



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

PROYECTO EVO 900

Implantación del sistema UMTS 900 MHz en Estación base de Telefónica (Suances/Depósito)

PROYECTO FINAL DE CARRERA

Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza

(Marzo de 2013)

Autor: Ana Ibarz Cortés

Director: Francisco José Pérez Cebolla

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a Francisco J. Pérez Cebolla por sus consejos y por la oportunidad que me ha brindado para realizar este proyecto con él.

A mis padres, porque siempre me han ayudado y me han animado a cerrar esta carpeta que llevaba ya demasiado tiempo abierta. Y por supuesto al resto de mi familia, mi hermana, mis abuelas, a todos... por vuestra confianza en mí.

Y a Manu, porque tu apoyo durante toda la carrera ha sido muy importante para mí.

Gracias.

Índice

PRÓLOGO	VIII
OBJETIVOS	X
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. VISIÓN GLOBAL DEL REFARMING	1
1.2. LICITACIONES DEL ESPECTRO CELULAR EN ESPAÑA	7
1.2.1. PRIMERA SUBASTA	7
1.2.2. SEGUNDA SUBASTA	12
1.2.3. CONCLUSIONES	13
1.3. EVOLUCIÓN DEL SISTEMA UMTS EN LA BANDA 900 MHZ	14
CAPÍTULO 2. INFRAESTRUCTURA FÍSICA DE UNA BTS (ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA)	15
2.1. CASOS DE CONFIGURACIÓN PREVIA	17
2.1.1. CASO 1: 2G EN RBS6000 & 3G EN CUALQUIER OTRO BASTIDOR	17
2.1.2. CASO 2: 2G EN RBS2000 O NSN & 3G EN RBS6000	17
2.1.3. CASO 3: 2G EN RBS2000 O NSN & 3G EN MAIN REMOTE	18
2.1.4. CASO 4: 2G EN RBS2000 O NSN & 3G EN RBS3000 MACRO	18
2.2. MODELOS DE RBS O HARDWARE (UMTS900)	19
2.2.1. RBS 6201 (INDOOR)	20
2.2.2. RBS 6601 (MÓDULO DISTRIBUIDO)	38
2.2.3. RBS6102 (OUTDOOR)	54
2.2.4. INSTALACIÓN KIT DE TARJETAS W900	81
2.2.5. SWAP	82
2.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE RADIO	83
2.4. CASOS DE TRANSMISIÓN PARA SISTEMA UMTS 900	86
CAPÍTULO 3. SISTEMA RADIANTE EN UNA BTS	89
3.1. ANTENAS	90
3.1.1. REUTILIZACIÓN DE ANTENAS EXISTENTES	91

3.1.2. UNA ANTENA POR SECTOR Y ESPACIO DISPONIBLE EN TORRE	93
3.1.3. UNA ANTENA POR SECTOR Y SIN ESPACIO EN TORRE	94
3.1.4. PRESENCIA DE DOS ANTENAS POR SECTOR	95
3.1.5. INSTALACIÓN DE ANTENAS	97
3.2. ELEMENTOS DE AMPLIFICACIÓN O COMBINACIÓN	106
3.2.1. INSTALACIÓN DEL AMPLIFICADOR DE TORRE	106
3.2.2. INSTALACIÓN COMBINADOR DE SEÑAL RF	107
3.2.3. GUÍA ONDA O TIRADA PRINCIPAL DE COAXIAL	108
3.3. FEEDERS O LATIGUILLOS	110
3.4. KITS DE TIERRA DE LA GUÍA ONDA	111
3.5. CONECTORES	114
3.6. SISTEMA CLAMPEADO Y SOPORTE GUÍA	115
3.7. DESCARGADORES	116
CAPÍTULO 4. PRUEBAS EN EL SISTEMA RADIANTE	117
4.1 PÉRDIDAS EN EL CABLEADO RF. CRITERIOS PERMITIDOS	117
4.1.1 CÁLCULO ESTIMATIVO DE PÉRDIDAS EN EL CABLEADO	118
4.2 MEDIDAS REALIZADAS EN EL SISTEMA RADIANTE	119
4.2.1 DEFINICIÓN DE PÉRDIDAS DE RETORNO RL / ROE (VSWR)	120
4.2.2 DEFINICIÓN DE PÉRDIDAS EN EL CABLE (CL)	121
4.2.3 DEFINICIÓN DE DISTANCIA AL FALLO (DTF)	121
4.2.4 MÉTODOS DE MEDICIÓN DE PRUEBAS DE ANTENAS Y CABLES	122
4.2.5 PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN	123
4.2.6 MEDICIÓN DE PÉRDIDAS EN EL CABLE (CL)	126
4.2.7 MEDICIÓN DE ROE (VSWR)	129
CAPÍTULO 5. INSTALACIÓN SISTEMA UMTS 900 EN ESTACIÓN BASE DE SUANCES (CANTABRIA)	131
5.1 REPLANTEO DE OBRA	131
5.1.1 LOCALIZACIÓN	131
5.1.2 DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN BASE	135
5.1.3 CONFIGURACIÓN EXISTENTE: ELECCIÓN DEL EQUIPO DE RADIO	136
5.1.4 ALIMENTACIÓN EXISTENTE: ELECCIÓN DE ALIMENTACIÓN	139
5.1.5 TRANSMISIÓN EXISTENTE	141
5.1.6 ALARMAS EXTERNAS	143
5.1.7 PUESTA A TIERRA	143

5.1.8 SISTEMA RADIANTE EXISTENTE	143
5.1.9 RESUMEN DE TRABAJOS	150
5.2 PLAN DE MEDIDAS PREVENTIVAS	150
5.3 APROBACIÓN DEL REPLANTEO DE OBRA Y RECOGIDA DE MATERIAL	154
5.4 SWAP	155
5.4.1 PREPARACIÓN PARA EL SWAP	155
5.4.2 DESMONTAJE DEL RBS 3206	157
5.4.3 MONTAJE DEL RBS 6201	159
5.5 INSTALACIÓN CABLEADO RF/ DESCARGADORES Y COMBINADORES	161
5.6 INSTALACIÓN DE ALIMENTACIÓN	167
5.7 INSTALACIÓN DE TRANSMISIÓN	168
5.8 CABLEADO DE PUESTA A TIERRA	174
5.9 SISTEMA RADIANTE	175
5.10 CONFIGURACIÓN E INTEGRACIÓN DEL NODO	183
CAPÍTULO 6. DOCUMENTACIÓN Y ENTREGA DE RESULTADOS	188
6.1 DOCUMENTACIÓN DE ENTREGA DE OBRA	188
6.2 CHECK LIST DE CALIDAD INSTALACIONES DE RADIO	190
6.3 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN RBS 6201	194
6.4 PLANTILLA TME ZONA NORTE DATOS A RECOPIRAR FIN DE OBRA	209
CAPÍTULO 7. REVISIÓN Y SOLUCIÓN DE REPAROS	211
7.1 REVISIÓN DE LA OBRA	211
7.2 SOLUCIÓN DE REPAROS	214
CONCLUSIONES	219
PRÓXIMOS TRABAJOS	221
BIBLIOGRAFÍA	223
ANEXOS	225

Prólogo

La sociedad en general nos encontramos en un momento en el que vemos cómo los cambios tecnológicos evolucionan a un ritmo vertiginoso y es a ese mismo compás al que nosotros nos adaptamos a los progresos. Hubiera parecido algo ilógico pensar hace décadas que actualmente el uso cotidiano del teléfono móvil se iba a imponer al fijo y, además que los usuarios reemplazaríamos nuestros móviles por otros nuevos cada vez más modernos con una media de tiempo de dos años. Disponer en el móvil de aplicaciones como WhatsApp, Line, etc. que nos permiten mensajearnos con todos nuestros contactos es hoy por hoy, el medio de comunicación por texto entre personas más extendido y utilizado. Sustituye sin duda al correo electrónico puesto que además de chatear permite conjuntamente enviar fotos y vídeos captados prácticamente al momento, tan sólo con el retardo que supone la grabación de las imágenes. El teléfono móvil es uno más en nuestro día a día, tan necesario para todos aquellos que trabajan desplazándose de un sitio a otro durante su jornada laboral como imprescindible les resulta a la mayoría de los adolescentes y no adolescentes que lo consumen de manera indiscriminada. Para poder disfrutar de estos servicios se debe tener Internet en el móvil; son por excelencia los teléfonos inteligentes o también denominados *Smartphone* los que se emplean comúnmente como dispositivo de comunicación y organizador personal.

Desde la aparición de los *Smartphone*, han sido millones de personas las que han reemplazado sus teléfonos móviles que no tenían Internet por nuevos que ahora sí lo tienen. Esto ha hecho que los operadores de telefonía se hayan embolsado una gran cantidad de dinero y hoy día quieran seguir por el mismo camino, invirtiendo en la modificación de sus instalaciones con vistas a esta presente evolución tecnológica.

Desde los primeros meses de 2011 hasta la actualidad, en la empresa ACC Group S.L. hemos estado trabajando para Telefónica Móviles España (TME) en el proyecto denominado EVO900 (Evolución 900 MHz) entre otros. Como su propio nombre indica, este proyecto es un progreso realizado en la banda de frecuencia de 900 MHz, hasta entonces utilizada únicamente por sistemas GSM y en la que ahora se ha introducido el sistema UMTS. El sistema UMTS para telefonía móvil hasta entonces sólo estaba instalado en la banda de frecuencia de 2100 MHz. El hecho de que se pueda emplear UMTS en la banda de 900 MHz nos permite disponer de una nueva tecnología que dispone tanto las ventajas del 3G como las asociadas a la banda del 2G. De esta forma, conseguimos que la velocidad y facilidad de transmisión de datos del 3G se sume a la buena penetración de señal alcanzada por el 2G.

TME continúa todavía hoy realizando un despliegue de medios para conseguir expandir este progreso por toda la geografía española. Para ello, desde el inicio ha contado con la mano de Ericsson en todos los sentidos. Ericsson es el suministrador de todos los equipos de radio empleados en las instalaciones y además el encargado de gestionar el proyecto bajo la supervisión de TME. Para poder llevar a cabo todas las instalaciones realizadas hasta el momento y las que restan para dar por terminado el proyecto, Ericsson contrató a diferentes empresas de telecomunicaciones repartidas por toda España. Hasta el momento hemos estado realizando instalaciones de este tipo en la provincia de Aragón, también en Cantabria, en Navarra y en el País Vasco. Nuestra empresa está trabajando como subcontrata de otras dos empresas de telecomunicaciones –mantendré sus nombres en el anonimato en toda la memoria de este proyecto fin de carrera-, de esta forma conseguimos nosotros formar parte de este proyecto en pleno apogeo.

La extensión del UMTS en la banda 900 MHz se está realizando con una rapidez increíble, debido en gran parte a que el conjunto de medios empleados se ha visto reducido gracias a que se están efectuando las instalaciones dentro de las Estaciones Base de Telefonía móvil (BTS) existentes. Todos los montajes se han realizado en centros de TME donde ya existían otros sistemas celulares operativos, pudiéndonos aprovechar en parte de esta infraestructura para la adicción del nuevo sistema.

Según está previsto, el proyecto de evolución se terminará a mediados de 2013 y por supuesto habrá opiniones de todo tipo respecto a las mejoras aparentes. Al final como en todo, habrá zonas donde a el operador le interese invertir más y en otra menos; él es el que decide y en eso no tenemos más voz que cualquier otro cliente del operador.

Objetivos

El objetivo del presente proyecto es cubrir los diferentes casos que existen para el diseño e implementación de la tecnología UMTS en la banda de 900 MHz en una BTS para TME, explicados de forma que pueda seguirse la operativa llevada a cabo en cada uno de ellos. Se ha trabajado en todos los casos con equipos de radio suministrados por Ericsson y según la tipología de la estación se ha empleado un modelo u otro.

Este proyecto se divide en dos partes, en la primera se definen de forma descriptiva la instalación de los equipos de telecomunicaciones, así como la mano de obra necesaria para el montaje y también el resto de elementos radiantes necesarios para la puesta a punto del nuevo sistema UMTS 900 MHz en la estación. Por otro lado, en la segunda parte se describirá detalladamente el paso a paso de una de las instalaciones que hemos llevado a cabo en este proyecto EVO900. De esta forma, se pretende conseguir hilar las explicaciones iniciales con la ejecución práctica expuesta como ejemplo.

Lógicamente en el caso tomado como modelo no se puede abarcar tanto como para exponer todas las situaciones en las que hemos estado trabajando, por ello la elección de la instalación desarrollada en el presente proyecto ha sido tomada por considerarse un ejemplo suficientemente completo como para mostrar las explicaciones dadas en la primera parte del proyecto. Relatar un caso práctico acorde a cada una de las situaciones habría supuesto que la memoria de este proyecto se extendiera demasiado y por ello se ha tomado la decisión acorde a lo mencionado.

El terreno donde se sitúa la estación base objeto está clasificado como suelo urbano, en el municipio de Suances (Cantabria). En esta instalación se realizó un *swap* (intercambio de equipos), situación que a priori supone para el instalador más trabajo y por tanto resulta el caso más completo. Se abordará el proceso de operativa de principio a fin, cubriendo todos los aspectos para la puesta en funcionamiento de este punto en la red móvil para el operador TME.

Hay que especificar que el estudio y replanteo previo a la obra han sido aceptados por TME antes de comenzar la instalación. En ningún caso se tomaron decisiones sin ser consensuadas previamente con la Operadora Móvil, propietaria de la Estación de Telefonía.

En definitiva, en esta memoria se pretende mostrar una visión completa del proyecto EVO 900 de TME y mediante la instalación tomada como ejemplo que pueda apreciarse el trabajo que hay detrás de todo este despliegue tecnológico.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. VISIÓN GLOBAL DEL REFARMING

Este proyecto no se podría haber realizado sin que se hubiera aprobado en el año 2010 la orden ministerial que permitía el *Refarming*, conocido como la reutilización de las frecuencias con otras tecnologías diferentes a las que inicialmente fueron asignadas. [1] La recalificación o reorganización de frecuencias es común tanto en las bandas asignadas a servicios de radio y televisión como a las asignadas a la telefonía móvil.

