo del cable de radio en la MMU

La distancia máxima que se puede cubrir por terminal en un sitio con cables de este tipo corresponde a 1200 m. Un máximo de 32 terminales pueden ser interconectados en un mismo emplazamiento.



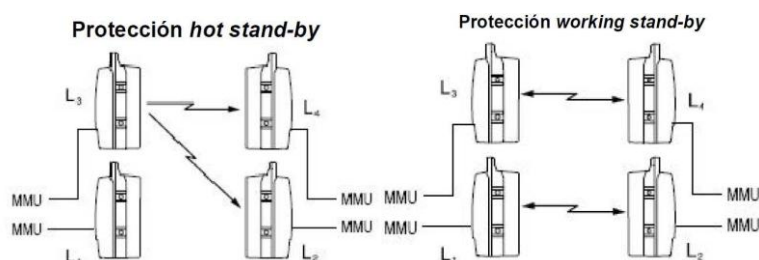
Paso 3. Instalación del cable de radio de la unidad para exteriores

Las distancias máximas que se pueden cubrir con el cable de radio varían según el diámetro del cable utilizado:

- Para un diámetro de cable 10 mm la distancia máxima es 200 m
- Para un diámetro de cable 16 mm la distancia máxima es 400 m
- Para un diámetro de cable 28 mm la distancia máxima es 700 m

Otro parámetro que restringe la longitud del cable de radio es la configuración del sistema (hot stand-by o working stand-by) como se describe en la siguiente tabla:

Configuración 1+1	Diferencia máxima en la longitud del cable
Hot Stand-by	$L_4 - L_2 \leq 20 \text{ m}$, $L_3 - L_1 \leq 20 \text{ m}$
Working Stand-by	Working Stand-by $(L_3 + L_4) - (L_1 + L_2) \leq 20 \text{ m}$



Se asume que el cable de radio conectado desde la unidad de radiofrecuencia RAU hasta la MMU es preparado por el propio usuario con un conector tipo N o SMA para cable de radio.

La tabla siguiente muestra el diámetro mínimo de curvatura para el cable de radiofrecuencia:

Diámetro del cable de radio	Radio mínimo permitido
10mm	100mm
16mm	125mm
28mm	250mm

Procedimiento para ensamblar el conector del cable de radio:

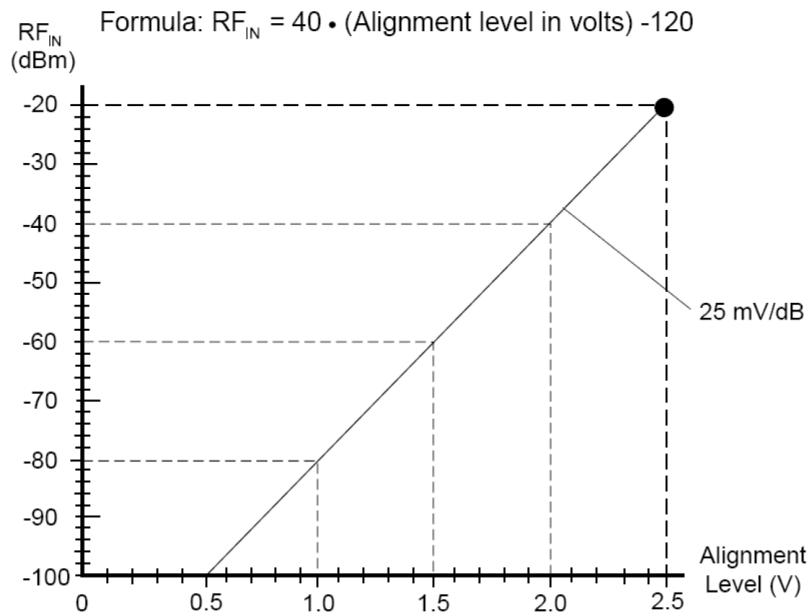
- Eliminar de la unidad de radio RAU la cubierta protectora del conector para el cable de radio, posteriormente conectar el cable de radio
- Aplicar una capa de cinta aislante alrededor del conector del cable de radio para protegerlo de la humedad y de la corrosión
- Aplicar en forma de espiral alrededor de la capa de cinta aislante previamente aplicada varias capas de cinta vulcanizada desde el principio del conector del cable de radio hasta el mismo
- Aplicar en forma de espiral alrededor de la capa de cinta vulcanizada, una capa de cinta aislante
- Introducir el cable de radio dentro de las grapas y asegurar las grapas atravesando el tornillo a través de la grapa
- Colocar cinchos plásticos a través de la grapa de tal manera que la grapa quede sujeta al poste de la torre. Apretar los cinchos plásticos hasta asegurarse que la grapa no cede ante ningún movimiento
- Conectar el cable de tierra en la unidad de radio RAU. Conectar el otro extremo del mismo cable a la red de tierras
- Etiquetar el cable de radio de la RAU. La etiqueta indica la identificación del cable, la etiqueta "B" corresponde a la etiqueta de DC. Asegurar la etiqueta al cable con cinchos plásticos. Mientras no se conecte el cable de radio a la RAU colocarle el protector

9.5.4.8 Alineación

La correcta orientación de las antenas del radioenlace debe seguir el siguiente procedimiento:

Paso 1: Alineación de las antenas:

- Aflojar los tres tornillos de la montura de la antena
- Aflojar las tuercas de la abrazadera del ajuste de elevación y del ajuste vertical de la antena hasta que el máximo valor de alineamiento sea alcanzado. La antena puede ser ajustada a ± 15 grados de elevación, se puede rotar hasta donde sea posible para encontrar el lóbulo principal. Los lóbulos laterales pueden alcanzar su valor pico sin necesidad de haber encontrado el valor máximo de alineación
- Apretar las tuercas del ajuste de elevación con la mano
- Aflojar las tuercas de las abrazaderas del ajuste de azimut y del ajuste horizontal de la antena hasta que el máximo valor de alineación sea alcanzado
- Apretar las tuercas del ajuste de azimut con la mano
- Medir el valor de alineación y guardar los datos
- Repetir los cuatro últimos pasos hasta que el máximo valor de alineación sea alcanzado. La antena puede ser ajustada a ± 15 grados de elevación, se puede rotar hasta donde sea posible para encontrar el lóbulo principal. Los lóbulos laterales pueden alcanzar su valor pico sin necesidad de haber encontrado el valor máximo de alineación
- Transformar el valor de alineación a niveles de entrada de RF
- Comparar los niveles de RF con los datos asignados para el sistema por el cliente. Los niveles de RF pueden ser comparados utilizando la curva de alineación que se muestra en la figura siguiente:



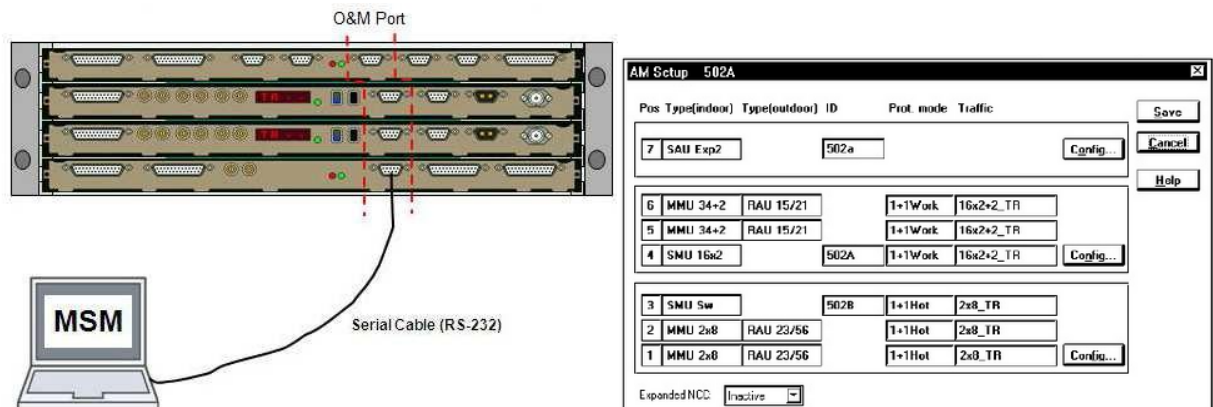
9.5.4.9 Pruebas

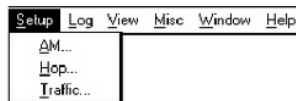
El propósito de las pruebas funcionales es verificar si la instalación del sistema se ha realizado correctamente.

Paso 1. Preparativos: Los AMM y las unidades de radio deben haber sido instalado en ambos lados y las antenas haber sido alineadas con el máximo nivel de recepción posible antes de realizar estas pruebas.

Paso 2. Instrumentos de medida necesarios:

- Ordenador con el software MSM. Software para la gestión de:
 - La red: Facilidades de operación y mantenimiento de red, notificación de alarmas e información de averías.
 - Configuración del terminal:
 - Configuración del vano (enlace)
 - Configuración del tráfico
 - Configuración de la SAU
 - Configuración del elemento de radio
 - Equipos:
 - Facilidades de operación y mantenimiento del equipamiento *hardware* de cada terminal: Unidad de radio (RAU), unidad módem (MMU), Unidad multiplexora y de conmutación (SMU)
 - Localización de averías





- Analizador de tasa de error BER (Bit Error Rate): Equipo para determinar el porcentaje de errores binarios encontrados en el circuito receptor debido a la presencia de ruido en la señal digital. Los resultados de BER resultan de gran ayuda para determinar el tipo de degradación que ocurre en el sistema e identificar su origen físico.
- Polímetro digital
- Medidor de potencia RF: Permite medir con precisión la potencia que está irradiando el transmisor



Paso 3. Pruebas generales: Realizar las siguientes pruebas tanto en el terminal local como en el terminal situado en el otro extremo del enlace. Almacenar los resultados obtenidos para su posterior presentación.

- Prueba nº 1: Configuración de parámetros: Utilizando un computador con el software de MSM, verificar el ajuste adecuado de los valores definidos en el sistema.
- Prueba nº 2: Suministro de DC: Medir la tensión presente en el cable de alimentación de la unidad MMU.
- Prueba nº 3: Verificar la potencia de salida correspondiente al valor especificado por el departamento de ingeniería.
 - Si la potencia de salida no ha sido modificada durante la instalación, archivar los valores de prueba proporcionados por el fabricante.
 - Si la potencia de salida ha sido modificada por software, archivar ese valor (no es necesario realizar ninguna medición).
 - Si la potencia de salida ha sido modificada mediante el ajuste manual del atenuador variable de la unidad de radio RAU, medir el nivel de potencia utilizando el medidor de potencia de RF.
- Prueba nº 4: Verificar el nivel de potencia recibida correspondiente al valor especificado por el departamento de ingeniería.
 - Leer el valor de RF recibido, utilizando un computador con el software MSM instalado. El departamento de ingeniería es el encargado de proporcionar los niveles para ambas señales de radio en un sistema 1+1.
 - Comparar los niveles de recepción de RF con los niveles calculados durante el diseño del enlace.

Para un sistema 1+1, el nivel de potencia recibida en cada radio deberá ser medido dos veces. La primera vez con la señal recibida del "radio 1" del extremo lejano, y la segunda vez con la señal recibida por el "radio 2" del extremo lejano.
- Prueba nº 5: Verificar que no se tienen interferencias causadas por otras señales que pudieran degradar el funcionamiento de nuestro sistema.
 - Acceder al terminal del extremo lejano a través del programa MSM y apagar remotamente el transmisor. Si el sistema es 1+1, apagar ambos transmisores.

- Leer el nivel de potencia RF recibido. Si el nivel es mayor que -90 dBm, consultar con el departamento de ingeniería. Después de haber realizado esta prueba, activar los transmisores de nuevo y restablecer la comunicación entre terminales.
- Prueba nº 6: Verificar que tanto la unidad para interiores y la unidad para exteriores se encuentra operando apropiadamente. Comprobar con el programa MSM que no se tienen alarmas activas en los terminales.
- Prueba nº 7: Verificar que los cables de tráfico y las demás conexiones asociadas se encuentran operativas. Además el tráfico deberá aparecer sin errores de bit. Utilizar el medidor de tasa de error BER. Comprobar que la alarma asociada no aparece en el programa MSM.
- Prueba nº 8: Verificar el funcionamiento de la redundancia (1+1) en MMU, unidades de radio y SMU.
 - Para realizar esta prueba, asegurarse que el radio 1 "Ra1" del transmisor y del receptor están activos y que el modo "switch" está ajustado en automático. Conectar el Analizador de BER en uno de los extremos y ejecutar la prueba.
 - Desconectar la energía de la MMU "Ra1" y verificar, en la ventana Terminal del MSM, que el sistema conmuta al radio 2 "Ra2", tanto en el transmisor como en el receptor. Revisar en el Analizador de BER que el tráfico se recupera después de haber conmutado del "Ra1" al "Ra2".
 - Repetir la prueba de conmutación para el "radio 2".
- Prueba nº 9: Verificar después de un periodo de tiempo y bajo condiciones de carga normales que la calidad de funcionamiento del sistema no ha sufrido degradación.
 - Reiniciar los datos que muestran el funcionamiento del sistema en ambos lados utilizando un computador con el programa MSM. Leer los datos obtenidos en ambos terminales (uno en cada extremo), al menos, 24 horas después.
 - Si se detecta pérdida de rendimiento, dejar otras 24 horas de prueba. Si el sistema está considerablemente degradado, revisar la trayectoria y la instalación.