La recalificación de frecuencias era conveniente para conseguir un mejor aprovechamiento del espectro radioeléctrico y favorecer una competencia más equilibrada. Desde hacía tiempo se venía demandando el cambio en las condiciones de las licencias de telefonía móvil GSM en las bandas de 900 y 1.800 MHz, los operadores reclamaban poder trabajar en esta banda con cualquier otra tecnología incluida la WDCMA (UMTS/3G) que hasta entonces se ubicaba únicamente en la banda 2.100 MHz. Las frecuencias más bajas tienen ventajas sobre las altas, la banda de 900 MHz es sin duda la que posee mejores características de propagación radioeléctrica, proporcionando una mayor capacidad de penetrabilidad en el interior de edificios y un mayor alcance, por lo que se necesitan muchas menos antenas para conseguir la misma cobertura. Esto supone una reducción de coste del despliegue de la red, tanto en las ciudades como en zonas rurales.

La promulgación del Reglamento de uso del espectro (RD 863/2008), del 23 de mayo, por el que se aprobó el Reglamento de desarrollo de la Ley General de Telecomunicaciones en lo relativo al uso del dominio público radioeléctrico trajo entre otras, la posibilidad de explotar en España las ventajas que ofrece el mercado secundario del espectro y la aplicación de los principios de neutralidad tecnológica y de neutralidad de servicios. [2]

Antes de modificar los por entonces vigentes títulos habilitantes de telefonía móvil GSM en las bandas de 900 y de 1.800 MHz, el Gobierno quiso conocer las opiniones al respecto por parte del sector de telecomunicaciones. El nuevo marco de telefonía móvil iba a suponer notorios cambios por la concesión de nuevas frecuencias y la modificación de las condiciones de uso y por ello el MITyC (Ministerio de Industria, Telecomunicaciones y Comercio) expuso en julio de 2010 una “Consulta Pública” [2] para conocer las opiniones de los agentes interesados. Una vez conocidas las respuestas, el MITyC procedió a modificar los reglamentos que afectaban al uso del espectro radioeléctrico y que consiguieron a finales de 2005 que los tres grandes (Telefónica –de aquí en adelante TME-, Vodafone y Orange) comenzaran a prestar servicios de 3G/UMTS, y a finales de 2006 por el cuarto operador con red propia (Yoigo).

La modificación de los títulos habilitantes para poder utilizar UMTS en la banda de 900 MHz, dejaba abierta la posibilidad de que nuevos operadores de telefonía móvil entraran a formar parte compitiendo por una plaza.

Fue el 12 de Febrero de 2010 cuando se aprobó la orden ministerial ITC/332/2010 en la que se publicó el nuevo Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF), este es el que indica el uso a que se destina cada una de las bandas de frecuencia en que se divide el espectro. En esta orden quedaba confirmado que la banda de 900 MHz que hasta entonces sólo había podido ser utilizada para GSM, también podría ser utilizada para UMTS. El nuevo CNAF fue conforme con la Decisión 2009/766/CE relativa al Principio de Neutralidad Tecnológica y de servicios, dejando las bandas de frecuencia de 900 MHz y 1.800 MHz de estar vinculadas exclusivamente a los sistemas GSM, pudiéndose emplear para otras tecnologías que optimizaran su uso siempre y cuando esto no introdujera interferencias en la señal de los sistemas anteriormente establecidos.

En España la banda de telefonía móvil de 900 MHz inicialmente se asignó para la tecnología GSM 2G y por lo tanto, esto impedía dar servicios UMTS 3G a este rango de frecuencia. El *Refarming* consiguió abolir la restricción mencionada consiguiendo sin duda una mejoría para la telefonía móvil en los años venideros.

Se muestra a continuación en la Figura 1, la reserva de espectro que disponía cada uno de los operadores prestadores de servicio de telefonía móvil con red propia, antes de que se efectuara la subasta de frecuencias condicionada por el *Refarming*. Espectro disponible en las bandas 2.100 MHz para 3G y en las bandas 1.800 y 900 MHz para GSM.

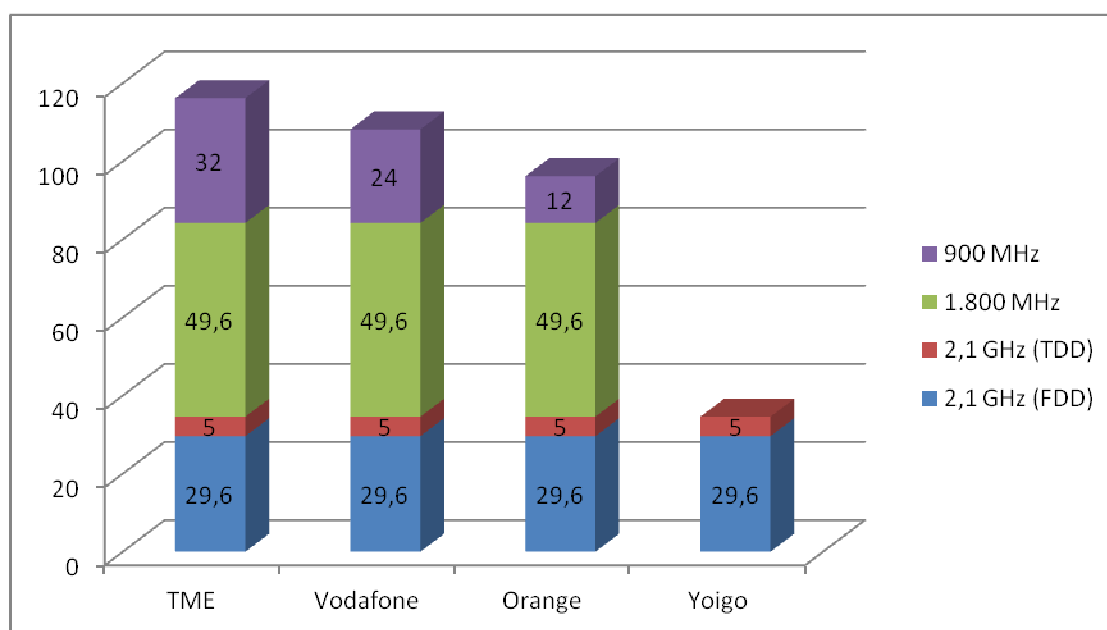


Figura 1. Espectro disponible de los principales Operadores Móviles en España antes de las subastas [3].

A lo largo de este informe se utilizarán las expresiones siguientes para referirnos a las diferentes bandas de frecuencias:

- banda de 800 MHz o banda del dividendo digital: 790-862 MHz
- banda de 900 MHz: 880-915 MHz y 925-960 MHz
- banda de 1800 MHz: 1710-1785 MHz y 1805-1880 MHz
- banda de 2,1 GHz: 1900-1980 MHz, 2010-2025 MHz y 2110-2170 MHz
- banda de 2,6 GHz: 2500-2690 MHz

En la banda de 900 MHz, TME disponía de 2X16 MHz, ya que en la concesión original se hizo con 2x12 MHz y, en 2005, se adjudicó mediante concurso 2x4 MHz más. Vodafone tenía tan sólo los 2X12 MHz de la primera concesión, mientras que Orange que no tenía frecuencias en esta banda logró dos bloques de 2X3 MHz en la concesión del año 2005.

En la banda de 1.800 MHz los tres grandes disponían la misma cantidad de espectro (49,6 MHz) mientras que Yoigo tampoco tenía nada.

En el caso de las frecuencias de UMTS en la banda de 2,1 GHz, los cuatro operadores disponen de 2x15 MHz (FDD) y de 5 MHz (TDD). La tecnología UMTS soporta dos modos de operación, el FDD (*Frequency Divison Duplex*) y el TDD (*Time División Duplex*). En el modo FDD, las comunicaciones ascendentes (terminal – estación base) o descendentes (estación base – terminal) se realizan en bandas de frecuencia diferentes. Los servicios móviles de GSM y UMTS trabajan bajo esta modalidad. Adicionalmente existe una parte TDD (banda 1.900-1920 MHz) donde las comunicaciones ascendentes y descendentes se realizan en la misma banda de frecuencia pero a intervalos de tiempo diferentes basándose en una multiplexión en tiempo y en código; resulta más eficiente para transmisión de datos y está diseñado para utilizarse en zonas con alta densidad de tráfico.

La nomenclatura utilizada “2x” es para designar al espectro explotado en dúplex por división de frecuencias (FDD), por ejemplo “2x12 MHz” designa 12 MHz en la subbanda ascendente pareados con 12 MHz en la subbanda descendente (24 MHz en total). De aquí en adelante siempre que indique “MHz” se entenderá que son pareados (FDD) salvo que se indique lo contrario.

Separemos por partes el espectro disponible de cada uno de los cuatro operadores de telefonía móvil con red propia, esto nos permitirá luego poder seguir el hilo de las “subastas de frecuencias”. Véase en la Figura 2 la situación de TME, en la Figura 3 la de Vodafone y en la Figura 4 y Figura 5 las de Orange y Yoigo respectivamente.

Entre paréntesis vienen indicadas la fecha de vigencia de cada una de las concesiones, incluidas las prórrogas previstas de 5 años para GSM y 10 años para el caso de UTMS.

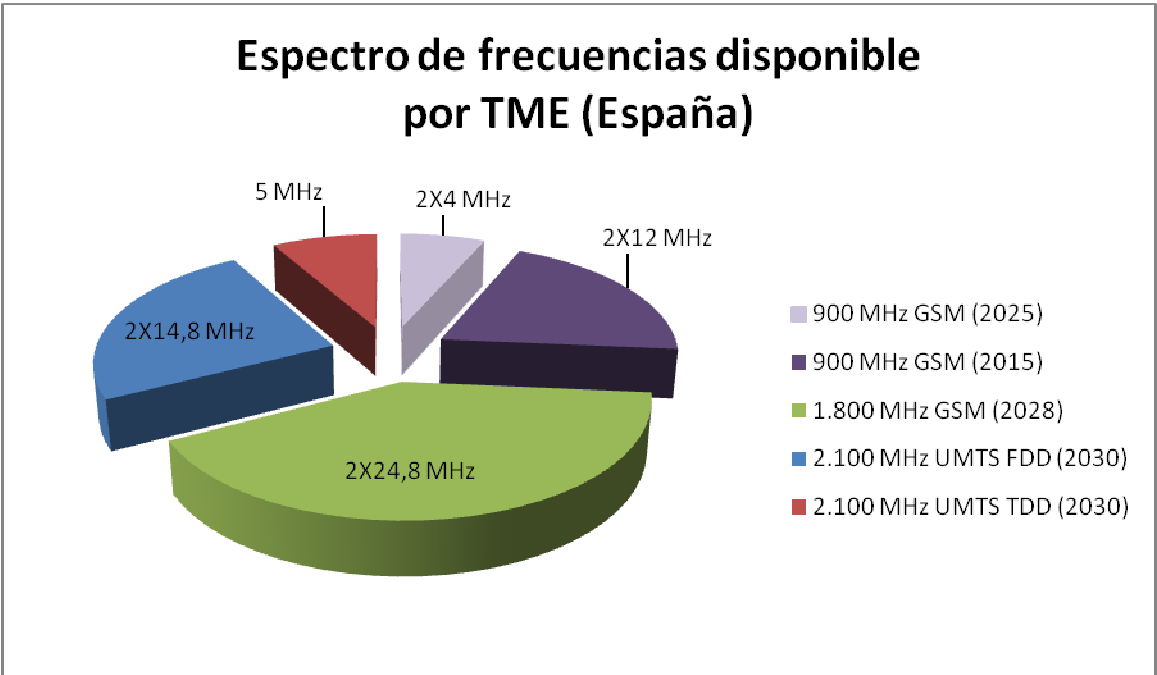


Figura 2. Situación del Espectro de TME (España) previa a la licitación de frecuencias [3].

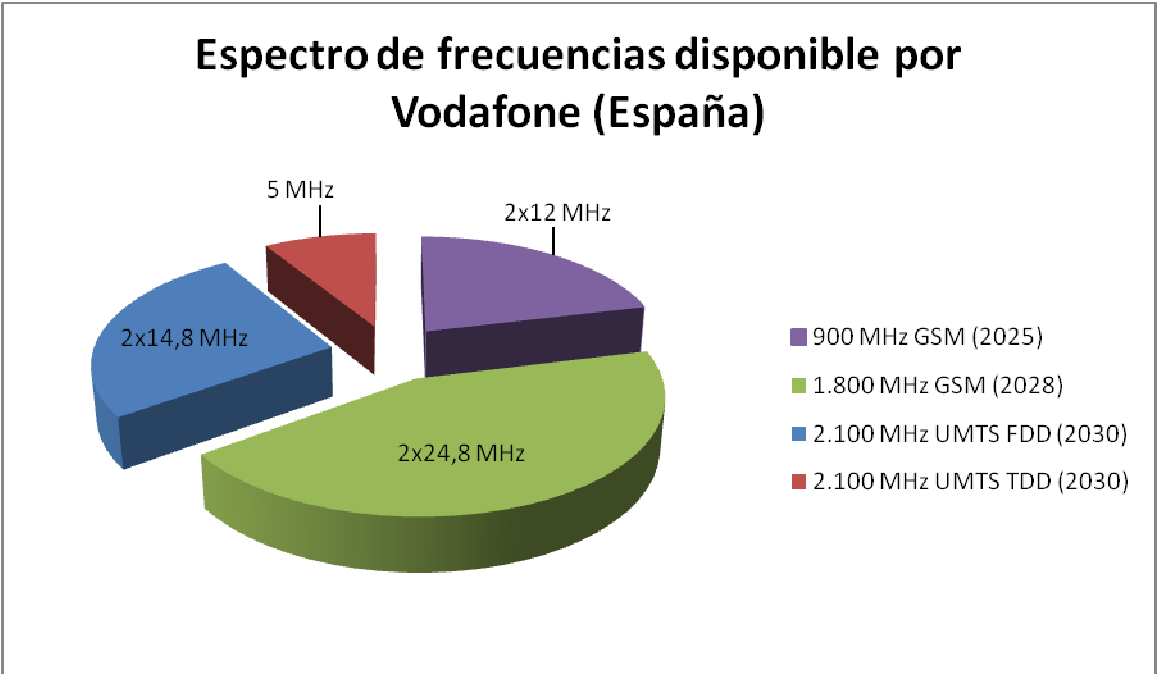


Figura 3. Situación del Espectro de Vodafone (España) previa a la licitación de frecuencias [3].