Paso 4. Pruebas de gestión: Verificar la conexión de la red de supervisión conectando el computador con la aplicación MSM al puerto O&M (Operación y mantenimiento) de la SAU y realizar un chequeo de la red, seleccionando "Scan local" en el menú "Network" de la ventana principal. Revisar que todos los terminales EAC, RAC y "Expanded NCC" están presente en la ventana de Red del MSM.

Paso 5. Puesta en servicio del sistema: Utilizar el programa MSM para llevar a cabo las siguientes instrucciones en ambos extremos del enlace:

- Reiniciar el historial de alarmas y la ejecución del sistema a través de la ventana de administración del terminal.
- Reiniciar las alarmas de "switch", si el sistema es 1+1.

9.5.4.10 Protocolo de pruebas de aceptación

Antes de comunicar a la empresa solicitante la conclusión de las obras, se deberán efectuar todas las verificaciones y pruebas necesarias como paso previo a la firma del protocolo de prueba de aceptación.

Este protocolo de pruebas de aceptación tiene por objeto establecer pautas para la verificación y recepción después de la instalación de un radioenlace punto a punto de microonda PDH Mini-Link E *hot stand-by* en la banda de 7 – 38 GHz.

Conceptos relacionados:

- El término "aceptación" o "aprobación" u otras de significado análogo, designarán una constancia suscrita firmada por el representante de la empresa solicitante en que se indique que cualquier instalación, diseño, etcétera que requiera ser aprobado, es satisfactorio y ha sido comprobado por él.
- Inspección: Es la acción de examinar o verificar con atención las condiciones técnicas de la instalación de un radioenlace punto a punto de microondas PDH Mini-Link E comparadas con el proyecto elaborado,

el mismo que ha sido aprobado por la empresa solicitante respectiva para dicho fin y de acuerdo con las normas de la ITU-T y disposiciones legales vigentes.

El anexo 1 contiene el correspondiente protocolo de pruebas de aceptación y reúne las pruebas que pueden realizarse durante la entrega de la obra (recepción), desarrollada por la empresa constructora a la empresa solicitante. Contiene sólo la relación de ellas para considerar con las mínimas exigencias la aceptación de las instalaciones; la empresa solicitante seleccionará las pruebas de acuerdo con el tipo de instalación que se recibe, pudiendo ampliar el número de ellas según lo considere necesario.

Una vez finalizado este protocolo se evalúan los resultados de las pruebas, analizando las incidencias recibidas y comprobando que se han llevado a cabo todos los casos de pruebas establecidas en el documento. Dicha evaluación consiste en:

- Comprobar los resultados obtenidos con los esperados.
- Identificar el origen de cada problema y determinar qué acciones o medidas correctoras es preciso llevar a cabo para resolverlo de manera satisfactoria.
- Indicar qué pruebas se deben realizar de nuevo.

9.5.4.11 Conclusiones

La etapa de instalación de un radioenlace Mini-Link E es una fase muy importante en el ciclo de vida del equipo, y sin duda va a condicionar el rendimiento, la disponibilidad y por supuesto, su mantenimiento; pero es evidente que un buen diseño de la instalación, una correcta elección de equipos y una buena ejecución del proyecto son aspectos absolutamente básicos para que esta nueva instalación pueda alcanzar los valores de rendimiento y disponibilidad que se espera de ella.

Los errores de instalación se reducen cuando el contratista encargado de realizar el trabajo de instalación tiene estructurado todo el proceso y una idea muy clara de todas y cada una de las pruebas y ajustes que necesita hacer antes de dar por finalizada la instalación.

Se alcanza una disponibilidad del 97% cuando el radioenlace Mini-Link E se instala con un sistema de protección 1+1, aunque ninguna de las dos formas de protección 1+1 *hot stand-by* o *working stand-by* es mejor que la otra.

La realización del protocolo de pruebas de aceptación para un radioenlace Mini-Link E por parte de la empresa solicitante, obliga al contratista a cumplir con nuevos estándares de instalación que aumentan los estándares de calidad de la red de microondas.

9.5.4.12 Recomendaciones

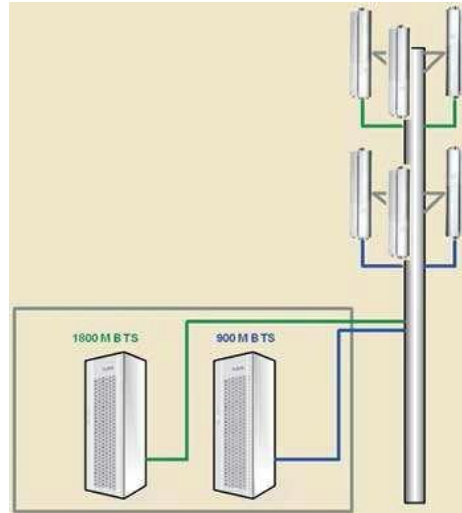
- Es responsabilidad del supervisor local, asegurar el cumplimiento de las instrucciones de seguridad, para evitar lesiones del personal y evitar daños en los materiales empleados.
- En caso de conflictos entre las instrucciones de seguridad descritas en este documento y las regulaciones locales, las regulaciones locales deben prevalecer, si éstas fueran obligatorias. Si las regulaciones locales no son obligatorias, las instrucciones de seguridad de este manual deben prevalecer.
- No utilizar ningún componente de instalación que no cumpla con las especificaciones recomendadas por el fabricante.
- Los niveles máximos de exposición a las microondas alrededor y enfrente de la antena, no deben exceder los niveles de seguridad especificados por las recomendaciones internacionales UIT-T K.52.
- El transmisor debe ser apagado antes de desmontar el equipo y no se debe trabajar enfrente de la antena, ya que se puede interrumpir la señal.
- El *feeder* de la antena no se debe tocar, mientras, la antena se encuentre en operación.

9.6 Sistema radiante para GSM, DCS y UMTS

Está compuesto por el conjunto de elementos que transmiten y/o reciben las señales electromagnéticas, comúnmente denominadas antenas. Existen diversos tipos de antenas dependiendo de la banda de frecuencias (GSM, DCS o UMTS) en la que opera la estación base. A continuación se exponen brevemente algunos datos relativos a las bandas de frecuencias GSM, DCS, y UMTS:

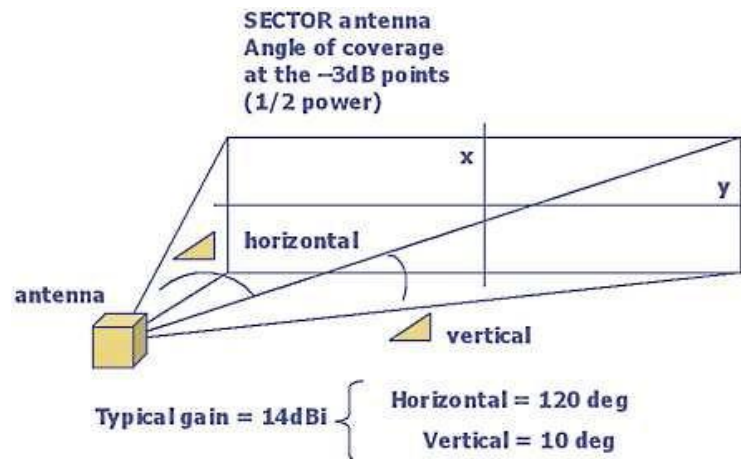
- Cada operador tiene asignada una banda de frecuencias para ofrecer el servicio GSM (alrededor de los 900 Mhz), y otra banda para ofrecer servicios DCS (sobre 1.800 MHz). Técnicamente, la dotación del ancho de banda para servicio DCS está concebida para permitir una ampliación de la capacidad de las estaciones que inicialmente ofrecen servicio GSM y que se encuentran "saturadas" en su capacidad de servicio. Por este motivo, una estación base con tecnología DCS coexistirá casi siempre con tecnología GSM.
- Por otro lado, el servicio UMTS está concebido para ofrecer servicios avanzados para terminales de 3ª generación, orientados sobre todo a los servicios de datos. La banda de frecuencias asignada a UMTS está entorno a los 2 GHz.

En términos generales, a mayor frecuencia, menor es la longitud de las antenas necesarias para transmitir y/o recibir señales electromagnéticas; es por ello por lo que las antenas GSM existentes en el mercado tienen unas longitudes mayores que las necesarias para operar en frecuencias DCS (1.800 MHz), y UMTS (2 GHz.).



En entornos urbanos y suburbanos, las antenas deben estar orientadas adecuadamente para ofrecer servicio a una determinada área, utilizando para esta finalidad antenas direccionales, es decir, antenas que emiten y reciben señal mayoritariamente orientada hacia una dirección. En cualquier caso, no debe confundirse con la direccionalidad estricta de los radioenlaces utilizados en los sistemas de comunicaciones punto a punto.

Por los motivos anteriormente expuestos, el sistema radiante de una estación urbana o suburbana suele estar subdividido en sectores, cada uno de ellos dando cobertura a una determinada área, que habitualmente responde a 120° en acimut, de modo que con tres sectores se cubren los 360° en sentido horizontal. Cada estación base suele tener habitualmente 2 o 3 sectores, siendo el caso de 3 sectores lo normal en núcleos urbanos. En cada sector existe un sistema transmisor/receptor que puede ser implementado utilizando diferentes tecnologías, cada una de las cuales tiene sus peculiaridades.



Históricamente, las configuraciones de los sistemas de antenas se basaban en diseños de 3 antenas por sector, 2 de ellas receptoras y una de ellas transmisora, caso habitual de los primeros emplazamientos. Las antenas receptoras se disponían de manera que se garantizara una separación mínima de aprox. 5 metros

entre ellas para aumentar la ganancia directiva del conjunto y permitir una disminución de la potencia radiada por el terminal móvil.

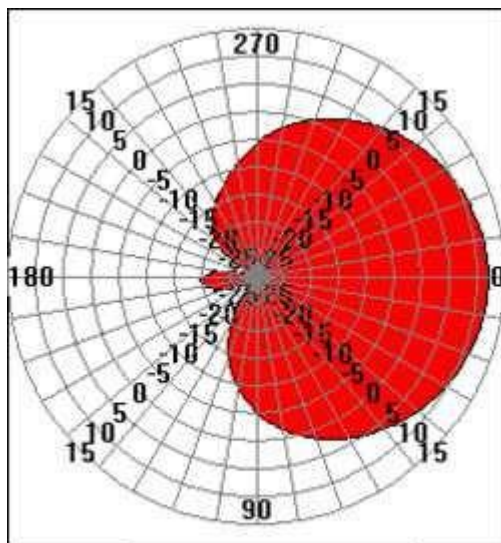
Por otro lado, las nuevas tecnologías permiten incorporar diseños basados en antenas *crosspolares* que permiten la recepción de señales a través de dos polarizaciones distintas, además de simultánea transmisión y recepción permitiendo por tanto utilizar una única antena por sector para alcanzar calidades y eficiencias similares a los diseños inicialmente empleados. Estas antenas tienen la peculiaridad de ser algo más aparatosas que las anteriores debido precisamente a que en cada una de ellas se integran funcionalidades que antes requerían 3 antenas diferentes.

Otro de los conceptos importantes a resaltar es la ganancia de las antenas. Pueden distinguirse 2 tipos de antenas según su ganancia, las antenas de media ganancia y las antenas de alta ganancia. Las segundas son algo más grandes que las primeras. Es por ello precisamente por lo que permiten dar mayor cobertura utilizando menores potencias transmitidas.