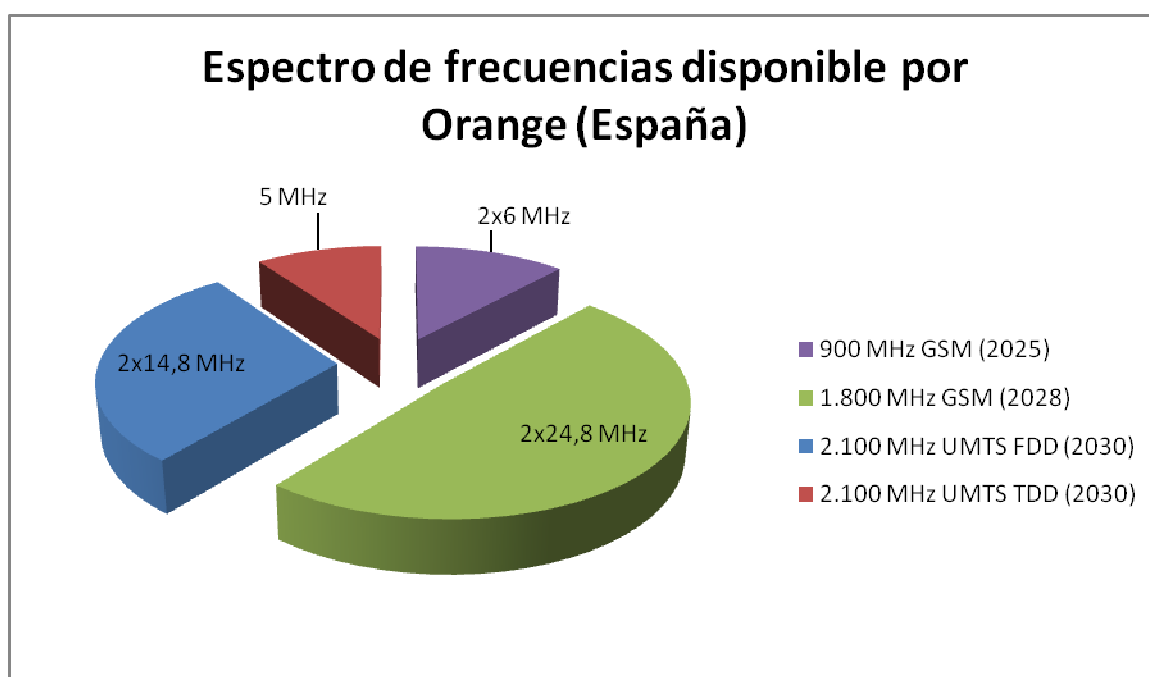


Figura 4. Situación del Espectro de Orange (España) previa a la licitación de frecuencias [3].

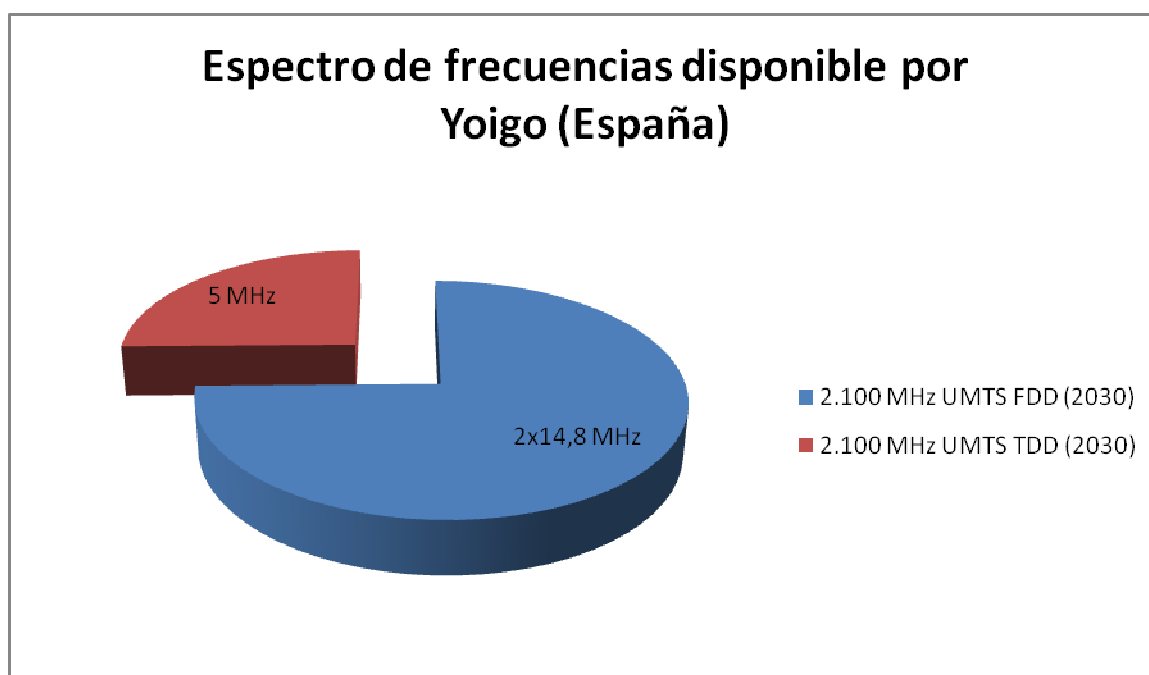


Figura 5. Situación del Espectro de Yoigo (España) previa a la licitación de frecuencias [3].

La prestación de servicios con tecnología UMTS en la banda de 900 MHz (*refarming*) requiere la utilización de portadoras de 5 MHz a diferencia de la canalización de frecuencias en GSM que emplea canales de 200 KHz. Independientemente de la fecha de caducidad de las concesiones, se observó que era necesario realizar ciertas actuaciones para poder reordenar la banda de frecuencias en bloques de 5 MHz o múltiplos de 5 MHz a fin de obtener una mayor eficiencia en el uso del espectro, permitiendo así la introducción de UMTS u otras tecnologías futuras.

Tanto Orange como Yoigo no disponían de espectro suficiente para poder prestar servicio de UMTS en la banda de 900 MHz por lo que, haber autorizado el *refarming* sin más hubiera sido a priori una notable desventaja para ambos. El espectro de Orange era insuficiente para mantener su tecnología GSM y ampliarla con UMTS.

La disponibilidad de espectro para ofrecer un determinado servicio en condiciones más favorables frente a sus competidores, suponía una cierta ventaja competitiva para cualquier operador. Y la ventaja era predecible ya entonces cuando la pieza clave con mayor crecimiento dentro de las telecomunicaciones móviles era la transmisión de datos y hoy podemos confirmarlo, en gran parte debido a la popularización de las *datacards* (tarjetas de datos de banda ancha móvil) y los *smartphones* que nos permiten el acceso a internet y a otras aplicaciones o servicios de una forma tan sencilla como cómoda.

Ya se pronosticó que este fenómeno iba a hacer que los servicios de voz fueran perdiendo peso en el teléfono móvil y la navegación por Internet, el uso del correo electrónico y el envío de mensajes de texto fueran la rutina más común de los dispositivos móviles. La evolución de la telefonía móvil empezaba a tomar un camino muy definido como ya hemos comentado y esto suponía, tener que poner a disponibilidad de los operadores una mayor cantidad de espectro y permitir el uso de las actuales bandas de frecuencia de la forma más adecuada para facilitar el acomodo de las nuevas necesidades.

En el primer semestre de 2011 se aprobó el Real Decreto 458/2011 [1] cuyos objetivos atendían los siguientes puntos:

-Autorizar la neutralidad tecnológica refarming a los operadores que disponían de espectro en la banda de 900 MHz y en la de 1.800 MHz, a la vez que garantizar el mantenimiento de equilibrio económico-financiero de sus concesiones y las condiciones de competencia en el mercado.

-Establecer un marco jurídico que permitiera la licitación de un total de 310 MHz en las bandas de 800 MHz (Dividendo Digital), 900 MHz, 1.800 MHz y 2,6 GHz.

-Generalizar la autorización de los operadores para la aplicación de los principios de neutralidad tecnológica y de servicios así como la reventa de espectro.

Con las actuaciones que se mencionaban en el Real Decreto se conseguiría que el espectro dedicado a servicios de comunicaciones móviles se viera incrementado en un 70%.

La flexibilidad que permitía el *refarming* en la utilización del espectro en la banda de 900 MHz requería la adopción de unas medidas adicionales que veremos a continuación en el siguiente apartado. Veamos cuál de los operadores resultó el más agraciado con este cambio o quizá más intrigante cuál fue el más perjudicado con todo esto, hablemos de cómo se resolvió finalmente la subasta de frecuencias que debió provocar a muchos algún que otro quebradero de cabeza.

1.2. LICITACIONES DEL ESPECTRO CELULAR EN ESPAÑA

1.2.1. PRIMERA SUBASTA

El Ministerio de Industria mediante de la orden ITC/1074/2011, de 29 de Abril de 2011, convocó un primer proceso de licitación, bajo la forma de subasta, para los siguientes bloques de frecuencias enumerados en la Tabla 1, siendo un desglose completo de las cantidades de espectro que se subastaron para cada una de las bandas de frecuencia. Aunque en el resto de capítulos de este proyecto nos centraremos en la banda de 900 MHz, en la que se realiza la instalación llevada a cabo, veamos en esta introducción a modo informativo el resto de bloques también para conocer la situación actual de los cuatro operadores con red propia de España.

BANDA	TAMAÑO Y BLOQUES A LICITAR	ÁMBITO	DISPONIBILIDAD EFECTIVA
800 MHz	6 de 2x5 MHz	Nacional	2014
900 MHz	1 de 2x4,8 MHz y 1 de 2x5 MHz	Nacional	2011/2015
1.800 MHz	3 de 2x5 MHz	Nacional	2011
2,6 GHz	4 de 2x10 MHz	Nacional	2011
	1 de 2x10 MHz	Autonómico	2011
	3 de 2x5 MHz	Nacional	2011
	1 de 2x5 MHz	Autonómico	2011
	5 de 10 MHz (TDD)	Nacional	2011

Tabla 1. Bloques de espectro licitados [3].

Las pujas tuvieron lugar a lo largo de 22 rondas, efectuadas entre el 29 de junio de 2011 y el 28 de julio de 2011, de manera que casi tres meses después de la publicación de la orden ministerial citada se daba por concluida esta primera ronda de subastas.

Se asignaron un total de 310 MHz (250 MHz nuevos y 60 MHz procedentes de la devolución por parte de los operadores) divididos en bloques de 5 y 10 MHz. Por bandas, según ya se ha expuesto en la Tabla 1, fueron 60 MHz disponibles en la banda de 800 MHz, 30 MHz en la banda de 900 MHz, otros tantos para la banda de 1.800 MHz y por último 190 MHz en la banda 2,6 GHz. Todas las frecuencias dentro de la banda 1.800 MHz y 2,6 GHz con disponibilidad para ese mismo año y tan sólo un bloque de la banda de 900 MHz; el resto disponible a finales de 2014 y para 2015. El objetivo era y sigue siendo, conseguir que prácticamente toda la población pueda disponer de banda ancha móvil con 30 Mbps de Internet móvil para el 2020.

Por último, antes de ver cómo se repartieron los bloques de frecuencias, decir que en esta primera subasta se establecieron unos límites de acaparamiento de frecuencias. Cada operador podía hacerse con un máximo de: 20 MHz en total para las bandas de 800 y 900 MHz, y de 115 MHz en total para las bandas de 1.800, 2.100 y 2.600 MHz en cualquier ámbito territorial. De este modo se evitó que los operadores que gozaban de mayor espectro asignado en las bandas subastadas pudieran obtener más. De hecho los tres grandes (TME, Vodafone y Orange) tuvieron que devolver parte de espectro a cambio de ampliación de licencias. Además con el fin de evitar la especulación con el espectro, se estableció la prohibición de la venta de frecuencias adquiridas durante los dos años siguientes a su disponibilidad.

LICITACIÓN DE BLOQUES EN LA BANDA 800 MHZ (DIVIDENDO DIGITAL)

Se subastaron seis bloques de 5 MHz en la banda de 800 MHz (los procedentes del apagón analógico y que podrán ser utilizados a partir de finales del 2014) quedando repartidos equitativamente entre los tres operadores tradicionales. El precio inicial de salida que puso el MITyC y el hecho de que no se pudiera disponer de él hasta casi el año 2015 fueron los inconvenientes que llevaron a Yoigo a renunciar por espectro en la banda de 800 MHz.

Una de las incertidumbres de la subasta fue qué operador se quedaría con el bloque problemático de la banda de 800 MHz, el que ocupa la parte más baja del espectro del dividendo digital y el que por tanto, está más cercano a las frecuencias de TV. Ese bloque es el que más posibilidades tiene de generar interferencias con el servicio de televisión; a sabiendas de que supondrá unos costes aunque de cantidad indeterminada, el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITyC) se desentendió sacando a subasta este bloque con la condición de que el coste de resolución de las interferencias (no sólo en las redes de difusión, sino también con televisores, decodificadores y sintonizadores) correría por cuenta del propietario que lo comprara. Lógicamente se preveía una espantada de los operadores cuando tocase el turno del “bloque sucio”, teniendo que pelear por los otros 5 bloques de 800 MHz y así fue, el bloque maldito permaneció desierto hasta bien avanzada la subasta mientras que el resto de bloques fueron aumentando su precio de salida hasta que, finalmente fue Orange el que terminó quedandoselo.

No considero que mencionar las cifras económicas que desembolsó cada operador por cada bloque adquirido en la subasta vaya a aportar contenido en la memoria de este proyecto, además son cantidades que fueron expuestas a dominio público tanto por prensa como por televisión así que no tienen más relevancia que la curiosidad que le genere a cada uno pero, haré una excepción en este caso concreto para tener una referencia de las cantidades que se barajaron en el reparto de frecuencias. En esta puja lo que se ahorró Orange por comprar el bloque repudiado por todos, exactamente fueron 57 millones de euros. Orange consideró que esta diferencia respecto al resto de bloques de la banda de 800 MHz (con precio medio de 227 millones de euros) era suficientemente elevada como para hacer frente al coste total que supondrá en un futuro arreglar las posibles interferencias de la TDT. De momento sólo podemos desearles suerte y que no les salga el tiro por la culata.