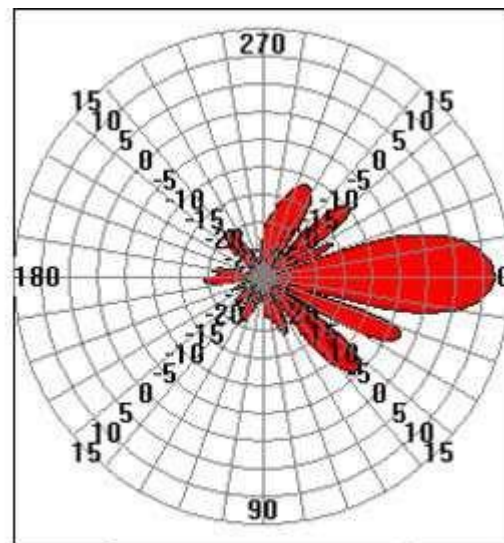
Así mismo, las antenas utilizadas, se caracterizan por tener un perfil directivo, aunque muy inferior al de los radioenlaces, comportándose como un elemento pasivo que no tiene capacidad para amplificar la potencia recibida. Por tanto, una antena, además de constituirse como un buen elemento de transición entre dos medios (coaxial y aire libre), se encarga de realizar un reparto controlado y direccional de la energía que recibe. La orientación de la antena es por tanto factor fundamental para conseguir un servicio adecuado sobre todo en zonas urbanas o suburbanas.

A continuación se muestra un ejemplo de un diagrama típico de una antena utilizada en entornos urbanos y suburbanos (estaciones sectorizadas):

- Horizontal: Vista de lado
- Vertical: Vista desde arriba



Horizontal



Vertical

Las antenas deberán estar ubicadas en lugares en los que no existan obstáculos entre la propia antena y la zona que se va a dar cobertura. En caso contrario, se necesitará un aumento considerable de la potencia transmitida, tanto por la estación base como por los terminales móviles, que normalmente incurrirá en una degradación extrema del servicio hasta tal punto de que este sea inviable.

Características generales de una red de telefonía móvil GSM 900:

Sistema de radio GSM			
Frecuencias de funcionamiento	Transmisión	890 a 915 MHz	
	Recepción	835 a 960 MHz	
Ancho de banda	70 MHz	Nº de canales del 0 al 124	$f(n) = 890 + 0,2(n)$ UL <i>uplink</i> $f(n) = 935 + 0,2(n)$ DL <i>downlink</i>
Modulación	GSMK	$B_b = 0,3$	Velocidad de modulación 270 Kbps en RF
Polarización	Vertical		
Información a transmitir	Telefonía y datos		

Características generales de una red de telefonía móvil DCS 1800:

Sistema de radio DCS			
Frecuencias de funcionamiento	Transmisión	1710 a 1785 MHz	
	Recepción	1805 a 1880 MHz	
Ancho de banda	200 MHz	Nº de canales del 512 al 885	$f(n) = 1.710,2 + 0,2(n-512)$
Modulación	GSMK	$B_b=0,3$	Velocidad de modulación 270,83 Kbps en RF
Polarización	Vertical		
Información a transmitir	Telefonía y datos		

Características generales de una red de telefonía móvil UMTS:

Sistema de radio UMTS			
Modo de funcionamiento FDD	<i>Uplink</i>	1.920-1.980 MHz	
	<i>Downlink</i>	2.110-2.170 MHz	
Modo de funcionamiento FDD	<i>Uplink</i>	2.010-2.025 MHz	
	<i>Downlink</i>	1.900-1.920 MHz	
Ancho de banda	5 MHz	Nº de canales del 512 al 885	$f(n) = 1.710,2 + 0,2(n-512)$
Modulación	W-CDMA	Velocidad de chip: 3.84 Mchips*/s	
Factor de ensanchamiento	Modo FDD	Potencias de 2 desde 4 a 256 (Uplink) y desde 4 a 512 (Downlink)	
	Modo TDD	Potencias de 2 desde 2 hasta 16	
Polarización	Cruzada		
Información a transmitir	Telefonía y datos		

*En la tecnología CDMA, "chip" es el número de bits por segundo usados en la difusión la señal

En la siguiente figura, se adjuntan fotografías de las antenas comúnmente utilizadas. En la fotografía de la izquierda, se muestra un detalle de un sector formado por una antena de tecnología GSM (la antena más grande, a la izquierda) y una antena de tecnología UMTS (la pequeña situada a la derecha). La fotografía del centro muestra tres antenas, una por sector GSM sobre un monoposte sobre azotea, cada una de las cuales pertenece a un sector diferente de la misma estación. Finalmente, la fotografía de la derecha muestra las dos antenas UMTS de una estación base - ubicadas también sobre un monoposte.



GSM + UMTS



3 antenas GSM en Monoposte + radioenlace



2 antenas UMTS en monoposte

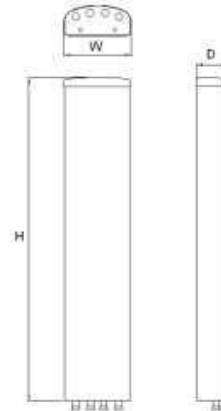
Gracias a la constante y creciente evolución que la tecnología asociada al sector de la telefonía móvil viene experimentando día a día, se trata de incorporar en todo momento las nuevas tecnologías a los emplazamientos futuros y en la medida de lo posible a los existentes, abogando por la minimización del impacto visual producido por las estaciones. Por este motivo, nuevas antenas con tecnologías duales (permiten al mismo tiempo los servicios GSM y DCS) y tribanda (permiten al mismo tiempo el servicio GSM, DCS y UMTS), así como nuevas configuraciones posibilitan que los diseños actuales sean cada vez más compactos y depurados.

7750.00 **Dual Broadband Cross Polarized**

POLARIZATION: X-Pol
 FREQUENCY (MHz): 824-960, 1710-2170
 HORIZONTAL BEAM WIDTH (*): 65
 GAIN (dBi/dBd): 15.2/13.1, 18/15.9
 TILT: MET
 LENGTH: 1.4m (4'7")

ELECTRICAL SPECIFICATIONS*					
Frequency range (MHz)	824-960		1710-1880	1710-2170	
Frequency band (MHz)	824-896	880-960		1850-1990	1900-2170
Gain (dBi/dBd)	14.6/12.5	15.2/13.1	17.5/15.4	17.7/15.6	18/15.9
Polarization	Dual linear ±45°		Dual linear ±45°		
Nominal Impedance (Ω)	50		50		
VSWR	<1.5:1		<1.5:1		
Horizontal beam width, -3 dB (°)	69	67	65	65	62
Vertical beam width, -3 dB (°)	14.9	13.7	6.9	6.6	6.2
Electrical down tilt (°)	2 to 12		0 to 8		
Side lobe suppression, vertical 1st upper (dB)	>18,17,16,16,15,15@ 2,4,6,8,10,12*	>18,17,16,16,15,15@ 2,4,6,8,10,12*	>18,18,16,15,14@ 2,4,6,8*	>18,18,16,15,14@ 2,4,6,8*	>18,18,16,15,14@ 2,4,6,8*
Isolation between inputs (dB)	30		30	30	30
Inter band Isolation (dB)	40				
Tracking, horizontal plane ±60° (dB)	<1.0	<1.0	<2.0	<2.0	<2.0
First null fill (dB)	<-25	<-25	<-25	<-25	<-25
Vertical beam squint (°)	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3
Front to back ratio (dB)	>27	>27	>27	>27	>27
Front to back ratio, total power (dB)	>24	>24	>24	>24	>24
Cross polar discrimination (XPD) 0° (dB)	15	15	20	20	20
Cross polar discrimination (XPD) ±60° (dB)	10	8	7	> 7	> 7
Far field coupling	<0.33	<0.48	<0.62	<0.62	<0.62
IM3, 2xTx@43dBm (dBc)	<-153		<-153		
IM7, 2xTx@43dBm (dBc)	-		<-160		
Power handling, average per input (W)	300		250		
Power handling, average total (W)	600		600		

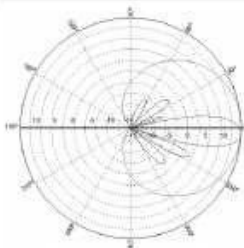
MECHANICAL SPECIFICATIONS*	
Connector	4 x 7/16 DIN Female
Connector position	Bottom
Dimensions, HxWxD, mm (ft)	1408x280x125mm (4'7"x11"x4")
Mounting	Pre-mounted heavy duty brackets
Weight, with brackets, kg (lbs)	17.6 (39)
Weight, without brackets, kg (lbs)	12.1 (27)
Wind load, frontal/lateral/rear side 42 m/s Cd=1.6 (N)	952
Maximum operational wind speed, m/s (mph)	42 (93)
Survival wind speed, m/s (mph)	55 (123)
Lightning protection	DC grounded
Radome material	GRP
Packet size, HxWxD, mm (ft)	1550x355x255 (5'1"x12"x10")
Radome colour	Light Grey
Shipping weight, kg (lbs)	21.5 (47.3)
RET	7020.00, 7031.00, 7032.00, 7033.00
Brackets	7256.00, 7454.00, 2210.10



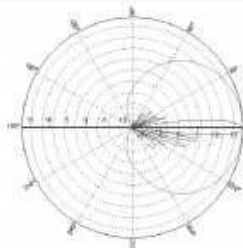
*All specifications subject to change without notice. Please contact your Powerwave representative for complete performance data.

ANTENNA PATTERNS*

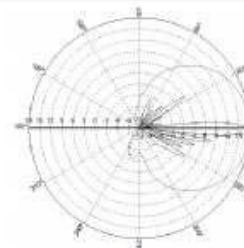
For detailed patterns visit <http://www.powerwave.com/rpa/>.



925 MHz



1850 MHz



2140 MHz

Los nuevos diseños tratan de incorporar en todo momento antenas que permiten la transmisión y recepción de los servicios GSM, DCS y UMTS, incorporando una única antena por sector, salvo aquellos casos en los que por limitaciones tecnológicas, la viabilidad del diseño no es posible.

Así mismo, destacar que para espacios abiertos como entornos rurales, en los que no existen problemas de interferencias entre frecuencias y la cantidad de usuarios de la zona no es muy elevada, se dispone de antenas omnidireccionales que permiten mediante configuraciones basadas en una o dos antenas por emplazamiento (no por sector) ofrecer el servicio demandado. Estas antenas son sensiblemente más discretas visualmente que las antenas direccionales, sin embargo, su utilización en espacios urbanos densos es inviable debido a los problemas que ocasionan para la reutilización de frecuencias (recordar que las frecuencias que cada operadora dispone son limitadas, siendo necesaria la reutilización de las mismas).

El sistema radiante de la estación base estará formada por antenas instaladas sobre los soportes instalados en la torre para tal fin.

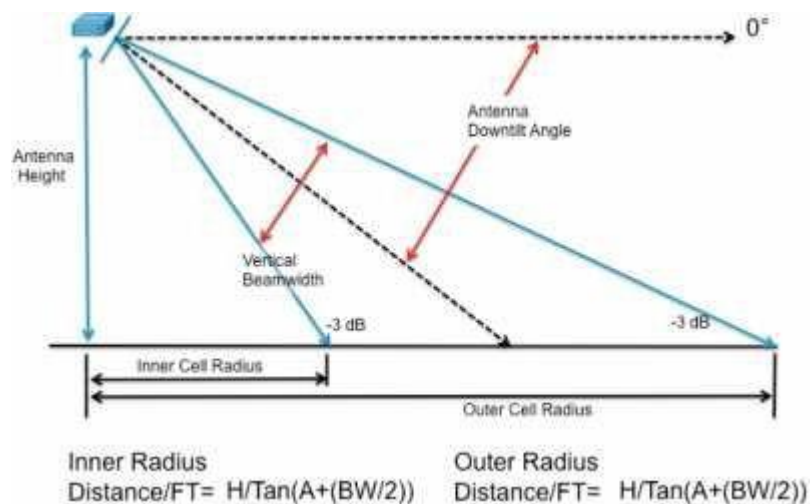
Dependiendo del escenario, tenemos una multitud de modelos de antena disponibles, cada una con unas características que se ajustan a las distintas necesidades. La figura anterior corresponde a la típica *datasheet* (hoja de características) con las características eléctricas y mecánicas de una antena de telefonía.

Este modelo posee 2 "bocas" para GSM (tx+rx) y otras 2 "bocas" que pueden ser usadas para DCS o UMTS. Esta característica y su ancho de haz diseñado para configuración trisectorial son los motivos principales para su utilización en emplazamientos con tres antenas (1 por sector).

Los parámetros de ganancia, *tilts* eléctricos y apertura del haz suelen ser similares entre este tipo de antenas, dependiendo de las características del entorno no decantaremos por una u otra. Por ejemplo en una carretera nos puede interesar más usar una configuración bisectorial con un ancho de haz pequeño que nos permita tener más alcance. En otro emplazamiento nos puede interesar una antena con la máxima ganancia posible por ser crítico el poder de penetración en interiores.

A la hora de instalar las antenas debemos cuidar las orientaciones que vamos a dar y los *tilts*. Son vitales estos dos parámetros para cubrir la zona correctamente. Las orientaciones de las antenas se asignan en grados, de 0° a 359°. Se dispondrán de forma que cubran el alrededor lo máximo posible sin descuidar el objetivo de la estación.

La inclinación de las antenas (*tilt*) determinará la distancia hasta donde cubrirá nuestra celda. Aquí entra en juego el ancho de haz vertical de la antena elegida. De esta forma, considerando un terreno llano, una vez determinada la distancia, la altura de las antenas y su haz verticales, estamos en disposición de calcular el *tilt* necesario. Si el terreno estuviera deprimido, el *tilt* habría de ser mayor para compensar la variación de altura.



Para el cálculo del *tilt* en nuestras antenas, necesitamos conocer la altura del terreno donde se encuentra la estación y el borde de la celda y los límites del haz (determinados por una caída de la señal de 3 dB).

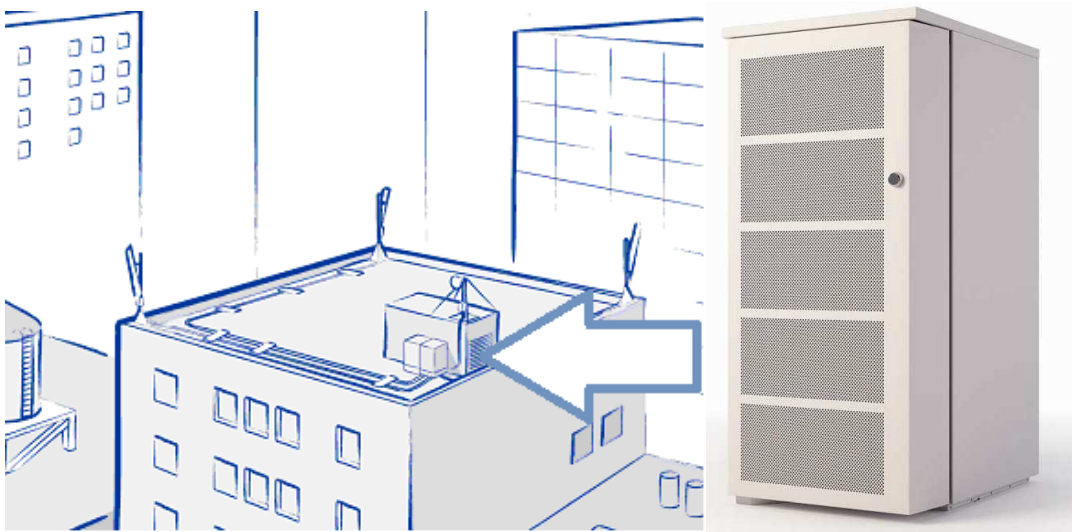
Hay que tener en cuenta los anchos de banda (BW) de las antenas a instalar, ya sea para GSM o UMTS, por lo que debemos hacer los cálculos por separado. Cada tecnología llevará un *tilt* distinto.

9.7 Integración de la estación base en una red GSM

Supongamos que nuestro objetivo es dar cobertura a una zona determinada y no tanto aumentar la capacidad de tráfico. Por ello, en tecnología 2G nos decantaríamos por tecnología GSM, gracias a la cual podremos tener un radio de cobertura mayor al tener una atenuación más baja en las distancia que la tecnología DCS (menos frecuencia, menos atenuación).

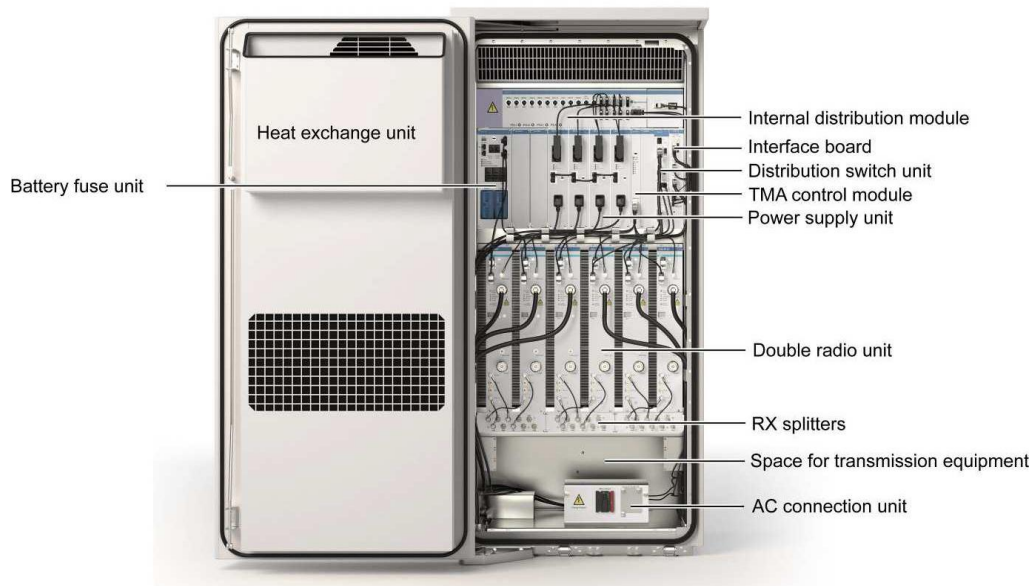
Los equipos ha instalar serían de tipo *outdoor*, minimizando los costes que supondría la instalación de una caseta. Existen distintos proveedores que nos pueden facilitar una solución óptima (Ericsson, Siemens, Nokia, etcétera) pero a nivel práctico el ingeniero no podrá elegir que marca instalar, sino que los operadores suelen tener acuerdos con proveedores en los que ya están fijados los equipos que se pueden instalar en una determinada región.

Supongamos que estamos en una zona Ericsson y la libertad la tendremos a la hora de elegir un modelo específico. Como se ha mencionado anteriormente, se instalarán equipos en exterior, por lo que se decide usar el equipo Ericsson RBS2116 (recuerda que el modelo RBS2216 es *Indoor*) el cual tiene una capacidad máxima de hasta 12 TRX dentro de un armario para exterior de 140 cm de alto pudiéndose configurar una estación trisectorial.



La BTS es el corazón de la estación en cuanto a tecnología GSM se refiere. La principal función que desempeña es el tratamiento de la señal de radiofrecuencia transmitida/recibida a través de las antenas. Es la encargada de la modulación de la señal así como de controlar la potencia de emisión. Las funciones más inteligentes como puede ser "*handover*" o la autenticación de los terminales móviles, son gestionadas desde otros elementos de la red siendo la BTS controlada por estos.

Considerando su arquitectura, la estación base RBS 2116 incluye los siguientes tipos de unidades reemplazables:



GSM RBS 2216/2116

12 TRX High Density RBS

**Performance.Simplicity.
Reduced Cost of Ownership.**

The RBS 2216/2116 is a high-capacity, high-performance indoor/outdoor base station, and a member of the world-leading RBS2000 product family.

Coverage and capacity are always challenges for operators. At the same time there is an increasing need for modernization of old sites. The RBS 2216 / 2116 addresses all these three needs with improved radio capabilities, concentrated site build and simplified roll-out.

Benefits

Complete indoor (RBS 2216) 12 TRX GSM site on only 0,24 m² footprint with use of a small radio cabinet on top of a site support cabinet including batteries and transmission equipment.

For more high capacity configurations two indoor radio cabinet can be stacked and provide 24 TRX GSM RBS on 0,24 m² footprint giving an impressive ratio of 100 TRX per square meter.

Improved radio capabilities such as higher output power and a large variety of radio configurations enables more efficient radio planning with fewer sites needed as a result.

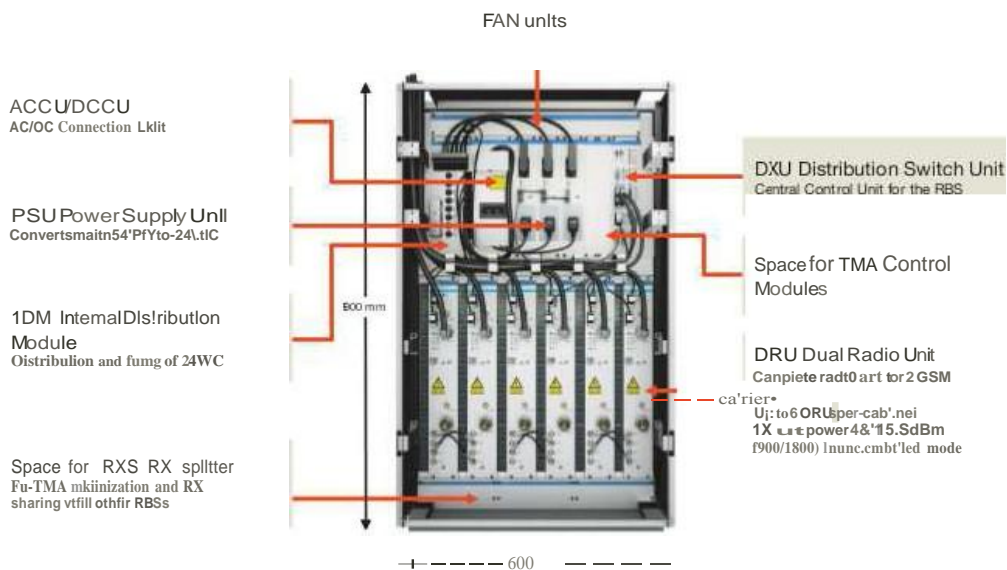
Reduced site power consumption: The indoor RBS allows a higher temperature range and the site can be fan cooled instead of AC cooled. The outdoor RBS is cooled without AC.



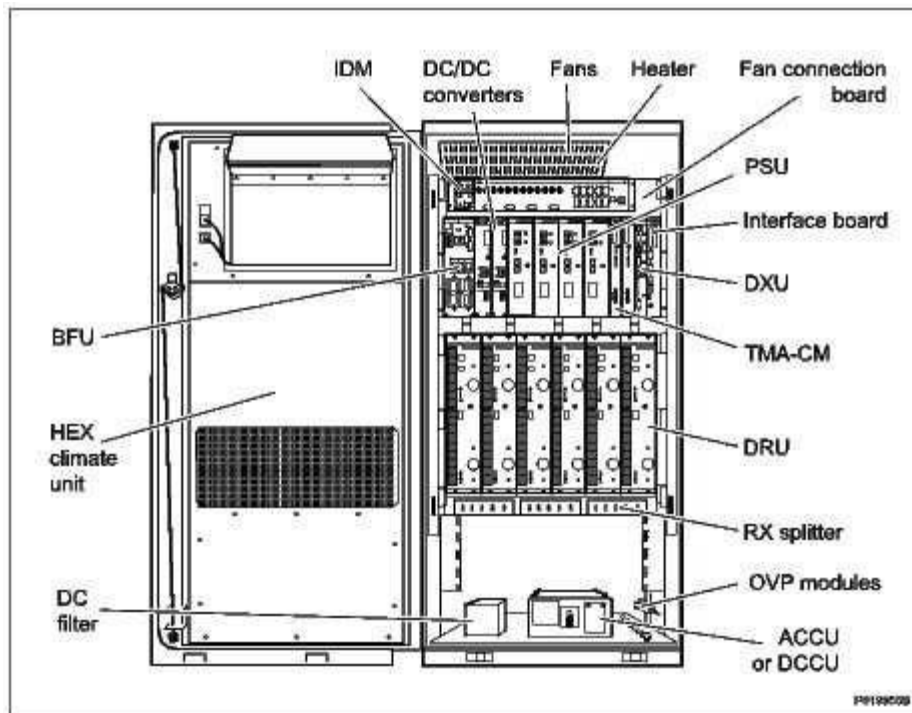
Fast time to service is key for operators' revenue and the improved RBS design simplifies site acquisition, minimizes civil works and speeds up installation. This is perhaps most evident in the case for the outdoor RBS (RBS 2116) since the small size, low weight and modular design allows the RBS to be hand-carried to site.