LICITACIÓN DE BLOQUES EN LA BANDA 900 MHz

Como ya hemos comentado anteriormente, la autorización a los operadores que disponían de frecuencias en la banda de 900 MHz (TME, Vodafone y Orange) a poder efectuar *refarming* llevó previamente a la Administración a recuperar parte del espectro en dicha banda de frecuencias, teniendo que devolver en conjunto entre los 3 operadores un total de 4,2 MHz. Esta cantidad de espectro junto con los 0,8 MHz que por aquel entonces no tenían dueño, conformarían un bloque de 5 MHz que sería adjudicado en licitación pública, bajo el principio de neutralidad tecnológica a principios de 2011 y estaría disponible para el operador adjudicatario en junio de 2011. Exactamente las cantidades devueltas por cada operador son las que se muestran en la siguiente Tabla 2 :

OPERADOR	CANTIDAD ESPECTRO DEVUELTO
TME	2X2,2 MHz
VODAFONE	2x2 MHz
ORANGE	2X1 MHz

Tabla 2. Espectro devuelto banda 900 MHz [3].

A este concurso, por el único bloque disponible a partir del 2011 tuvieron vetada la participación tanto TME como Vodafone a los efectos de contribuir a neutralizar los potenciales efectos distorsionadores de la competencia derivados de la introducción del principio de neutralidad tecnológica en esta banda así como de garantizar una mayor competencia en el mercado de los servicios de comunicaciones móviles; dejando vía libre tanto a Orange como a Yoigo. TME y Vodafone disponían más de 10 MHz en la citada banda de frecuencias, suficiente espectro para empezar a utilizar servicios 3G gracias al *refarming*. Como compensación a la devolución de espectro en la banda 900 MHz, los operadores tenían que recibir algo a

cambio. El Ministerio decidió ampliar los plazos de las concesiones con vigencia el 2025 (con prórroga incluida) hasta el 2030 (prórroga incluida).

Tanto TME como Vodafone, únicos operadores que iban a poder prestar servicios de GSM y destinar 5 MHz a una portadora UMTS, debían ofrecer un servicio mayorista (*roaming* nacional) a los operadores de comunicaciones móviles con red de acceso propio que no pudieran entonces realizar el *refarming* por insuficiencia de espectro, pudiendo replicar éstos las ofertas de servicios que a posterior efectuaran los operadores favorecidos utilizando el despliegue de infraestructuras con tecnología UMTS en la banda de 900 MHz. Además se les exigió a ambos, TME y Vodafone, un compromiso de inversión en zonas rurales (con poblaciones inferiores a 1.000 habitantes) para compensar los beneficios reportador por el *refarming*.

Yoigo para el asombro de unos cuantos, después de llevar años reclamando el derecho a disponer de frecuencias bajas dio la sorpresa y ni siquiera acudió al concurso. La renuncia de Yoigo, dejó abierta la posibilidad de que un bloque pudiera quedar libre y lo que era peor para el MITyC, que los precios de otros bloques se devaluaran. Si ninguno de los operadores hubiera accedido a quedarse con el bloque problemático de la banda 800 MHz y hubiera preferido acumular más espectro en la banda de 900 MHz comprando el bloque que iba a quedar desierto, eso hubiera supuesto que el resto de bloques de 800 MHz no se hubieran encarecido como lo hicieron y por tanto el MITyC lo habría lamentado bastante. Finalmente en esta primera subasta, Orange se quedó con el bloque de 5 MHz con vigencia 2011 sin competidores y junto con sus 10 MHz en la banda de 800 MHz y los 5 MHz que ya tenía en la banda de 900 MHz cerraba su participación en las subastas de frecuencias bajas, haciéndose con el máximo espectro permitido.

Se subastaron dos bloques más de la banda de 900 MHz con vigencia para 2015 y aquí tenían permitida la participación todos los operadores. Vodafone y Orange habían adquirido ya el cupo máximo de espectro en frecuencias bajas restringido por el Ministerio, mientras que TME aunque había adquirido el mismo espectro en la banda 800 MHz que sus competidores podía hacerse todavía con un bloque más puesto que sus 12 MHz expiraban el mismo año 2015. Así que TME se hizo con uno de los dos bloques, el de 5 MHz, quedando el último de 4,8 MHz desierto sin postor y sin que esto afectase al precio que se pagó por los bloques de 800 MHz.

La intención de Industria era obligar al operador que se hiciera con las frecuencias de esta banda a hacer un despliegue en zonas rurales para reducir la brecha digital existente frente a las zonas urbanas. Esto y los precios de partida de los bloques de esta banda fueron la causa que hizo que Yoigo abandonara el concurso, quedando a la espera de que en la segunda subasta no se encareciera el precio de salida e Industria eliminara la obligación de despliegue en zonas rurales.

LICITACIÓN DE BLOQUES EN LA BANDA 1.800 MHZ

La autorización del *refarming* en esta banda supuso que la Administración hiciera devolver a cada operador un bloque de 5 MHz y como compensación se ampliaron los plazos de concesión de la banda 1.800 MHz desde el 2028 hasta el 2030. La frecuencia recuperada por la Administración se sacó a licitación pública y en esta pudieron pujar todos los operadores que no dispusieran de frecuencia en esta banda.

Quedando fuera del concurso TME, Vodafone y Orange, el cuarto operador de móviles (Yoigo) tuvo vía libre para hacerse con los 3 bloques de 5 MHz, a cambio de tener que invertir 300 millones de euros en infraestructura de red. Con esto consiguió su deseo de poder vender teléfonos de 2G (más baratos que los de 3G que únicamente vendía hasta entonces).

LICITACIÓN DE BLOQUES EN LA BANDA 2.600 MHZ

Cómo se saldaría la subasta de bloques de frecuencias en la banda de 2,6 GHz fue otra de las incógnitas que había por aquél entonces. Estaba claro que de primeras partían los tres favoritos (TME, Vodafone y Orange) para hacerse con 20 MHz cada uno, el máximo permitido por operador. Todos codiciaban esta banda para poder ofrecer servicios de alta velocidad basados en LTE en zonas limitadas (*hotspots*) de las grandes concentraciones urbanas como estaciones, aeropuertos, centros de negocios, etc.

Se subastaron 55 MHz nacionales por lo que sin tener que hacer demasiadas cuentas, uno de los tres grandes tenía que conformarse con 15 MHz y completar con un bloque de 5 MHz del espectro regionalizado si quería obtener en total 20 MHz. Yoigo que había conseguido hacerse con 3 bloques de 5 MHz en la banda de 1.800 MHz no pujó en esta.

Pues bien, Vodafone decidió conformarse con los 15 MHz nacionales y arriesgarse a comprar un bloque de 5 MHz de espectro regional. Los precios de licitación del espectro regional fueron lógicamente bastante inferiores a los nacionales sin embargo, Vodafone terminó comprando este bloque de 5 MHz por casi seis veces su valor inicial (29,3 millones de euros). Con este bloque regional se hizo con porciones de espectro para las 17 autonomías más Ceuta y Melilla. El sobre coste pagado por este bloque viene de competir duramente en zonas regionales como Cataluña, Madrid y sobre todo en Galicia donde R se lo puso especialmente difícil, con Telecable en Asturias y con Euskaltel en el País Vasco.

TME y Orange se quedaron cada uno con dos bloques de 10 MHz en la misma banda 2,6 GHz pero de ámbito nacional, ambos los consiguieron por un importe inferior al precio que Vodafone desembolsó por los 5 MHz regionales de esta misma banda. Se supone que Vodafone tendría sus razones para seguir pujando por el bloque regional aún cuando se incrementaron tanto los valores en vez de apretar un poco más a Orange en el nacional, aunque yo las desconozco.

El resto de espectro subastado en esta banda y de ámbito autonómico fue comprado por operadores de cable, asignándose cada uno lo siguiente:

- **ONO:** 10 MHz para operar en Cantabria, Cataluña, Comunidad Valenciana, Madrid, Murcia, Navarra, La Rioja, Ceuta y Melilla.
- **Jazztel:** 10 MHz para operar en Andalucía, Aragón, Islas Canarias, Islas Baleares y Castilla y León.
- **R:** 10 MHz para operar en Galicia
- **Euskaltel:** 10 MHz para operar en el País Vasco
- **TeleCable:** 10 MHz para operar en Asturias
- **Telecom CLM:** 10 MHz para operar en Castilla La Mancha

1.2.2. SEGUNDA SUBASTA

Las frecuencias no adjudicadas en la primera tanda de licitaciones volvieron a ofrecerse en una nueva subasta, convocada por la orden ITC/2499/2011 del MITyC, donde exactamente salían nuevamente a subasta las siguientes cantidades de espectro:

- 1 bloque de 4,8 MHz en la banda de 900 MHz
- 50 MHz (TDD) de ámbito nacional en la banda de 2,6 GHz
- 10 MHz de ámbito autonómico (Extremadura)

El MITyC anunció para esta segunda subasta que el espectro no vendido en el proceso de venta inicial iba a ser de nuevo subastado, pero esta vez con nuevos límites en la cantidad máxima de espectro que podía adquirir cada operador. Se amplió la cantidad total de espectro en las bandas 800 MHz y 900 MHz de 20 a 25 MHz en pares (FDD) adquirible por cualquier operador y el límite o tope de espectro en total para las bandas 1.800, 2100 y 2.600 MHz de 115 MHz hasta 135 MHz. De este modo, permitía a los grandes (TME, Vodafone y Orange) presentarse a esta segunda ronda y pujar sobre todo por el ansiado bloque de la banda de 900 MHz que había quedado desierto en la anterior subasta.

El bloque de la banda de 900 MHz en principio TME era el que más lo necesitaba por el hecho de que su cifra de clientes es superior a la de sus principales competidores. Y así ocurrió, se hizo en esta segunda subasta con el bloque de 4,8 MHz de la banda de 900 MHz y vigencia hasta finales de 2030. El nuevo espectro conseguido y sumado al ya adquirido en el anterior proceso de subasta, hacían que se incrementara notablemente su capacidad para poder extender la cobertura de banda ancha móvil.

Por otro lado, Vodafone se hizo con dos de los bloques de 10 MHz (TDD) de ámbito nacional que se subastaron de la banda de 2,6 GHz y otro bloque más se lo adjudicó Orange, quedando todavía libres dos más del mismo espectro.

De nuevo, los operadores de cable volvieron a participar y consiguieron hacerse nuevamente con espectro en la banda 2,6 GHz. Se quedaron con parte de otro de los bloques de 10 MHz (TDD) pero a nivel autonómico, consiguiendo la compañía de cable gallega R el espectro para Galicia, Euskaltel el mismo para el País Vasco, COTA el bloque de Murcia y Telecable el de Asturias. El resto de bloques autonómicos de esta banda quedaron desiertos, incluido el de Extremadura, que ya fue la única autonomía cuyas frecuencias quedaron sin pujas en la primera ronda de subastas. El resto de autonomías tienen asignado el bloque de la primera subasta mientras que Galicia, País Vasco y Murcia tienen los dos ocupados.

1.2.3. CONCLUSIONES

En definitiva, no cabe duda que el mayor beneficiado de las subastas fue Orange que consiguió prácticamente igualarse en espectro a sus principales competidores y además invirtiendo menos presupuesto que ellos. Por primera vez, tras el reparto de frecuencias, Orange conseguía estar en igualdad de condiciones con sus rivales. El único pero, se lo podemos achacar a la adjudicación del bloque sucio de la banda de 800 MHz, todavía desconocemos si el operador tendrá mayores problemas de los esperados y si esto le supondrá más pérdidas que lo que consiguió ahorrarse por la adquisición de este y no otro bloque en esta misma banda así que tiempo al tiempo.

Vodafone, en principio partía con ventaja puesto que disponía de espectro suficiente para desplegar el sistema 3G en la banda 900 MHz con vigencia hasta el 2025. Sin embargo, optó por los motivos que sean a adentrarse en el mar de las frecuencias regionales pagando un sobre coste adicional por ello.

Yoigo fue la sorpresa, tanta campaña previa a las subastas para que le dejaran hacerse un hueco en las frecuencias bajas y luego ni siquiera pujan por ellas. Pero bueno, el operador se quedó con los tres bloques de espectro subastado en la banda de 1.800 MHz y esto le permitía operar en GSM.

TME salió favorecido de la espantada de Yoigo en la banda 900 MHz consiguiendo hacerse con este bloque en la segunda subasta donde el Ministerio amplió la cantidad de acaparamiento de espectro. En el resto de bandas de frecuencia todo sucedió como estaba previsto para el primero de los operadores móviles en España.

1.3. EVOLUCIÓN DEL SISTEMA UMTS EN LA BANDA 900 MHZ

Telefónica Móviles de España (TME) y Vodafone España consiguieron el pasado año 2011 lo que venían tiempo buscando. En cumplimiento con el Real Decreto 458/2011, podían explotar la banda de 900 MHz además de por sistemas GSM, por sistemas UMTS u otros sistemas terrestres capaces de prestar servicios de comunicaciones electrónicas que puedan coexistir con los sistemas GSM, de acuerdo al principio de neutralidad tecnológica.

En un tiempo récord TME consiguió poner en marcha un proceso de reorganización y liberación de frecuencias (*refarming*) en la banda de 900 MHz, disponiendo en el mes de septiembre de 2011 de más de 3.000 estaciones base desplegadas con portadoras en dicha frecuencia por toda España. [4] Este Plan de despliegue va a continuar hasta el 2013 en todos los rangos poblacionales, consiguiendo que la red de Movistar de una cobertura de servicios sobre la Banda Ancha Móvil UMTS/3G incluso superior a la que tiene actualmente sobre GSM/2G, siendo esta ya la más amplia de todos los operadores que actúan en España. La cobertura para el 3G (UMTS 2100) ha sido un lastre desde su aparición. La señal relegada a la banda de 2,1 GHz no es capaz de superar obstáculos físicos de considerable envergadura ni cubrir grandes áreas de cobertura.