ERICSSON

TAKING YOU FORWARD



Technical specification for RBS 2216 (indoor) and RBS 2116 (outdoor):	
Frequency band:	P-GSM 900, GSM 1800
Tx:	935-960 MHz, 1805-1880 MHz
Rx:	890-915 MHz, 1710-1785 MHz
Number of transceivers:	2 12, GPRS CS1-4 and EDGE on all TS
Transmission Interface:	2Mbit/s (E1), 75 1120 ohm
Dimension (WxOxH):	RBS 2216: 600x400x900 mm (excluding base frame) RBS 2116: 650x800x1300 mm
Weight:	RBS 2216: 150 kg RBS 2116: 250 kg
Output Power: (combined / uncombined / TCC)	RBS2216.900MHz: 42.5 / 46.0 / 48.5 dBm RBS2216.1800MHz: 42.0 / 45.5 / 48.0 dBm RBS 2116,900 MHz: 42.0 / 45.5 / 48.0 dBm RBS2116.1800MHz: 41.5 / 45.0 / 47.5 dBm
Receiver sensitivity: (faded channel TU 50)	110.5 dBm
Power Supply:	200-250 V AC, 24 V OC or -48 V OC
Power Consumption: (average load full configuration 25°C) (200 250 V AC / 24 V OC / -48 V OC)	RBS2216: <12kW / <10kW / <1.0kW RBS 2116: <1.4kW
Battery backup:	Optional site support cabinet

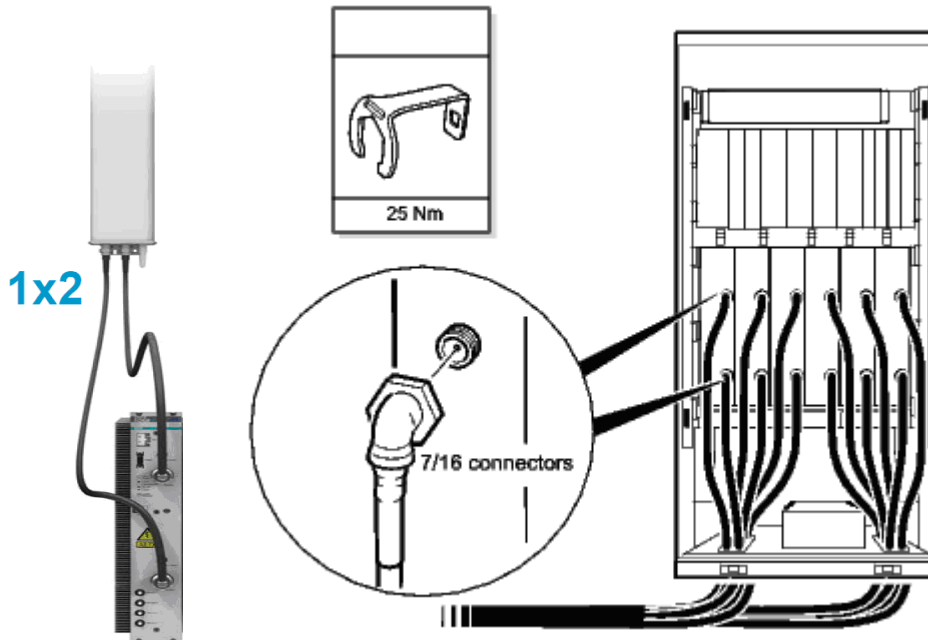


Entre los elementos incluidos tendríamos:

- PSU (*Power Supply Unit*): Contiene un rectificador/convertidor del suministro eléctrico para adaptarlo a los +24 VDC que necesita para funcionar.
- Unidad de conmutador de distribución DXU (*Distribution Switch Unit*): Es la unidad de control principal. Hay una DX por BTS. Provee la interfaz de puerto E1s para la comunicación con la red. Las principales funciones son:
 - Interfaz con la BSC
 - Extrae la señal de reloj usada de la trama PCM
 - Concentración de los enlaces de control (*LAPD signaling*) hacia la BSC
 - Control de alarmas
 - Interfaz para operaciones y mantenimiento
 - Almacena la base de datos con la configuración del equipo
- IDM (*Internal Distribution Module*): Maneja la distribución del suministro eléctrico ya en continua (+24 VDC) hacia las tarjetas instaladas en la BTS.
- DRU (*Double Radio Unit*): Se trata de la unidad transmisora/receptora y de procesamiento de la señal. Tiene control sobre la amplificación de la señal y cada TRU es capaz de manejar 1 portadora. El modelo usado (DRU) tiene el doble de capacidad por lo que por cada unidad se transmitirá 2 TRX.
- CDU (*Combining and Distribution Unit*): Con la CDU, se podrán combinar varios transmisores en una misma antena, utilizando el mismo cable y conector para manejar varios canales. Permite agrupar varias portadoras y ofrecer la funcionalidad de "frequency hopping".
- FCU (*Fan Control Unit*): Pequeña controladora que monitoriza la temperatura en el equipo activando/desactivando los ventiladores instalados.
- FU (*Fan Unit*): Elementos de ventilación.
- TMA (*Tower Mounted Amplifier*): Para la mejora en la sensibilidad del receptor.
- ACCU (*AC Connection Unit*) / DCCU (*DC Connection Unit*): Unidad de conexión del suministro de corriente alterna / continua incluyendo los elementos de protección asociados.
- Módulos OVP (*overvoltage protection modules*)

La RBS2116 permite la instalación de hasta 6 tarjetas dTRU (Unidad transceptora doble). Estas tarjetas contienen la circuitería necesaria para convertir la trama PCM que le llega desde la red de transmisión en una señal radio que será enviada por las antenas exteriores. Sus tareas son las de modulación/demodulación y amplificación. En caso de que la zona a cubrir no se espere que curse un tráfico intenso, por ejemplo en el caso de dar servicio a un área industrial pequeña, se instalarían 2 TRX por sector (1 tarjeta dTRU por sector). En caso de precisar más capacidad en un futuro, siempre se puede ampliar instalando más tarjetas.

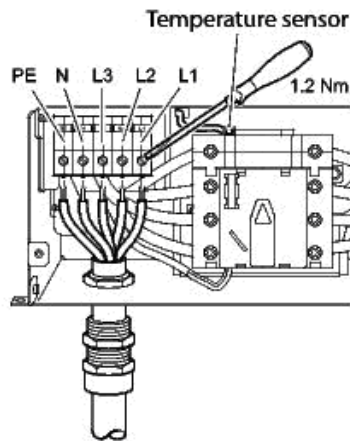
La configuración 1x2 significa 1 sector con 2 portadoras



En la mayoría de los casos, las especificaciones de funcionamiento superan los requerimientos de rendimiento de las especificaciones técnicas GSM. Sus especificaciones radio son:

900 MHz System Data	1800 MHz System Data
<p>Receiver: 890–915 MHz (P-GSM), 880–915 MHz (E-GSM)</p> <p>Transmitter: 935–960 MHz (P-GSM) 925–960 (E-GSM)</p> <p>Carrier bandwidth: 200 kHz</p> <p>Channels per carrier: 8 full-rate channels</p> <p>Modulation method: GMSK and 8-PSK</p> <p>Duplex separation: 45 MHz</p> <p>Carrier separation: 200 kHz with frequency hopping and 400 kHz without frequency hopping</p> <p>Output power: Dynamically controlled Control range = 30 dB in 2 dB steps including configuration steps from maximum output power</p>	<p>Receiver: 1710–1785 MHz</p> <p>Transmitter: 1805–880 MHz Carrier bandwidth: 200 kHz</p> <p>Channels per carrier: 8 full-rate channels</p> <p>Modulation method: GMSK and 8-PSK</p> <p>Duplex separation: 95 MHz</p> <p>Carrier separation: 200 kHz with frequency hopping and 400 kHz without frequency hopping</p> <p>Output power: Dynamically controlled Control range = 30 dB in 2 dB steps including configuration steps from maximum output power</p>

Los requerimientos del cable de alimentación y las conexiones de la alimentación de corriente alterna al ACCU serían los siguientes:



RBS 2116 V2	RECOMMENDED MAINS fusing	CONDUCTOR AREA
AC Power	With 4-PSU: 3x 25A, or 1x 55A With 3-PSU: 3x 20A, or 1x 50A	2.5 to 16 mm ²
DC power	Min for safe function: 125 A Max Allowed : 160 A	50-70 mm ²
+24V DC battery backup	1x max. 350 A	Cable with lug for M8 screw is included with BBS 2116 V2

Una vez decididos los sistemas a usar, debemos hacer un estudio de la zona para determinar que canales (frecuencias) se van utilizar en el nuevo emplazamiento. Con el fin de evitar las temidas interferencias, estos no deben coincidir con los asignados a las estaciones vecinas por lo que el ingeniero de radiofrecuencia debe de tener especial cuidado en este punto.

9.8 Integración del nodo B en una red 3G

Desde un punto de vista global, los pasos a seguir para la implantación de una red UMTS son similares a los que se tienen en cuenta para el caso de una red GSM:

- Diseño y planificación: Definiendo el número de elementos de red necesarios.
- Instalación de los elementos de red.
- Puesta en servicio de los elementos de red: Carga de software en los diferentes equipos a poner en servicio.
- Integración: Conexión de enlaces entre los diferentes elementos de la red.
- Optimización: Sin añadir nuevos elementos, se ajustan los parámetros de red y se intenta reducir la interferencia en la interfaz de radio.
- Ampliación de la red: Instalación de nuevos equipos para mejorar la calidad de servicio, incrementar la capacidad y las áreas de cobertura. También se ponen en práctica nuevas tecnologías.

Los objetivos principales que se plantean a la hora de elaborar la planificación de una red UMTS son los siguientes:

- Máxima cobertura.
- Máxima capacidad.
- Máxima calidad del servicio (QoS).
- Mínima interferencia.
- Mínimo coste.

Para alcanzar dicho objetivos se divide el proceso de planificación en una serie de fases:

- Diseño y dimensionado de la red.
- Planificación detallada.
- Optimización.

En la primera fase se fija de forma aproximada el número de estaciones base y emplazamientos, el tipo de configuración de nodos B y las necesidades de transmisión, a partir de los requerimientos del operador de cobertura, capacidad y calidad del servicio, así como las condiciones de propagación radio del área geográfica a cubrir.

Capacidad y cobertura van íntimamente unidas en redes UMTS (WCDMA), y por ello ambas deben ser consideradas simultáneamente en el dimensionado de dichas redes.

En el proceso de planificación detallada, los mapas de propagación reales y estimaciones de tráfico por parte del operador para la zona a planificar, son entradas básicas del proceso, además, teniendo en cuenta las conclusiones de la etapa anterior, se realiza una selección de emplazamientos, se establece la configuración de los nodos B, se llevan a cabo análisis de cobertura, capacidad y calidad del servicio y se fijan una serie de parámetros que gestionarán los recursos radio de las celdas.

Por último, cuando la red se encuentre operando, su comportamiento puede evaluarse mediante la realización de medidas y pruebas, y los resultados de esas medidas pueden ser utilizados para optimizar el comportamiento de la misma, mediante el ajuste de diferentes parámetros tanto físicos (orientaciones y *downtilt* (inclinación en antenas) como lógicos (a nivel de funcionalidades software de cada equipo).

9.8.1 Estudio para el dimensionado de una red UMTS

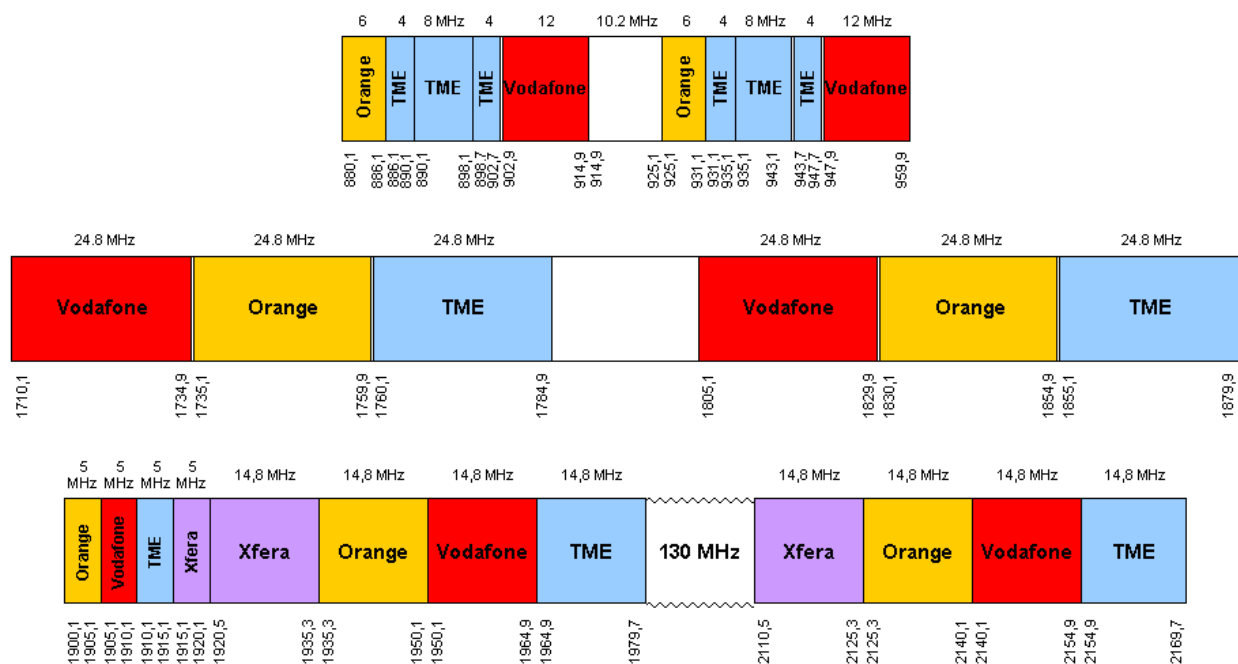
El dimensionado de una red radio WCDMA es el proceso mediante el cual se estima el número de elementos de red necesarios y las posibles configuraciones de los mismos, basándose en los requerimientos de cobertura, capacidad y calidad de servicio.

En cuanto a la interfaz de radio, el dimensionado incluye:

- Cálculo del balance del enlace y análisis de cobertura.
- Estimación de la capacidad.
- Estimación del número de emplazamientos y estaciones base.

Para el estudio de **cobertura** es necesario determinar el tipo de área a cubrir. Según el entorno en cuanto a edificaciones, espacios abiertos, vías urbanas, etcétera tendríamos: Urbano denso, urbano y suburbano. Además, es necesario determinar las condiciones de propagación, usando modelos establecidos, aplicando los factores de corrección necesarios y calculando márgenes de desvanecimiento.

Para la previsión de **capacidad** es necesario tener en cuenta un pronóstico de las tasa de crecimiento de mercado, información sobre la densidad de tráfico en cada zona y, fundamentalmente, el espectro de frecuencias disponible. El reparto de frecuencias en España para los distintos operadores es el siguiente:



En relación a la asignación de licencias 3G, muchos países las licitaron mediante subastas pero en España se optó por un modelo de concurso donde los adjudicatarios tenían obligaciones de cobertura. Se concedieron licencias a Telefónica, Vodafone, Orange y Yoigo de 29,6 MHz (FDD) y 5 MHz (TDD) a cada uno.

9.8.1.1 Métodos para el aumento de la capacidad

Los operadores de telecomunicaciones tienen identificados procesos que le permiten identificar las situaciones en las que se hace necesario un aumento de la capacidad. Estos procesos no deben ser lanzados demasiado pronto, ya que adelantaría el gasto de capital antes de lo necesario. Las mejoras de capacidad generalmente implican cambios en el *hardware*, que son relativamente caros y sólo deben realizarse cuando sea realmente necesario. Es posible aumentar la capacidad del sistema sin realizar cambios en el hardware, llevando a cabo una optimización de los elementos existentes. La optimización siempre debe contemplarse antes de proceder a cualquier mejora de capacidad que involucre *hardware* adicional.

Los métodos para el aumento de capacidad son:

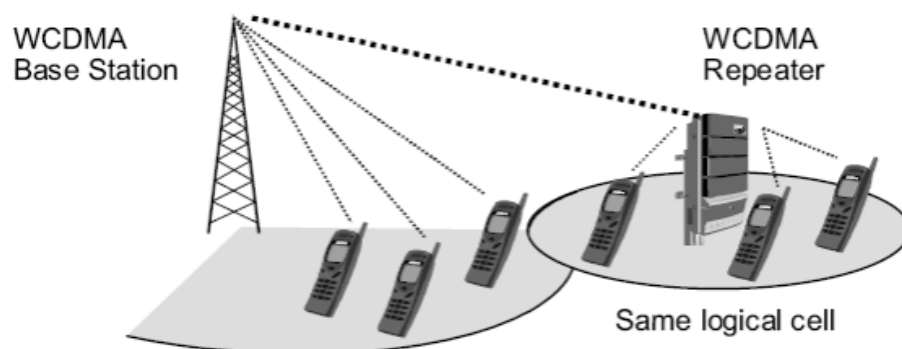
- Portadora adicional: Las portadoras adicionales constituyen la forma más simple y efectiva de incrementar la capacidad de un sistema. La cobertura de servicios se ve mejorada como resultado de disminuir la carga en el *uplink* de cada portadora. Cuando una estación base cuya capacidad está limitada en el *downlink* tiene una potencia de transmisión limitada, la capacidad del sistema aumenta compartiendo la potencia entre portadoras disponibles. Por ejemplo, la capacidad de dos portadoras, cada una con una potencia de 10 W puede ser considerablemente mayor que la capacidad de una portadora a 20 W.

La mayoría de las operadoras de UMTS cuentan con más de una portadora. En general suelen ser dos o tres portadoras las licenciadas por cada operador con las autoridades locales. El impacto de asignar múltiples portadoras a una celda depende de si el sistema está limitado en:

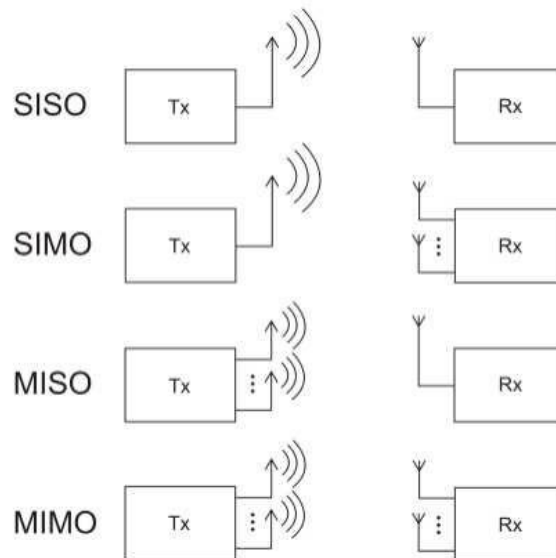
- *Uplink* o *downlink*
- La potencia de transmisión disponible en cada portadora
- Si la función de control de los recursos de radio soporta la carga balanceada entre las portadoras.

Aunque se trata de una forma sencilla y eficaz de aumentar la cobertura y capacidad de una celda, las operadoras sólo introducirán portadoras adicionales cuando estén obligadas por el crecimiento de la demanda de capacidad del sistema.

- Potencia de transmisión de la estación base: La potencia de transmisión asignada a cada celda WCDMA debe compartirse entre todos los usuarios activos que pertenecen a dicha celda. Una menor potencia media de transmisión necesaria para atender a dichos usuarios resulta en una mayor capacidad de la celda.
- Amplificadores *Mast-Head* y antenas activas: Los MHAs (*Mast Head Amplifiers*) y las antenas activas se usan para reducir el ruido generado en la estación base. Mediante esto, el balance de potencia en el *uplink* mejora y se aumenta el rendimiento de la cobertura.
- Uso de Amplificadores de radiofrecuencia remotos: En términos de cobertura, la mejora se produce por la disminución de las pérdidas producidas con respecto a una estación base cuya señal de RF parte de un módulo de RF integrado en la misma.
- Sectorización: Incrementando el número de sectores que pertenece a un emplazamiento. Es una técnica usada habitualmente para conseguir una mejora de capacidad, aunque generalmente la cobertura se ve mejorada al mismo tiempo.
- Repetidores: Se utilizan para extender el área de cobertura de una celda preexistente. El balance de potencia de esta célula donante no varía, mientras que tendremos que tener en cuenta un segundo balance de potencia relativo al repetidor.



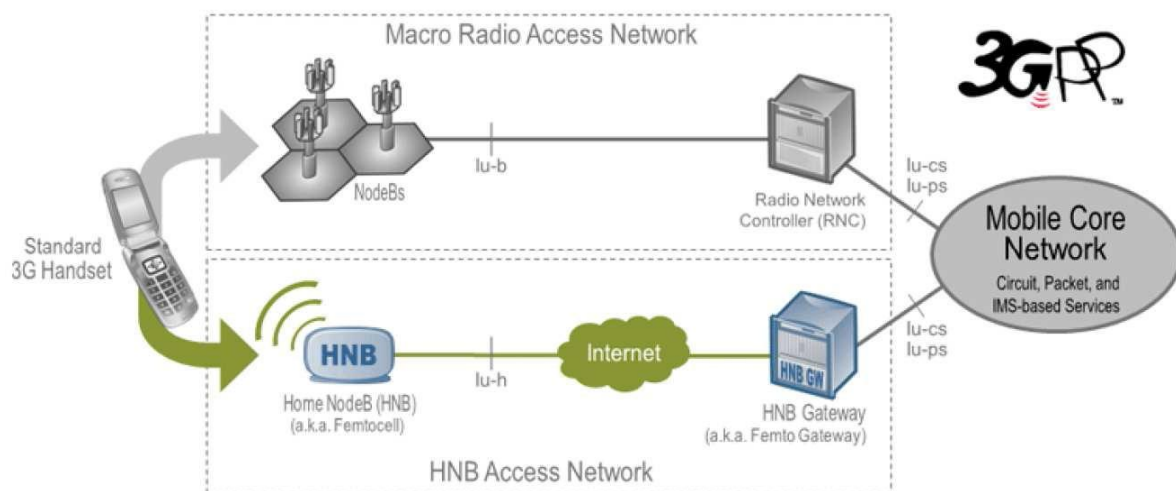
- Ampliar el número de antenas transmisoras/receptoras (tecnología MIMO): Existen diferentes versiones
 - MIMO (*Multiple input multiple output*): Tanto transmisor como receptor tienen varias antenas.
 - MISO (*Multiple input single output*): Existen varias antenas de emisión pero únicamente una en el receptor.
 - SIMO (*Single input multiple output*): Una antena de emisión y varias de recepción.
 - SISO (*Single input single output*): Una antena de emisión y una de recepción.



- **Femtoceldas:** Una solución de naturaleza diferente al resto es el uso de femtoceldas. Se pueden considerar estaciones base de radiotelefonía de muy poca potencia pero con todas las características de un nodo B común y con la particularidad de que todo el tráfico es cursado a través de la línea de banda ancha (DSL) del domicilio particular del usuario. Son utilizadas para proporcionar excelente cobertura en áreas muy pequeñas de actuación de voz y datos (cuatro o cinco usuarios por femtocélula) permitiendo a la vez al usuario disfrutar de condiciones de tarificación al encontrarse en su radio de cobertura.

Esta arquitectura añade dos nuevos elementos a la red convencional: El HNB por un lado y la pasarela HNB o HNB-GW por el otro, ambos unidos por un nuevo interfaz denominado lu-h:

- **Home Node B (HNB):** Conectado a la red de banda ancha existente en el domicilio, provee de cobertura 3G a los dispositivos que se encuentren en su radio de alcance y que pertenezcan a la lista de usuario con acceso permitido. Incorpora todas las capacidades de un nodo B convencional junto con manejo de funciones propias de de una RNC.
- **HNB Gateway (HNB-GW):** Se incorpora a la red del operador y su función es la de agregar todo el tráfico proveniente de los HNBs para direccionarlos hacia el núcleo de red a través de los interfaces convencionales lu.
- **Interfaz lu-h:** Situado entre el HNB y la pasarela, proporciona una comunicación segura y escalable sobre Internet. Además define un método eficaz para transportar el tráfico destinado al interfaz lu, y un nuevo protocolo, el HNBAP, para permitir la futura arquitectura con múltiples HNB distribuidos aleatoriamente.



9.8.2 Escenarios de instalación

Los equipos ha instalar vienen condicionados, como en la instalación del equipamiento GSM visto anteriormente, por la ubicación (*indoor/outdoor*) y el proveedor del *hardware* de telefonía móvil para estaciones base (Ericsson, Huawei, Nokia-Siemens, Nortel, etcétera). Cada uno con sus características y peculiaridades como:

- Capacidad
- Dimensiones
- Funcionalidades extra
- Precio

Al final, la arquitectura de red y el estándar UMTS (o GSM) provoca que las diferencias entre la solución de un fabricante u otro sean escasas.

Podemos encontrar un ejemplo en la familia R3 de estaciones base RBS 3000 de Ericsson formada por:



Esta serie está basada en los siguientes módulos estandarizados de Ericsson:

- **Unidad de radio (Radio Unit, RU):** Incluye toda la funcionalidad necesaria para el tratamiento de la señal como conversión D/A y modulación y amplificación RF para la transmisión así como el filtrado y conversión A/D para la recepción.