Las operadoras han hecho grandes inversiones para instalar más estaciones base con este tipo de tecnología, intentando con ello cubrir más zona, sin conseguir erradicar el problema de cobertura. La reciente generación de teléfonos móviles *Smartphone*, con continua conectividad a internet móvil, tienen que conmutar constantemente entre la red 3G y la red 2G debido a las pérdidas de señal que existen en la red 3G. Incluso en zonas de buena cobertura se producen caídas de señal por gestos tan cotidianos como pueden ser guardar el móvil en el bolsillo o en el bolso. Es de lógica que este esfuerzo adicional que exige la comunicación 3G en la banda de 2,1 GHz afecte al consumo, reduciendo la duración de la batería.

Además de los residentes en zonas urbanas, los grandes beneficiarios de la implantación del sistema UMTS 900 van a ser sin duda las zonas rurales, que conservarán la cobertura 3G en áreas alejadas de los núcleos urbanos donde hasta el momento no llegaba. Este nuevo sistema se basa en combinar las ventajas del 3G (facilidad para transmitir datos a alta velocidad) con las actuales ventajas del GSM (penetración de señal y cobertura).

Los operadores móviles Movistar y Vodafone comenzaron a activar el 9 de septiembre de 2011 el UMTS en la banda 900 MHz de forma progresiva. Durante un largo periodo, ambas operadoras han estado actualizando gran parte de su red de estaciones base de telefonía móvil para poder emplear la banda 900 con 3G permitiendo que la señal 3G tenga una penetración similar a la que hasta por el momento únicamente disponía el GSM. Respecto a internet móvil, este ha sido el cambio más significativo desde su aparición.

CAPÍTULO 2. INFRAESTRUCTURA FÍSICA DE UNA BTS (Estación Base de Telefonía)

Según el tipo de emplazamiento donde esté ubicada la BTS tendremos que pueden ser estaciones de interior con caseta o de intemperie sin caseta. Una estación base de telefonía móvil se compone principalmente de dos sistemas que son: sistema radiante o antenas y sistema de radio o equipos.

El sistema radiante suele estar ubicado en una torre (de celosía o tubular) o también puede hacerlo en un mástil, situación común para instalaciones en azoteas de edificios.

Por otro lado, el sistema de radio se ubica dentro de la sala o caseta acondicionada para instalaciones de interior o si se trata de una instalación intemperie, dispuesto sobre el terreno del recinto de la estación. Las partes que conforman el sistema de radio son las siguientes:

- Equipos de radio (Tx/Rx)
- Equipos de refrigeración (únicamente en BTS de interior)
- Cuadro general de alimentación
- Equipos rectificadores y baterías (únicamente en BTS de interior)
- Sistema de alarmas
- Iluminación

Nosotros en este proyecto nos centraremos en lo que realmente concierne en una instalación para añadir la tecnología UMTS 900 y esto es, el equipo de radio UMTS 900 y el sistema radiante.

Se pueden ver representados en la Figura 6, diferentes entornos donde pueden encontrarse ubicadas las estaciones base, más adelante explicaremos qué modelo de equipo instalar para cada situación y cómo se debe actuar de forma acorde sobre el sistema radiante.

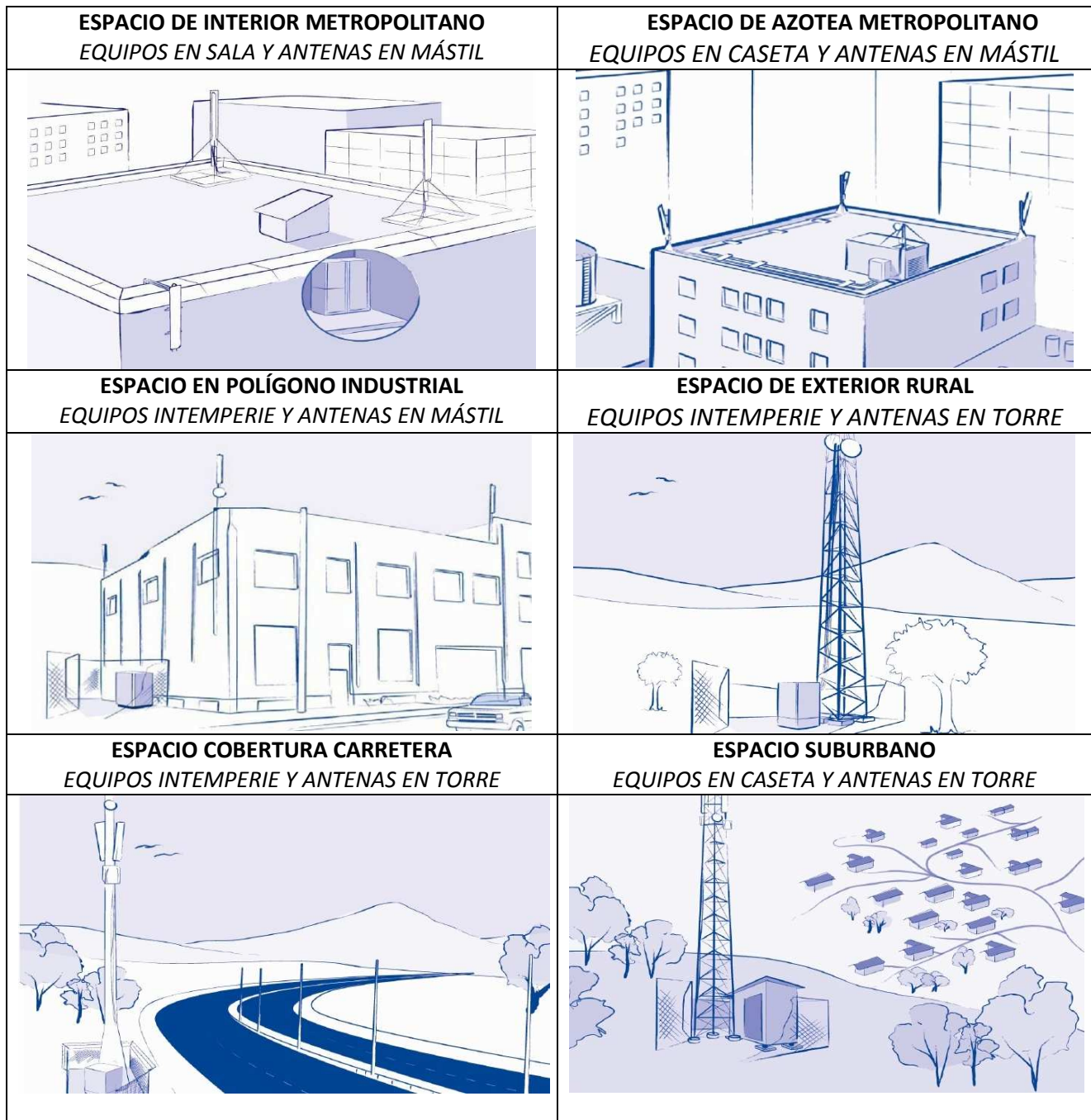


Figura 6. Entornos donde se ubican las Estaciones base de Telefonía móvil [5].

Las situaciones mostradas no son ejemplos únicos de cada entorno es decir, aunque vemos por ejemplo que en un espacio de azotea metropolitano se muestra la disposición de los equipos en caseta o en una sala acondicionada en una planta del edificio, también pueden encontrarse dispuestos a la intemperie en la terraza de la azotea. Las imágenes son una muestra de las situaciones más comunes que encontramos sin ser estas exclusivas.

Igualmente, la disposición de las antenas normalmente la vamos a encontrar en mástiles dentro de zonas urbanas y en torre en zonas rurales.

2.1. CASOS DE CONFIGURACIÓN PREVIA

Para añadir el nuevo sistema (W900) UMTS900 en una Estación Base hay que actuar en consecuencia, en función de los equipos existentes y la actuación que nos permita la infraestructura del emplazamiento. Se muestran a continuación las cuatro situaciones que pueden darse y la forma de proceder en cada una de ellas.

2.1.1. CASO 1: 2G EN RBS6000 & 3G EN CUALQUIER OTRO BASTIDOR

Cuando la configuración inicial de la Estación Base tenga el sistema 2G GSM en un bastidor de la serie RBS6000 y el 3G UMTS2100 en otro bastidor de radio cualquiera, la configuración final para añadir el sistema UMTS900 (W900) en la estación pasa por:

Instalar un kit compuesto por una DUW y una RUS por sector en la RBS6000 existente. Y se reutilizará el sistema radiante existente interconectando las RX's (del GSM) en las RUS's (del UMTS900).

En el caso de que en alguno de los sectores de GSM ya existan dos RUS interconectadas, se deberá instalar el sistema radiante independiente para el UMTS900 en el sector correspondiente. Para lo cual existen tres opciones:

- 1- Añadir antena y cableado de RF (Radio Frecuencia) nuevos para W900.
- 2- Sustituir la antena de GSM existente por una de más bocas en esta banda de frecuencia, teniendo que instalar igualmente nuevo cableado de RF para W900.
- 3- Utilizar combinadores para G900 y W900 manteniendo el cableado y las antenas existentes.

2.1.2. CASO 2: 2G EN RBS2000 O NSN & 3G EN RBS6000

Cuando la configuración existente tiene el sistema 2G GSM en un bastidor RBS2000 o NSN (Nokia System Network) y el 3G UMTS2100 en un RBS6000, la configuración final para añadir el sistema UMTS900 en la estación pasa por:

Instalar un kit compuesto por una DUW y una RUS por sector en la RBS6000 existente. Si la configuración existente es con 3 RUW's y se van a introducir otras 3 RUS's, no es necesario pedir una segunda DUW puesto que una sola puede tener conectada hasta un total de seis tarjetas RUS's.

La forma de adecuar el sistema radiante es de forma idéntica al caso anteriormente expuesto, con cualquiera de las tres opciones dadas, eligiéndose siempre la que más convenga.

2.1.3. CASO 3: 2G EN RBS2000 O NSN & 3G EN MAIN REMOTE

Cuando el 2G GSM se encuentra en un bastidor RBS2000 y el 3G UMTS2100 se aloja en un RBS6601 (Main Remote), el W900 UMTS900 se instalará en un nuevo bastidor RBS6601.

Si en el emplazamiento no hay espacio suficiente para un nuevo bastidor, entonces se sustituirá la RBS2000 por una RBS6000 que alojará tanto el G900 desmontado como el nuevo W900. A esta opción se la conoce como “SWAP” (intercambio).

Para adecuar el sistema radiante se realizará del siguiente modo:

Se reutilizará el sistema radiante existente interconectando las RX en las RUS (opción únicamente válida cuando se realiza un SWAP es decir, si sustituimos el RBS2000 por RBS6000).

Si la configuración de portadoras de GSM ya necesita dos RUS interconectadas o no sustituimos bastidores, tendremos que instalar sistema radiante independiente adicional para W900 en el sector correspondiente. Las tres posibilidades al respecto son las mismas que en el caso 1 y 2.

2.1.4. CASO 4: 2G EN RBS2000 O NSN & 3G EN RBS3000 MACRO

En el caso en que encontremos la configuración existente de forma que el 2G GSM se encuentre en un bastidor RBS2000 o NSN y el 3G UMTS2100 en un RBS3000 macro, el W900 UMTS900 se instalará en un nuevo bastidor RBS6000. Y en el caso de no disponer espacio suficiente en el emplazamiento, entonces se sustituirá la RBS 3000 por un RBS6000 que alojará tanto el 3G desmontado como el nuevo W900 mediante un kit de tarjetas.

La forma de adecuar el sistema radiante a las necesidades requeridas para añadir el UMTS900 son las tres opciones repetidas en el resto de los casos.

2.2. MODELOS DE RBS O HARDWARE (UMTS900)

Dentro de una misma estación base (BTS) el operador móvil puede albergar diferentes bastidores de radio capacitados cada uno para albergar una o varias tecnologías. Estos bastidores también los encontramos compartidos por varios operadores siendo siempre propiedad de tan sólo uno de ellos.

Las BTS compartidas son alquiladas por el operador propietario al resto de compañías que lo requieran y como cualquier piso de alquiler, o bien lo arriendan amueblado (en este caso de bastidores de radio) o bien sin amueblar y el nuevo inquilino tiene que instalar sus propios bastidores.

Basándonos en el operador TME sobre el que centramos el proyecto, se pueden diferenciar tres familias de bastidores del proveedor Ericsson que son: la serie 2000, 3000 y 6000. Todas ellas con modelos aplicables en entornos urbanos y rurales, modelos de interior, exterior así como gamas micro.

Inicialmente se comenzaron instalando modelos de la serie RBS 2000 para tecnología 2G y cuando se amplió la banda en redes móviles de 3G, Ericsson amplió para añadir el sistema UMTS con la serie RBS 3000 de bastidores con bajo consumo de energía, operación simplificada y de un mantenimiento sencillo.

Pero es la última serie RBS 6000 sobre la que se va a hablar en este proyecto, bastidores multiestándar capaces de albergar todas las tecnologías GSM/UMTS 2100/DCS/UMTS 900 y preparado para la red LTE. Son equipos totalmente compatibles con las líneas de productos anteriores de la serie RBS 2000 y 3000.

Dentro de los bastidores que Ericsson dispone en la serie 6000, TME utiliza tres únicos modelos para la implantación del nuevo sistema UMTS 900 que son:

- RBS 6601: Bastidor Micro de interiores distribuido
- RBS 6201: Bastidor Macro de interiores compacto
- RBS 6102: Bastidor Macro de exteriores compacto

Para la implantación de esta nueva tecnología en BTS de TME se han instalado todos los modelos, cada uno de ellos para un emplazamiento u otro dependiendo de sus características. Debido a la amplitud que supondría redactar de forma detallada tres instalaciones diferentes, una con cada modelo de bastidor; explicaremos el protocolo de instalación de los tres modelos y para finalizar el proyecto veremos una de las instalaciones realizadas para el caso concreto de un RBS 6201.

2.2.1. RBS 6201 (INDOOR)

El bastidor RBS 6201 es el modelo compacto empleado por TME en interiores para instalación del sistema UMTS 900. Este equipo es un bastidor universal que puede equiparse con varias Unidades Digitales (DU) y Unidades de Radio (RU) de cualquiera de las tecnologías con las que opera TME, hasta un límites de 4 DU y 12 RU.

Su aspecto es el que se muestra en la Figura 7 donde se puede ver el equipo configurado en su máxima capacidad.