Una RU puede gestionar una o más portadoras, tanto para transmitir como recibir, dependiendo del tipo de RU. Pueden combinarse varios tipos de RU en un mismo armario. Pueden implementarse configuraciones multibanda añadiendo RUs (y su correspondiente FU) para diferentes bandas de frecuencia. En los modelos 3216/3116 pueden incluirse hasta 3 RU.

- **Unidad de filtro (Filter Unit, FU):** Se encuentra asociada a elementos que intervienen en radiofrecuencia como los filtros de RF, el amplificador de bajo ruido (LNA) y los *splitters*. La unidad FU también suministra alimentación al controlador del sistema de antena/amplificador montado en torre (ASC/TMA) y el *Tilt* eléctrico remoto (RET).

Un filtro *duplex* conecta tanto el receptor como el emisor a una antena común. De este modo se minimiza el número de alimentadores y antenas.

Las alarmas y la comunicación de control con el ASC y el RET son manejados con el FU.

- **Unidad de control base (Control Base Unit, CBU):** Es la unidad de control de la central. Ejecuta la mayor parte de las funciones de control en la RBS y controla las tarjetas conectadas a través de la placa de procesadores.

Contiene el conmutador ATM y los interfaces a los otras unidades usando la conexión posterior del *rack*. La CBU también contiene un sistema de filtrado y distribución de la alimentación para la parte de banda base y control.

También estabiliza la señal de reloj extraída de la conexión de la red de transporte ó del equipamiento GPS externo opcional. Se encarga de crear y distribuir un conjunto de señales de reloj al resto de la RBS.

Admite hasta 4 puertos de la red de transporte (E1/T1/J1).

A continuación se indican las principales características de las estaciones UMTS RBS 3216/3116 incluidas en la familia R3:

- Reducido tamaño y diseño compacto
- Armarios para interior o exterior
- Hasta tres sectores por armario
- Múltiples opciones de alimentación de salida con hasta 60 W por celda-portadora
- Hasta 768/768 canales in *uplink/downlink*
- Soporte para HSDPA y *uplink*-mejorado
- Apoyo para unidades de radio remotas (RRU)
- Múltiples opciones de voltaje de alimentación

Las RBS son entregadas pre-testeadas y pre-configuradas para el emplazamiento, incluyendo su propio mecanismo de auto-test y con un asistente de configuración del equipo, orientado a reducir el tiempo de instalación y agilizar la activación de la red.

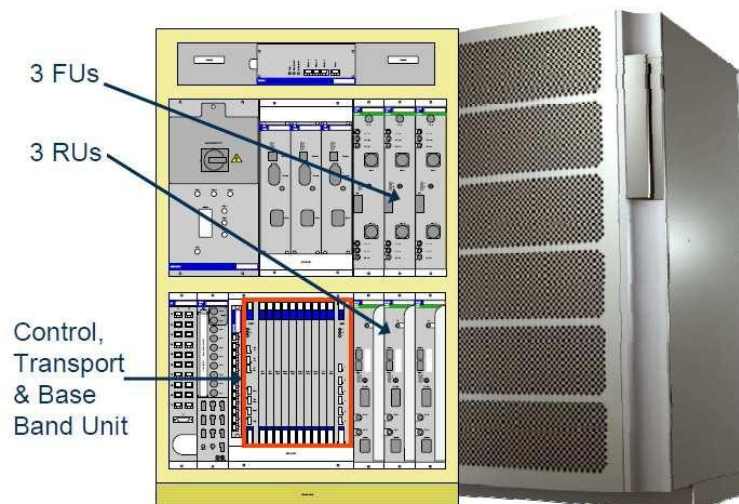
Las RBS son accesibles desde cualquier nodo de la red para la ejecución de tareas de gestión. Las siguientes características aseguran un mínimo impacto de servicio durante la realización de labores de mantenimiento o cambio:

- Las correcciones y actualizaciones software pueden llevarse a cabo mientras que la RBS está operando.
- Las unidades hardware enchufables pueden ser sustituidas durante su funcionamiento (principio de intercambio en "caliente").
- El hardware RBS puede añadirse mientras la RBS está en funcionamiento.
- La RBS es capaz de localizar el origen de fallos.

9.8.2.1 Equipamiento UMTS *indoor*

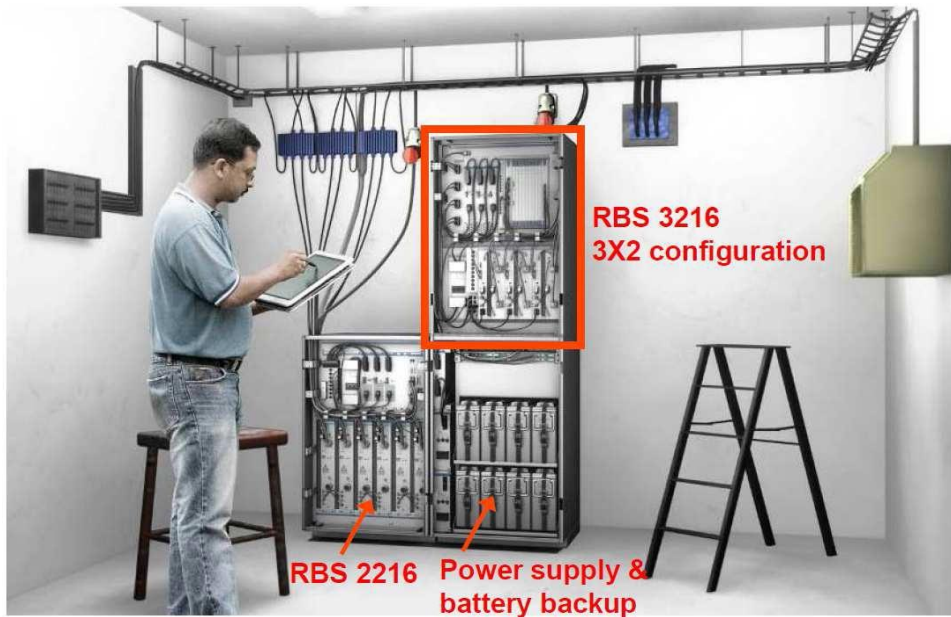
Supongamos un emplazamiento tipo *co-site* donde se espera dar cobertura 2G (unidad RBS 2216) y 3G (RBS 3216) con equipos de la firma Ericsson incluyendo un sistema de alimentación de emergencia formado por baterías.

La unidad RBS 3216 es una unidad *indoor* compacta, flexible y escalable (permite ampliación/eliminación de módulos enchufables) para estaciones GSM y WCDMA. La distribución de sus elementos internos se muestra en la figura siguiente:



UF unidad de filtrado, RU unidad de radio y CBU unidad de banda base, control y transporte

Esta estación base (nodo B) ofrece un variado rango de configuraciones que van desde un pequeño emplazamiento 3x1 (3 sectores y 1 portadora por sector) UMTS hasta un *site* de alta capacidad en modo dual GSM/UMTS como el mostrado en la siguiente imagen:

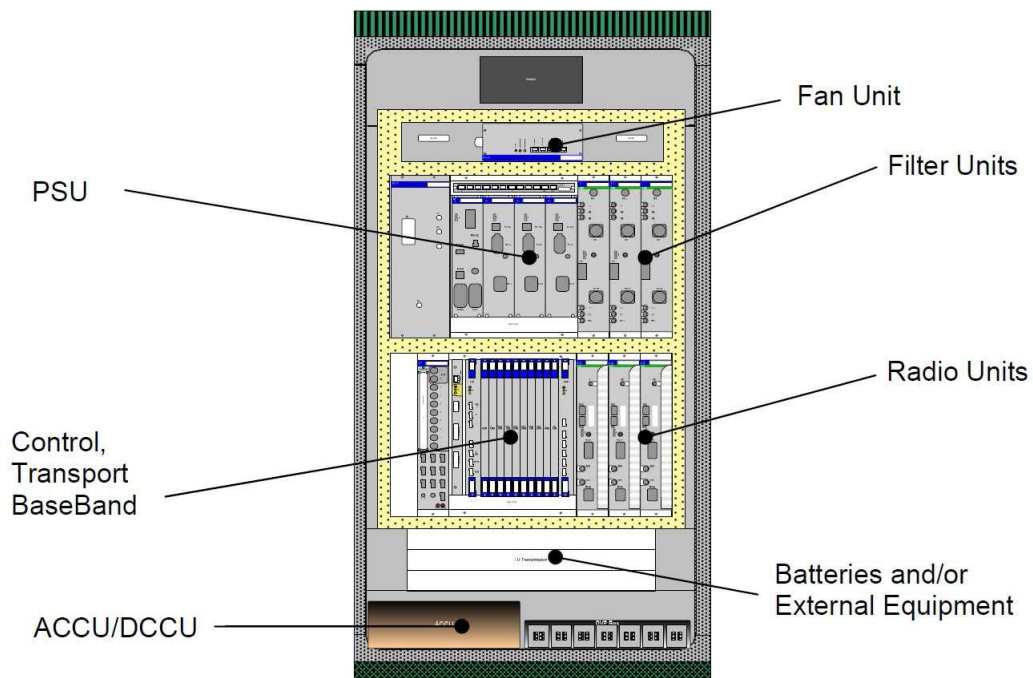


9.8.2.2 Equipamiento UMTS *outdoor*

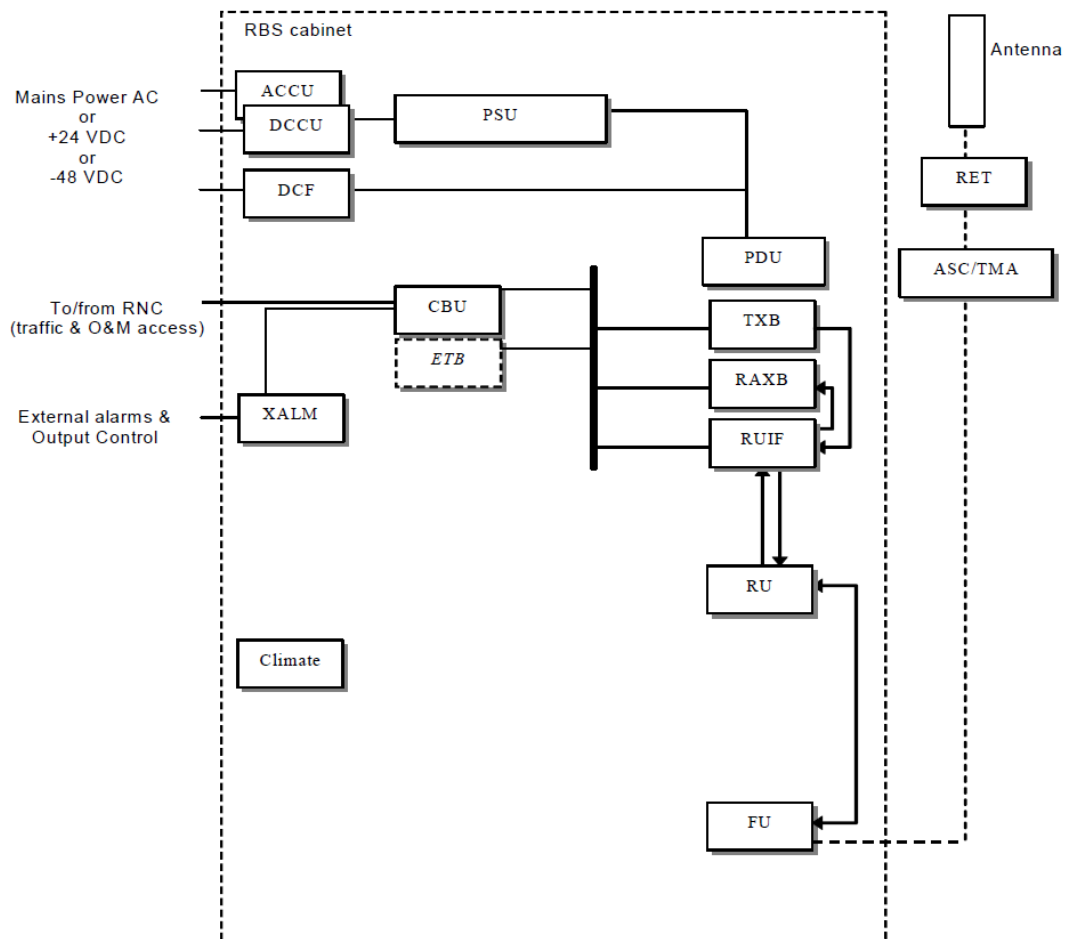
Como solución *outdoor* para el servicio UMTS ofrecido por Ericsson tenemos la RBS 3116 que utiliza el mismo armario y tiene un aspecto similar a la GSM modelo RBS 2116 y con la misma capacidad que la UMTS RBS modelo 3216 (*indoor*).