Figura 7. RBS 6201 [5].

Las características técnicas del bastidor son las siguientes:

Dimensiones (ancho x profundo x alto):	600x483x1.435 mm
Alimentación:	-48 Vcc +24Vcc +220 Vca
Peso:	215 kg totalmente equipada (sin Tx) 12 kg la base de montaje
Rango de temperaturas de funcionamiento:	+5º C/+40º C (interior cabina)
Disipación de calor máxima:	5.500 W

Tabla 3. Características Técnica RBS 6201.

2.2.1.1. ESTRUCTURA INTERNA DEL BASTIDOR

Un RBS 6201 tiene dos versiones, dependiendo de su voltaje de alimentación, con diferencias en su estructura interna respecto a la disposición de sus unidades. El modelo comúnmente instalado es el que se alimenta a -48 Vcc; se muestran las unidades de hardware de esta versión en la Figura 8.

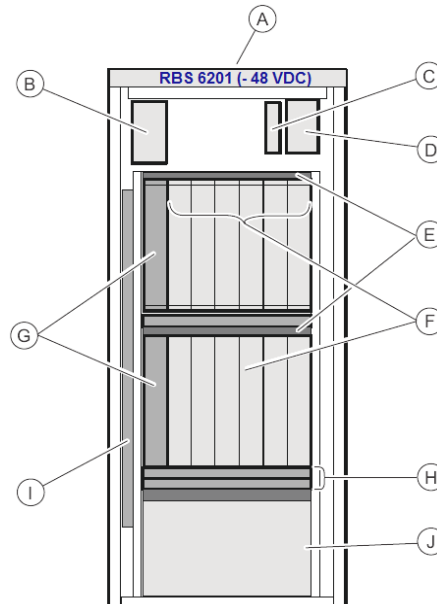


Figura 8. Estructura RBS 6201 (-48 Vcc) [6].

Las letras de la Figura 8 señalan las siguientes unidades:

- A. Ventiladores:** encargados de refrigerar la RBS.
- B. Filtro de conexión de la alimentación (PCF):** conecta los -48 V a la RBS.
- C. Unidad HUB de soporte (SHU):** conecta las unidades PDUs y la SCU a la DU.
- D. Unidad control de soporte (SCU):** controla los ventiladores y soporta el EC-bus externo incluyendo la alimentación de la SAU (tarjeta alarmas).
- E. Unidad de distribución de alimentación (PDU):** distribuye los -48 V a las unidades de la RBS.
- F. Unidades de radio (RUs):** reciben los datos digitales y los convierten en señales analógicas o señales de radio y las convierten en digitales.
- G. Unidad digital (DU):** encargada de gestionar el tráfico, la sincronización, el procesamiento de la señal banda base y del interfaz de radio.
- H. Unidad estabilizadora de alimentación entrada (PFU):** estabilización de la tensión de -48 V de entrada a la RBS.
- I. Barra Bus de la cabina/bastidor:** distribuye la alimentación desde la PCF a las PDUs y PFUs.
- J. Espacio para equipos de transmisión Tx (opcional)**

Si comparamos la estructura anterior, versión del RBS 6201 alimentado a -48 Vcc, con la siguiente mostrada en la Figura 9, versión a +24 Vcc, encontramos dos diferencias notorias. Una en la parte alta del bastidor, donde se puede ver que el hueco del PCF ahora está vacío y a su derecha hay un nuevo componente nombrado como (B) y otra, la regleta nueva de tarjetas nombrada como (E) añadidas justo encima de las RUs. Veamos a qué corresponden cada una de las unidades hardware.

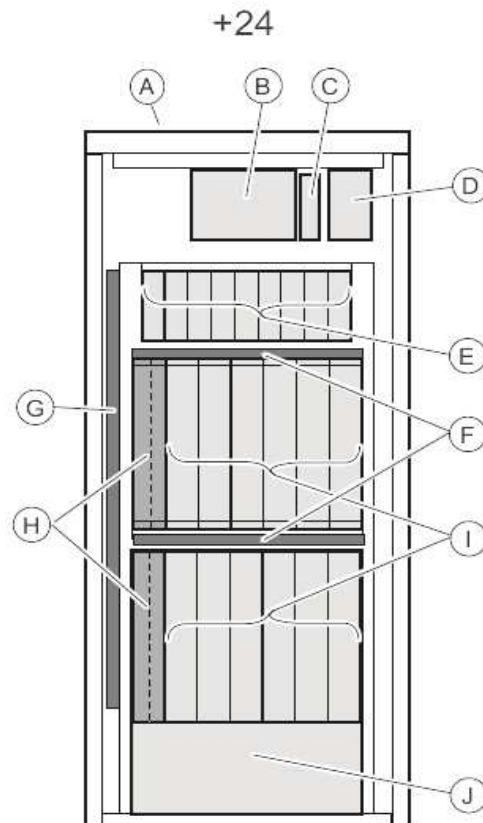


Figura 9. Estructura RBS 6201 (+24 Vcc) [5].

Los dos elementos que difieren de la versión anterior (nombrada en la Figura 8) son los siguientes:

- B. Unidad conexión alimentación (PCU):** interfaz DC o AC para la RBS.
- E. Subrack de energía compuesto por las siguientes unidades:**
 - **Unidad de conexión DC -48 Vcc entre en subrack de energía y la Barra bus (PCU DC 01)**
 - **Unidad fusible baterías (BFU):** supervisa la conexión y desconexión del *backup* de baterías. Puede instalarse en el interior o exterior del equipo.
 - **Unidad de alimentación de rectificadores (PSU):** convierte el voltaje de entrada a +48 V.
 - **Unidad estabilizadora alimentación de entrada -48 Vcc (PFU)**

2.2.1.2. INSTALACIÓN DEL BASTIDOR

Las dimensiones en planta del bastidor sin puerta son las que se pueden ver en la Figura 10, exactamente son las medidas de su base. Como ya hemos dicho este es un equipo de interior, para instalarse dentro de caseta y debido a que su manejo se realiza únicamente por el frontal y la parte de arriba, puede ser pegado a la pared tanto por su parte trasera como por sus lados. La completa apertura de su puerta requiere que el equipo disponga de una distancia mínima de 700 mm en su parte delantera.

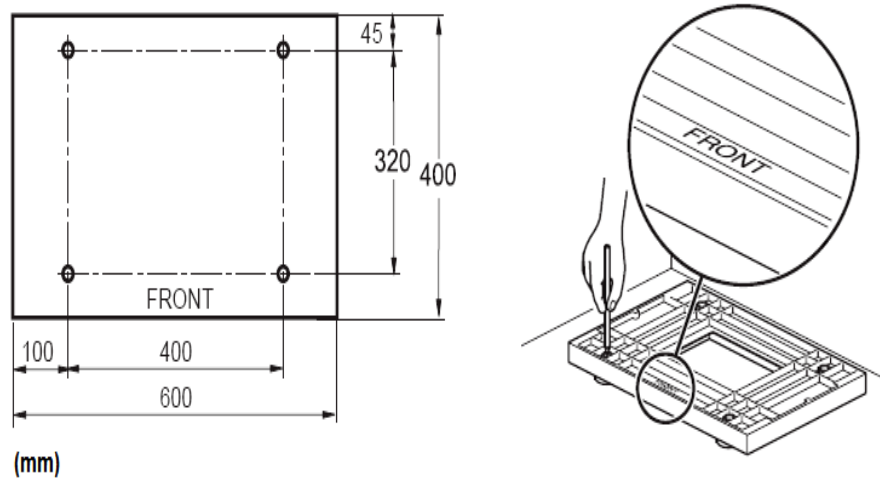


Figura 10. Dimensiones RBS 6201 [5].

En ocasiones va a ser conveniente instalar el bastidor espalda con espalda con otro bastidor, esto suele ocurrir en las Centrales de Telefónica (CT) donde hay ubicados muchos más equipos de radio que en una BTS. En este caso, el pasillo intermedio entre filas de bastidores ha de tener una distancia mínima de 1000 mm. Véanse en la Figura 11, diferentes ocupaciones del bastidor RBS 6201 dentro del recinto cerrado, sea una CT o una BTS.

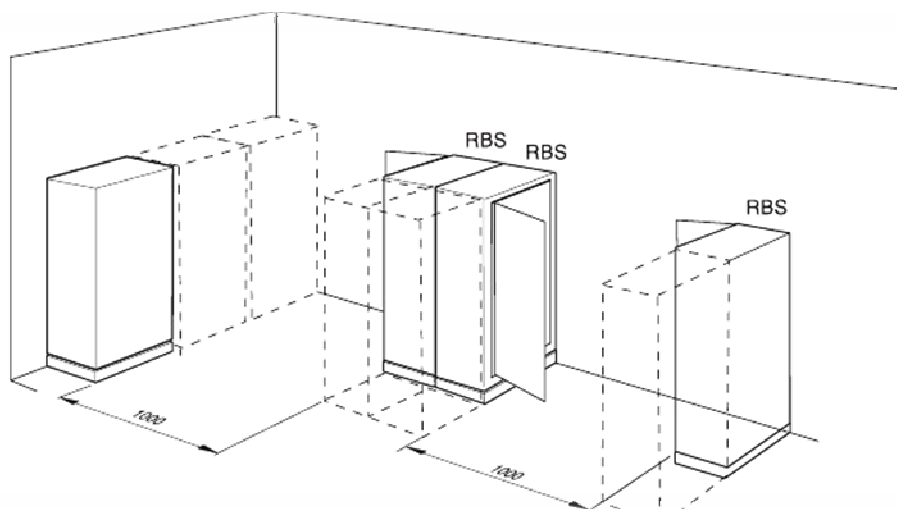


Figura 11. Disposición de un RBS 6201 en el interior de una sala [6].

El equipo dispone de una base de montaje que ha de anclarse al suelo y sobre la que se instala el bastidor. Esta base ha de ser suministrada por Ericsson con el bastidor y tiene que venir en perfectas condiciones para que no suponga un desnivel en el equipo una vez anclado sobre ella.

2.2.1.3. INSTALACIÓN CABLEADO ALIMENTACIÓN

Ya hemos visto en apartados anteriores que este bastidor admite alimentación a -48 Vcc, +24 Vcc y 220 Vca. Pero si nos centramos en la tecnología que vamos a instalar UMTS, sólo se va a permitir alimentarlo a -48 Vcc; normalmente el equipo vendrá equipado con unidad PCF para ello.

La alimentación va a ser tomada de un cuadro de fuerza de este voltaje aunque también podemos encontrar el caso en que se tenga que desmontar un equipo antiguo con un módulo de rectificadores (mochila) y se aproveche ésta para tomar la alimentación.

Se permite alimentar el equipo a +24 Vcc únicamente en el caso de que se sustituya por un bastidor antiguo de 2G (GSM o DCS) y no exista alimentación a -48 Vcc con baterías en la sala. Y el último de los casos, a 220 Vca, no lo hemos utilizado en ningún caso porque no suele ser normal que no exista alimentación continua en los emplazamientos, de todas formas existe el modelo adaptado para el caso.

-ALIMENTACIÓN CON -48 Vcc

En el manual de Ericsson de fabricación de este RBS recomienda a la hora de dimensionar el interruptor magnetotérmico desde el que alimentar el equipo y la sección del cable de alimentación, seguir la tabla mostrada en la Tabla 4. Ericsson Recomendaciones Alimentación RBS 6201. Se optará por dimensionarlo para la máxima capacidad de Rus posible, siendo esta una exigencia de TME a la vista de futuras ampliaciones en el bastidor en años próximos e incluso comparticiones con otro operador.

Alimentación DC	NÚMERO DE RUS	Mínimo permitido		Máximo permitido	
		Fuselaje Cable	Interruptor-Sección	Fuselaje Cable	Interruptor-Sección
		Interruptor (A)	Sección Cable (mm ²)	Interruptor (A)	Sección Cable (mm ²)
-48 Vcc	3 RU	60	16	200	70
	6RU	80	25		
	9 RU	125	50		
	12 RU	160	70		

Tabla 4. Ericsson Recomendaciones Alimentación RBS 6201 [5].

La alimentación la vamos a extraer del equipo de fuerza de la caseta (MEPO) o en el caso en que se realice un swap, esto es sustituir un nodo B antiguo (RBS 3000) por este nuevo bastidor, y el bastidor antiguo este alimentado por un módulo de rectificadores (mochila) se mantendrá esta alimentación hasta que exista un MEPO a -48 Vcc. Se reutilizarán para el nuevo equipo tanto la mochila, el interruptor como los cables de alimentación siempre que sean de sección adecuada a la normativa actual.

No vamos a hablar de la estructura de un equipo de fuerza (MEPO) puesto que su instalación no compete en nuestro trabajo, aún con todo hemos de comprender que es parte de ella puesto que la alimentación de nuestro equipo proviene de él. Los Equipos de fuerza que dispone TME en sus casetas tienen un par de regletas con interruptores magnetotérmicos desde los que se alimentan prácticamente todos los equipos. Pues bien, partimos de que según la recomendación de Ericsson necesitamos un interruptor como mínimo de 160 A para alimentar el RBS 6201 y, en ningún cuadro de TME existe esta opción. Por ello la solución parte por agrupar un par de interruptores, del mismo calibre en paralelo, para que sumando las corrientes se consigan mínimo el valor deseado. Se paralelarán con un peine en la distribución de continua del cuadro, desde la que saldrá el cable de alimentación y para ello los dos interruptores tendrán que estar juntos.

En el replanteo de obra se revisa el cuadro de fuerza para comprobar que dispongamos de disyuntores libres con el amperaje deseado y de no ser así, de espacio suficiente para poderlos instalar en un hueco o sustituyendo un par de los existentes.

La conexión en el bastidor se realiza en su parte superior en el PCF, ver Figura 12, donde se extrae una carcasa y hay un par de clemas preparadas para cables de alimentación de 16 a 95 mm². El cable de alimentación procedente del equipo de fuerza se introduce por la parte superior del bastidor, en la que existe una ranura dispuesta encima del PCF para introducir el cable hasta las clemas. Se ha de introducir el cable unos 20 mm en punta en el interior de la cema y se sujetarán ambos cables (-48 V y 0 V) mediante una pestaña atornillada.

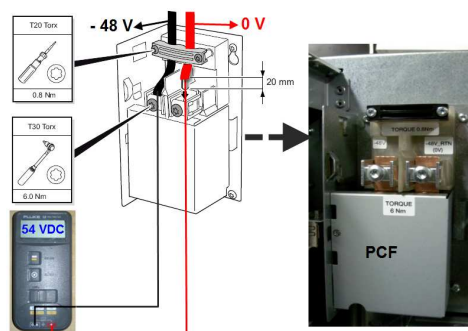


Figura 12. Interior PCF (RBS 6201 -48V) [6].

Para que la alimentación llegue a las tarjetas de radio instaladas en el interior del bastidor, se han de conectar estas a la PDU correspondiente; cada *subrack* de tarjetas dispone de su propia PDU de distribución de energía. Para que la PDU esté alimentada, en este caso a -48 V, se cablea desde el lateral izquierdo cada

PDU conectándolas a la barra bus de la cabina. Las conexiones entre tarjetas y PDU se realizan siguiendo un orden, mostrado en la imagen de la Figura 13, donde se puede observar la posición que corresponde a cada tarjeta RU y DU, así como también las empleadas para alimentar las SCU para el control de los refrigeradores, tarjeta de alarmas, etc. Los latiguillos empleados para realizar estas conexiones vienen suministrados con el propio bastidor, especiales para los conectores que emplean.

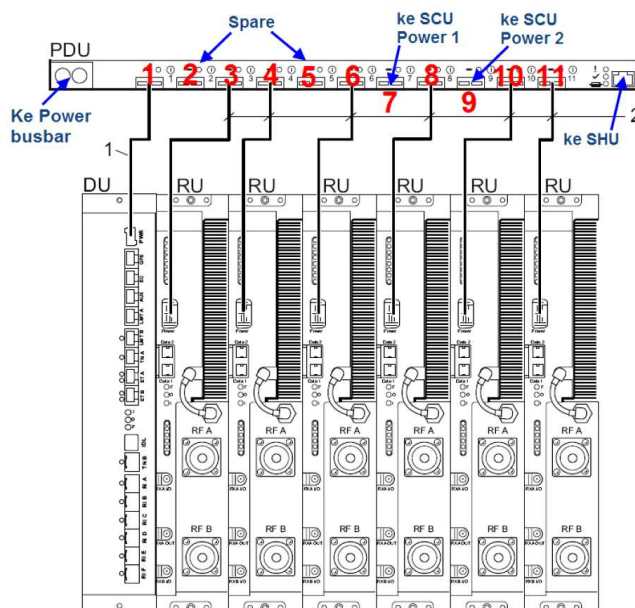


Figura 13. Alimentación tarjetas de radio desde la PDU [6].

-ALIMENTACIÓN CON +24 Vcc

Este modelo hemos comentado que sólo se emplea cuando se sustituye un bastidor de 2G alimentado a +24 Vcc sin embargo, hemos encontrado en alguna instalación de interior la situación en que la sala no disponía de alimentación a -48 Vcc con respaldo de baterías. Esta situación ha de ser manifestada en el replanteo de obra y el operador es el que decidirá antes de comenzar los trabajos, si va a querer sustituir el Mepo de +24 Vcc y añadir convertidores para los equipos existentes que lo necesiten o si por el contrario prefiere que se instale esta versión de RBS 6201.

En los casos encontrados, basándonos en nuestras instalaciones, TME casi siempre ha preferido colocar el modelo RBS 6201 con alimentación a +24 Vcc para evitar gastos innecesarios aunque en alguna ocasión al no disponerse de este modelo de RBS 6201 se decantaran por la otra opción.

La conexión en el bastidor se realiza en el interior, en el frontal parte superior central (PCU), ver Figura 9. La conexión y la asignación de las clemas es la que se muestra a continuación en la Figura 14.

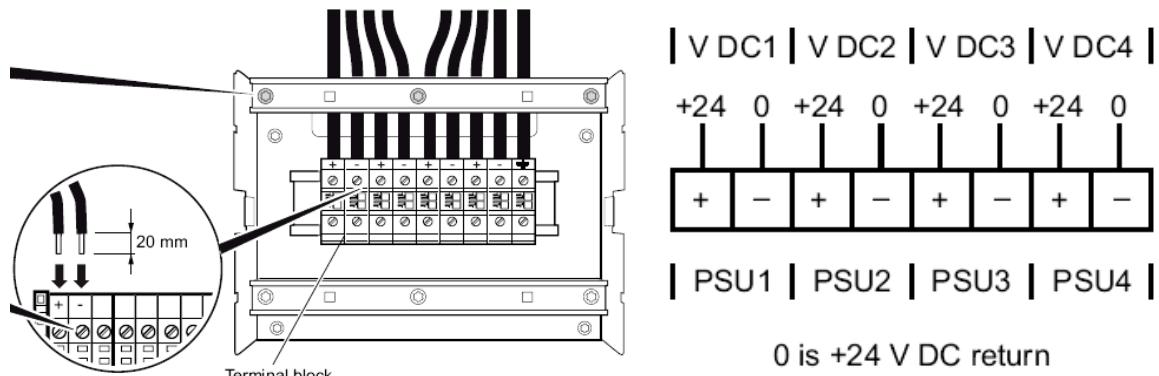


Figura 14. Interior PCU (RBS 6201 +24V) [5].

2.2.1.4. INSTALACIÓN CABLEADO RADIOFRECUENCIA

La conexión de los cables RF al bastidor de radio se realiza en las tarjetas RU, entrando por la parte superior del bastidor e introduciéndolos por unos huecos pasacables hasta conectarlos en las entradas RF A y RF B de las tarjetas. Para conectar el cable en el puerto del módulo de la RU se emplean conectores 7/16 acodados y el cable empleado en estos latiguillos es coaxial de ½" SF. Véase la Figura 15.



Figura 15. Conexión cables RF en RBS 6201 [6].

Para introducir los cables de RF por los huecos de la guía pasacables se ha de retirar de la parte de arriba del bastidor el tope de la guía que evita que los cables se separen del bastidor. Para extraerla basta con girar un par de pestañas que tiene en sus extremos, se muestra a continuación la forma en la Figura 16. Para poder retirarla tendremos que tener la tapa superior del equipo abierta o incluso mejor aún sin instalar.

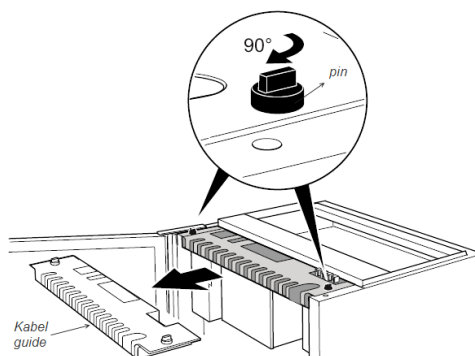


Figura 16. Guía pasacables [5].

Para la salida de cables de RF del bastidor se sigue un orden para evitar que se entrecrucen y repercutan en la apertura y cierre de la puerta. Las posiciones asignadas para cada RU se muestran a continuación en la Figura 17, dependiendo si las RUs están instaladas en el *subrack* superior o inferior, los cableados saldrán por las posiciones impares o pares respectivamente. La primera de las posiciones se deja libre para mantener distancia con los cables de alimentación. A partir de ahí, el hueco pasacables nombrado como (2) servirá para los cables RF A y B de la RU (posición 1) del subrack inferior, el hueco pasacables (3) para los cables RF A y B de la RU (posición 1) del subrack superior y así sucesivamente.

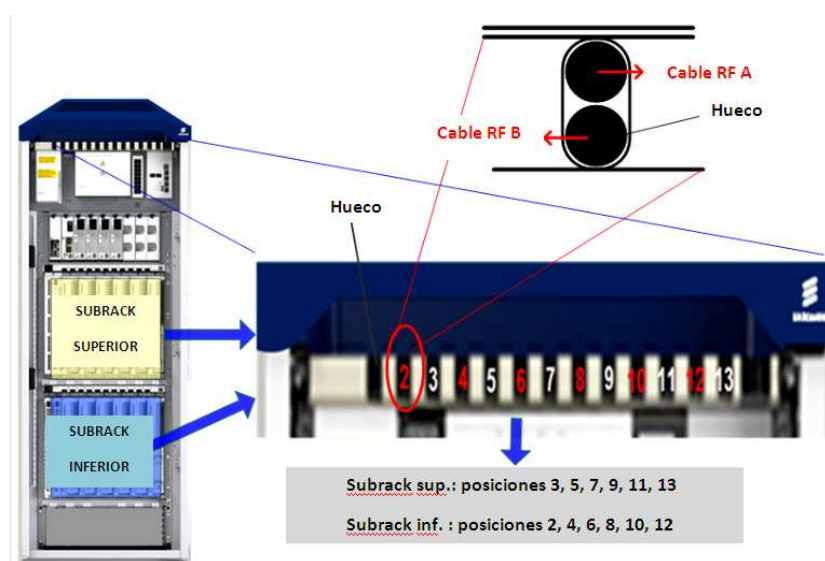


Figura 17. Posiciones de salida de cableados de RF [6].

Para efectuar la conexión entre la DU y las RUs existen varias alternativas que dependen de los enlaces usados con la DU por sector, en todas las instalaciones que hemos realizado siempre se ha empleado la misma, una portadora por sector. Puede verse a continuación en la Figura 18 una representación de la conexión realizada entre DU y RU.

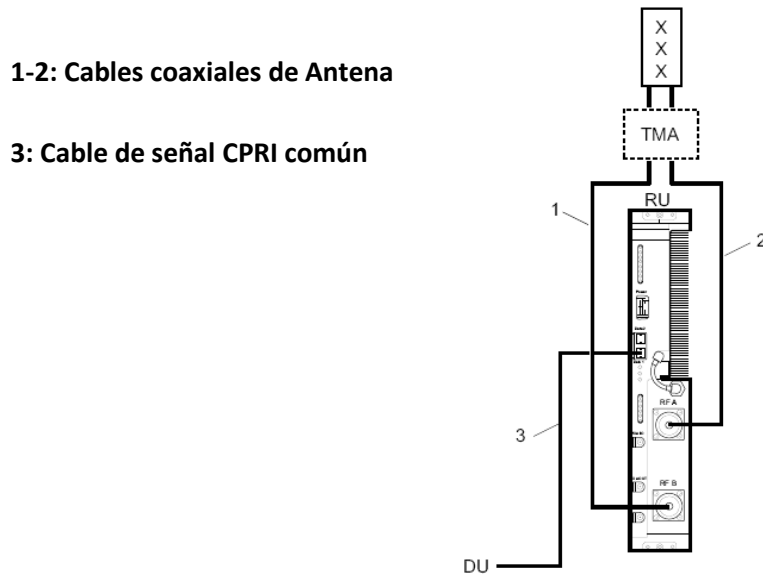


Figura 18. Conexión DU y RU para una portadora por sector [5].

Los puertos de la DU desde los que conexionar en las RUs dependerán de los enlaces usados por sector, en el caso de tener dos enlaces por sector únicamente se podrán albergar tres sectores (capacidad máxima del bastidor de seis tarjetas para una misma DU) y si se tiene un enlace por sector como ha sido siempre nuestro caso, se dispondrá de espacio hasta para seis sectores. Puertos correspondientes de la DU para dos enlaces por sector RI A- RI D (S1), RI B-RI E (S2) y RI C-RI F (S3), para un enlace por sector RI A (S1), RI B (S2), RI C (S3), RI D (S4), RI E (S5) y RI F (S6). Puede verse en la Figura 19 la conexión realizada entre RUS y DU, ambos casos con un enlace por sector.

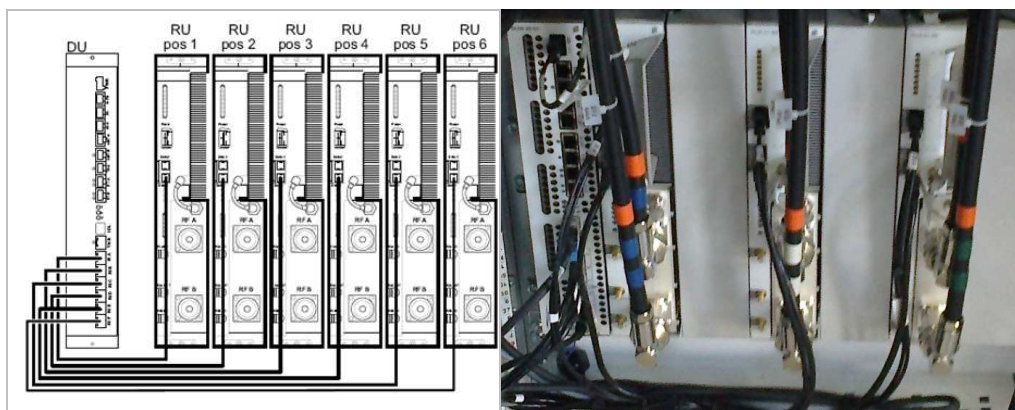


Figura 19. Conexión DU y RUs (RBS 6201) [5].

2.2.1.5. INSTALACIÓN CABLEADO TRANSMISIÓN

La conexión con los medios de enlace o transmisión se realiza en la tarjeta DU y existen tres posibles alternativas de conexión según sea el medio, siempre van a ser las mismas para cualquiera de los bastidores que instalemos ya sea compacto o distribuido y de interior o exterior.

Podríamos explicar a fondo la operativa de estas tres formas de transmisión pero sería extendernos en un tema que realmente no interfiere en la ejecución de la instalación. Por ello sin obviar el tema, nos ceñimos a explicar la instalación de cada una para este caso concreto de bastidor.

-INTERFAZ DE TRANSMISIÓN E1

La transmisión E1 o trama E1 proporciona cuatro tramas de 2 Mbits a través de puertos RJ 45 denominados ET A y ET B. Se necesita para su instalación un par de cables adaptadores de impedancias que partirán de los puertos nombrados y terminarán en el repartidor normalmente ya instalado en la sala (se puede ver un modelo RTM-5 de interior en la Figura 20).