El armario está diseñado para su ubicación a la intemperie. Alberga una fuente de alimentación y un sistema de protección frente a las inclemencias del tiempo para las unidades internas. Existe un sistema de baterías de respaldo opcional para el equipamiento de transmisión.

El equipamiento *hardware* de la RBS está estructurado modularmente en varios subsistemas para facilitar su expansión. Desde el punto de vista físico, los subsistemas están agrupados en bloques independientes dentro del armario.



La arquitectura *hardware* es la siguiente:



Siendo sus módulos más destacados:

- Unidad de control base (*Control Base Unit, CBU*)
- Placa terminal de intercambio (*Exchange Terminal Board, ETB*): Proporciona puertos de conexión a la red de transporte opcionales. El uso de los ETBs son opcionales porque la Unidad de Control Base (CBU) ya dispone de los requerimientos de conectividad más comunes para la red de transporte.
- Placa de recepción de acceso aleatorio en banda base (*Base Band Random Access Receiver Board, RAXB*) está dividida las siguientes unidades funcionales:
 - Demodulador (DEM)
 - Acceso aleatorio (RA)
 - Decodificador (DEC)
 - Procesador
- Placa transmisora en banda base (*Base Band Transmitter Board, TXB*): Pueden instalarse hasta 2 TXBs para ampliar el número de canales DL admitidos.
- Unidad de radio (*Radio Unit, RU*)
- Unidad de filtrado (*Filter Unit, FU*)
- Placa interfaz de la unidad de radio (*Radio Unit Interface Board, RUIF*)
- Placa interfaz de la unidad de radio óptica (*Optical Radio Unit Interface Board, OBIF/RIF*): Es una variante óptica de la placa RUIF y hace posible la conexión de unidades de radio remotas a la RBS.
- Unidad de alimentación (*Power Supply Unit, PSU*) AC/DC: Es opcional y se utiliza cuando el voltaje suministrado es diferente a -48 VDC. Se encarga de convertir la tensión de alimentación suministrada a -48 VDC.

- Unidad de distribución de alimentación (*Power Distribution Unit, PDU*): Utilizada para la distribución interna de la tensión continua.
- Unidad de conexión de VAC (*AC Connection Unit, ACCU*): Conecta la alimentación de tensión alterna al sistema distribuyéndola a las PSUs.
- Unidad de conexión de VDC (*DC Connection Unit, DCCU*): Conecta la alimentación de tensión continua al sistema distribuyéndola a las PSUs de VDC.
- Filtro DC (*DC filter, DCF*): Utilizado en la conexión de la tensión continua de entrada de -48 VDC.
- Unidad de refrigeración (*Climate Unit, CLU*): Se utiliza en la unidad RBS3116 y está basada en el principio de convección forzada. Esta unidad es controlada autónomamente y las alarmas son presentadas vía la CBU.
- Unidad de Batería (*Battery Unit*): La unidad exterior 3116 puede ser equipada con 1,2 o tres unidades de batería interna. Cada batería interna puede entregar 5Ah a -48 VDC.
- Unidad de fusible de batería (*Battery Fuse Unit, BFU*): Supervisa y conecta/desconecta la batería de recuperación cuando el voltaje baja de un nivel prefijado. Sólo se utiliza en la unidad RBS 3116.
- Unidad de ventilación central y medida de la temperatura del sitio (*Central Fan Unit and Hot Spot Measuring*): Un ventilador central controla el flujo de aire en el armario. Este módulo ajusta la velocidad del ventilador según las lecturas obtenidas en diferentes sensores ubicados en cada placa de la RBS. Esto asegura la velocidad óptima del ventilador en cada situación.
- Elemento de adaptación del interfaz de la red de transporte (*75 ohm Transport Network Interface Adaptation*):
- Alarma externa y control de salida (X-ALM): La RBS puede monitorizar y controlar el equipamiento cliente con este servicio. Ejemplo de alarma: detector de humo.
- Dispositivos de protección para sobre tensiones (*Over-Voltage Protection Devices*)
- Espacio para equipamiento extra (*Extra Equipment Space*): 3U alto (3 unidades) para bastidor de 19 pulgadas. Este espacio es compartido entre las baterías de recuperación y el equipamiento extra (máx. 300 W).
- Controlador del sistema de antena (*Antenna System Controller, ASC*): Usado principalmente para reducir el ruido presente en la recepción de la señal. Usado en la banda de 2.1 GHz.
- Amplificador montado sobre antena de banda ancha (*Wideband Towe Mounted Amplifier, WTMA*): Es un amplificador ddTMA dual de alta ganancia, en la banda de 2.1 GHz.
- Control remoto interno del Tilt de la antena (*Internal Remote Electrical Antenna Tilt, Internal RET*): Se utiliza para mejorar el rendimiento de la red de radio.

9.8.2.3 Especificaciones técnicas

Especificaciones de radio:

- Sistema de datos:
 - Receptor: 1920-1980 MHz
 - Transmisor: 2110-2170 MHz
 - Ancho de Banda: 5 MHz
 - *Duplex Separation*: 190 MHz
- Transmisor: La RBS viene con las siguientes clases de potencias de de salida de célula-portadora: 20W, 30W, 40W y 60W.
- Sensibilidad el receptor a 2.1 GHz:
 - Con ASC: Sensibilidad -128,9 dBm
 - Sin ASC: -127,5 dBm

Dimensiones del armario:

Unit 3216	Width (mm)	Depth (mm)	Height (mm)
Cabinet	600	580	900
Cabinet incl. base frame	600	580	950
Base frame*)	600	400	50

*) The Base Frame is optional.

Unit 3116	Width (mm)	Depth (mm)	Height (mm)
Cabinet	650	880	1380
Cabinet incl. installation frame	650	880	1430
Footprint	650	600	

- Peso:

Unit	Weight (kg)
3216 Fully equipped cabinet excl. base frame	130
3116 Fully equipped cabinet excl. Base frame	250

Alimentación: La RBS 3116 puede alimentarse con -48 VDC o con VCA monofásica, bifásica o trifásica y protección de toma de tierra:

RBS 3116 DC Supply Options

Nominal Voltage	Voltage Range
-48 VDC	-40.5 to -57.0 VDC

RBS 3116 AC Mains Supply Options

Voltage Range [VAC +/- 10%]	[Hz]	Configuration
200 – 250 VAC	50/60	1 Wire + N + GND
100 – 433 VAC	50/60	2 or 3 Wires + N + GND

Consumo de potencia a 25 grados centígrados:

Indoor RBS DC Power Consumption

Configuration (power/cell-carrier)	Band	Typical Power Consumption (kW)
3x1 20/30 W	2100	0.7 / 0.8
3x2 20/30 W	2100	0.8 / 1.0

Outdoor RBS AC Power Consumption

Configuration (power/cell-carrier)		Typical Power Consumption (kW) ¹
3x1 20/30 W	2100	1.0 / 1.3
3x2 20/30 W	2100	1.1 / 1.4

Especificaciones de la interfaces de la red de transporte:

Transport Network Interface Types

Board	Name	Speed (Mbps)	Ports/ Board	Standards Compliance
ET-MC1	J1	1.5	8	JT-G703/ JT-G704/ JT-I431a
	T1	1.5	8	ANSI-G.703/G.704
	E1	2	8	ETS 300 420 ITU G.703/G.
ET-M3	J2	6	2	JT-G703/ JT-G704
	E3	34	2	ITU G.703/G.704
	T3	45	2	ANSI G.703/G.704
ET-M4	STM-1/OC-3c	155	2	ANSI T1.105-1995 ITU I.432.2 G.703 ITU G.957
	Mega-link	155	2	NTT (Mega-link)
ET-MC41s	Channelized STM-1/OC-3	155	1	ANSI T1.105-1995 ITU I.432.2 G.703 ITU G.957

Configuraciones de radio:

Single Band RBS Configurations

Sector x Carrier	Power/Sector-Carrier (W)		
	850 MHz	1900 MHz	2.1 GHz
1x1	20/40	20/40	20/30/40/60
1x2	20	20	20/30
2x1	20/40	20/40	20/30/40/60
2x2	20	20	20/30
3x1	20/40	20/40	20/30/40/60
3x2	20	20	20/30

Máxima capacidad de banda base:

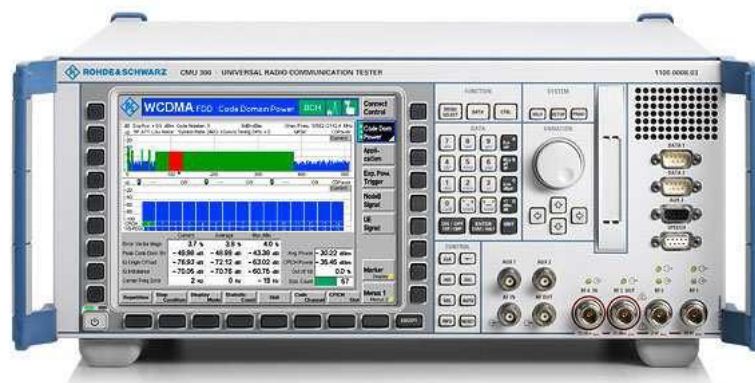
Maximum Baseband Capacity

	Capacity (CE)
Uplink	768
Downlink	768

9.8.2.4 Verificación de un nodo B

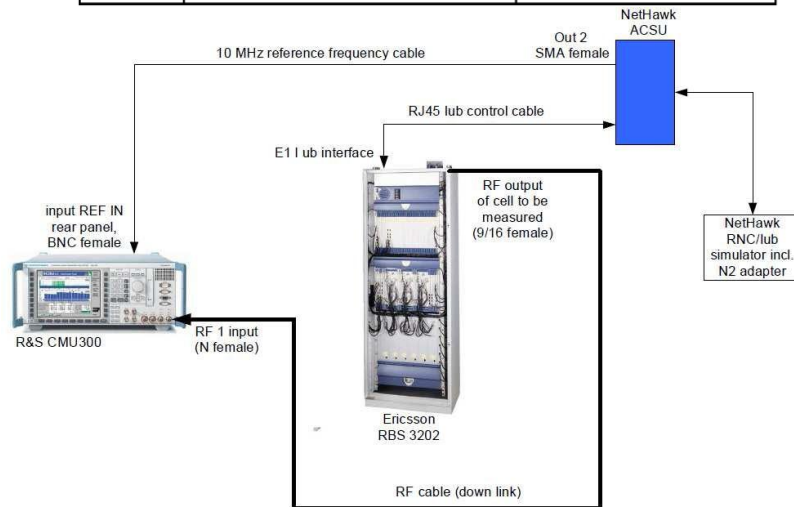
La comprobación del correcto funcionamiento de los parámetros de radiofrecuencia de una estación base UMTS durante la fase de puesta en marcha y comprobación del sistema, asegurará el funcionamiento libre de errores en las redes de telefonía como requisito previo para la aceptación general de la instalación por parte del solicitante.

Una solución completa para el desarrollo de la fase de testeo de los parámetros de transmisión/recepción según la especificación 3GPP TS 25.141 FDD R99 pueden llevarse a acabo por medio de un equipo de medida de radiofrecuencia para estación base (y controlador de estación base).



Medidas en la transmisión: Capítulo 6 de la especificación 3GPP TS 25.141 FDD R99

Chapter	Title	Test Model and CMU measurement menu
6.2.1	Base station maximum output power	1, Power Meter
6.2.2	CPICH power accuracy	2, Code Domain Power
6.3	Frequency error	4, Modulation
6.4.4	Total power dynamic range	1, Power Meter
6.5.1	Occupied bandwidth	1, Spectrum
6.5.2.1	Spectrum emission mask	1, Spectrum
6.5.2.2	Adjacent channel leakage power ratio (ACLR)	1, Spectrum
6.7.1	Error vector magnitude	4, Modulation
6.7.2	Peak code domain error	3, Code Domain Power



Medidas en la recepción: Capítulo 7 de la especificación 3GPP TS 25.141 FDD R99.

Chapter	Title	Remarks
7.2	Reference sensitivity level	RMC 12.2 kbps, PN9 Sequence
7.3	Dynamic range	Additional AWGN signal covered by SW option R&S CMU-K77
7.8	Verification of the internal BER calculation	BER simulation function covered by SW option R&S CMU-K77