El repartidor digital es un sistema pensado para el enrutado físico de las tramas E1 de 2Mb de los equipos de radio, su flexibilidad permite realizar pruebas para mediciones de trama, monitoreo de transmisión, etc. Es un buen recurso utilizado frecuentemente por los técnicos de mantenimiento, para enlazar líneas de transmisión procedentes de otros centros o estaciones. De esta forma, en caso de avería de un interfaz, la señal conmuta al otro interfaz y el servicio se mantiene hasta que la avería esté solucionada.

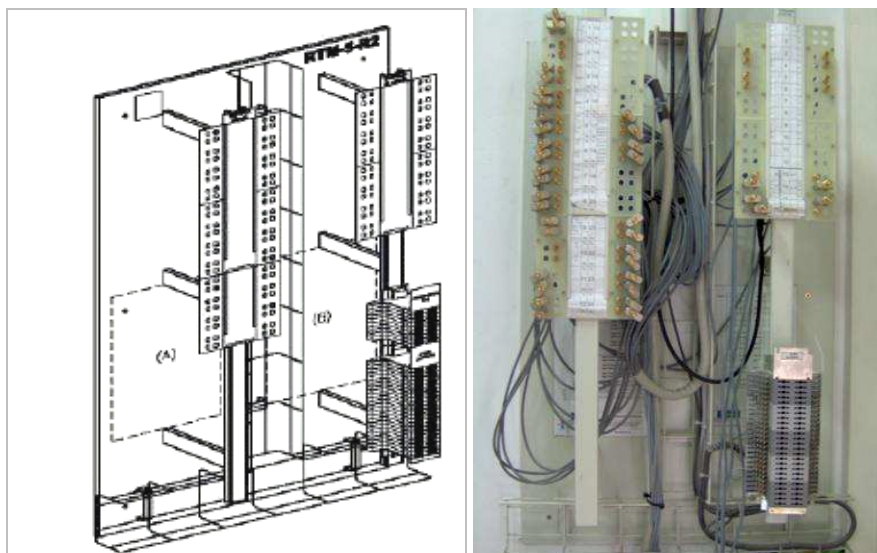


Figura 20. Repartidor de Tramas RTM-5 [6].

La acometida de transmisión llegará hasta el repartidor del contenedor de equipos. El repartidor estará instalado por defecto en todas las estaciones base donde vayamos a realizar la implantación de UMTS 900. Los repartidores digitales están formados por una plancha de acero galvanizada de 1,5 mm, con los cantos plegados a 10 mm y están equipadas con lo siguiente:

- a. Parte para *Telefónica Móviles España*: 1 Regleta Benjamín de 2 Mbits 16 x 4, más 1 regleta benjamín de 2 Mbits 8 x4.
- b. Una regleta de corte y prueba de 25x4 (Auxio Alarmas).
- c. Una regleta de corte y prueba de 10x4 (Transmisión Telefónica de España).
- d. 2 bandejas rejiband, una vertical y otra horizontal, galvanizadas y pintadas.

En la parte superior vendrá identificado por el fabricante mediante etiqueta identificativa, con los datos del fabricante, modelo, número de serie, fecha de fabricación, etc.

En el replanteo de obra se observará si existen posiciones libres en el repartidor para poder instalar las tramas y, se calculará la distancia hasta la ubicación del nuevo bastidor de radio. Existen dos longitudes para este modelo de cable, 10 y 15 metros, en el caso de que fueran largos se dejaría enroscado el sobrante en una coca en la escalerilla encima del bastidor y si por el contrario fuera corto se confeccionarían latiguillos con conectores 1.5/5.6 en cada extremo para alargar el tramo.

Siempre va a realizarse este tipo de enlace en los nuevos bastidores, sea cual sea el modelo instalado y a parte se instalará uno de los otros dos enlaces Ethernet. Cuando el bastidor de radio albergue varias tecnologías, se instalarán las cuatro tramas para cada tecnología, partiendo los cables desde sus respectivas tarjetas DU.

-INTERFAZ DE TRANSMISIÓN ETHERNET ELÉCTRICA

La transmisión Ethernet eléctrica de la RBS parte del puerto RJ45 de la DU identificado como TN A. y termina en el conector RJ45 del interfaz de transmisión del operador (el conversor de medios). La conexión se realiza mediante cable Ethernet recto Cat. 5e de la longitud necesaria igualmente determinada en el replanteo. Por defecto, para la implantación del nuevo sistema UMTS 900 se va a emplear siempre este tipo de transmisión en bastidores macros y como ya se ha comentado anteriormente, también habrá que instalar las tramas E1 hasta el repartidor.

-INTERFAZ DE TRANSMISIÓN ETHERNET ÓPTICA

La transmisión Ethernet óptica de la RBS parte del puerto RJ45 de la DU identificado como TN B teniendo que haber instalado en él un módulo SFP (Small Form Pluggable) de fibra multimodo proporcionada por Ericsson.

En este caso la conexión se realiza entre el conector LC del módulo SFP instalado en el puerto TN B de la tarjeta DU y el conector SC/APC del interfaz de transmisión de TME, mediante latiguillos de fibra óptica (FO) de la longitud necesaria. Este tipo de enlace por defecto, se realizará para el modelo RBS 6601 distribuido aunque se muestra también para el modelo RBS 6201 puesto que existe la posibilidad de realizarse también en este.

Veamos en la Figura 21 la conexión en la DU para los tres enlaces de transmisión:

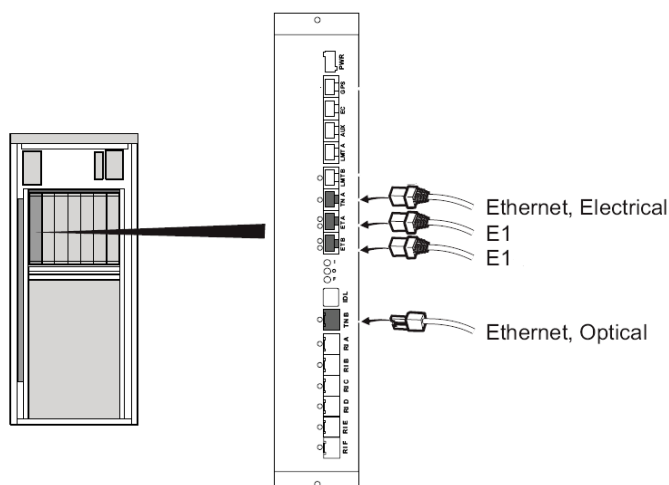


Figura 21. Enlaces de transmisión en RBS 6201 [5].

2.2.1.6. INSTALACIÓN DEL CABLE DE TIERRA

En instalaciones de interior se dispone del anillo perimetral de tierra de la caseta para la puesta a tierra de todos los equipos instalados en su interior. Cada uno de los elementos individualmente o en conjunto, tiene que unirse a la barra del anillo mediante perrillos de cobre homologados. En el caso del bastidor RBS 6201 la conexión se realiza en el frontal, en su parte superior tal como se muestra en la Figura 22. Para la puesta a tierra se ha de emplear cable amarillo-verde de sección 35 mm².

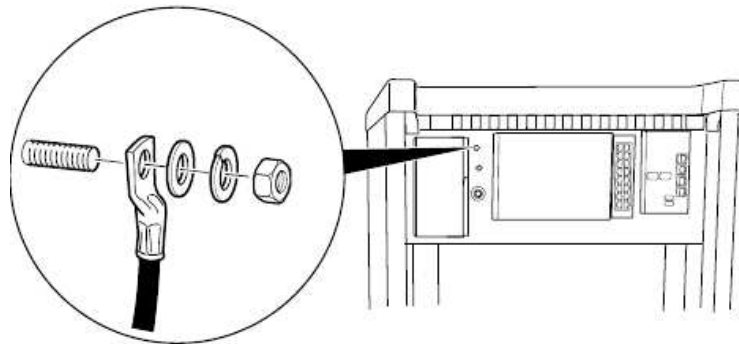


Figura 22. Puesta a tierra de RBS 6201 [5].

El anillo de tierra de la caseta a su vez va unido a la pletina de tierra de la torre o mástil ubicada en el exterior. Se muestra un esquema de la conexión en la siguiente Figura 23, la unión parte desde el bastidor hasta el anillo perimetral y desde el anillo hasta la pletina exterior pasando por el hueco pasamuros (Roxtec).

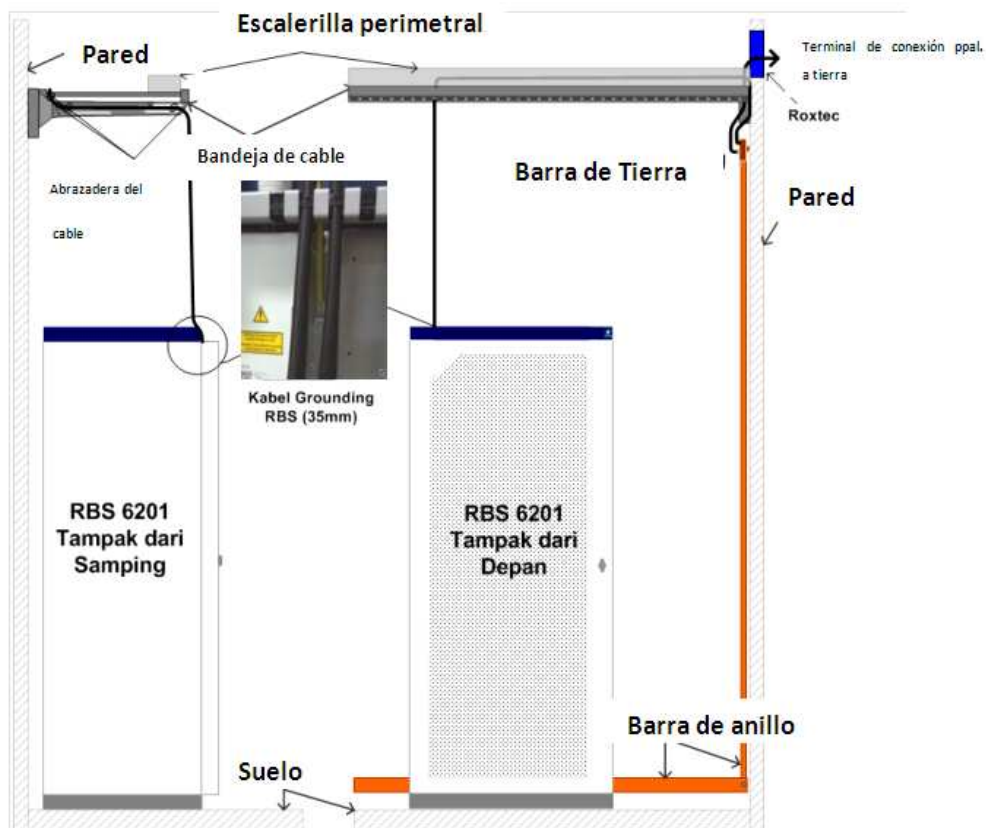


Figura 23. Esquema de puesta a tierra del RBS 6201 [6].

2.2.1.7. INSTALACIÓN DE ALARMAS EXTERNAS

Los operadores de telefonía móvil cuentan con centros de supervisión desde los que controlar cada una de las estaciones móviles distribuidas por zonas. Este control inmediato es posible gracias a que los equipos de las estaciones base cuentan con salidas de alarmas que, permiten conocer la situación en la que se encuentra cualquier elemento del emplazamiento y tener constancia de los problemas que puedan surgir de forma instantánea para resolverlos en la mayor brevedad posible.

Estas alarmas se centralizan en una regleta intermedia (Auxio) y de allí son conectadas a la correspondiente entrada de alarmas externas del equipo de radio de GSM que se encarga de transmitir las internamente de forma que se puedan detectar remotamente en el sistema de supervisión de alarmas. Si en el emplazamiento no existe equipo de GSM, las alarmas se transmitirán por orden a través del equipo de radio de los sistemas DCS o UMTS.

La interconexión entre la entrada de alarmas exteriores en el equipo de GSM y la salida de alarmas de los otros equipos o elementos que componen la estación de base, se hace a través de una regleta de pares o regleta auxio situada en el repartidor denominado RTM que hay instalado por defecto en todos los emplazamientos, ya mostramos su forma en la Figura 20, siendo la regleta de alarmas la ubicada más abajo a la derecha.

La regleta auxio sirve principalmente para la realización de pruebas en trabajos de mantenimiento en la estación y, cuenta con un número determinado de clemas donde distribuir las alarmas dependiendo del modelo de RTM en el que se aloje.

La regleta está formada por 8 bornes en cada fila, 4 en el lado derecho y 4 en el lado izquierdo, las columnas de las bornes están nombradas por letras de la A a la D, siendo la columna interior la A y la exterior la D, estando las columnas con la misma letra de la misma fila están conectadas entre sí. Se muestra a continuación en la Figura 24 la forma de una regleta de 10 filas.

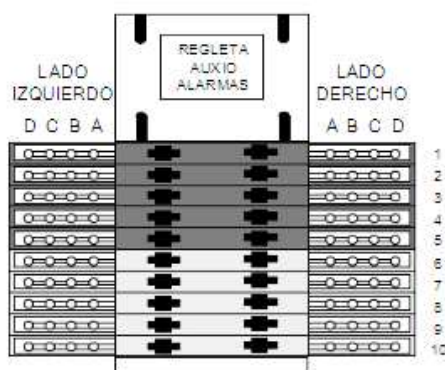


Figura 24. Regleta Auxio Alarmas [7].

En el lado derecho se hará la conexión con el bornero de alarmas del C.G.B.T. y en el lado izquierdo con el conector de entrada de alarmas del equipo de radio, siguiendo el orden indicado por TME en su documento NAP-05 "Cableado de alarmas externas en Estaciones de Base de interior" y el NAP-04 para las de exterior.

Desde que comenzamos a implantar la tecnología UMTS 900, no hemos encontrado ningún emplazamiento donde no estén las alarmas cableadas en el equipo de radio GSM u otro bastidor de tecnología diferente. De todas formas, veamos aquí y en el apartado correspondiente a cableado de alarmas externas de cada bastidor empleado la forma de conexionar las alarmas.

Básicamente en los dos bastidores compactos que se emplean para la instalación del UMTS 900 es decir, RBS 6201 y RBS 6102 se instala su sistema de alarmas externas de forma parecida. Para la conexión de las alarmas externas a la RBS necesitamos instalar la unidad de supervisión de alarmas, denominada SAU, con estructura mostrada en la Figura 25.

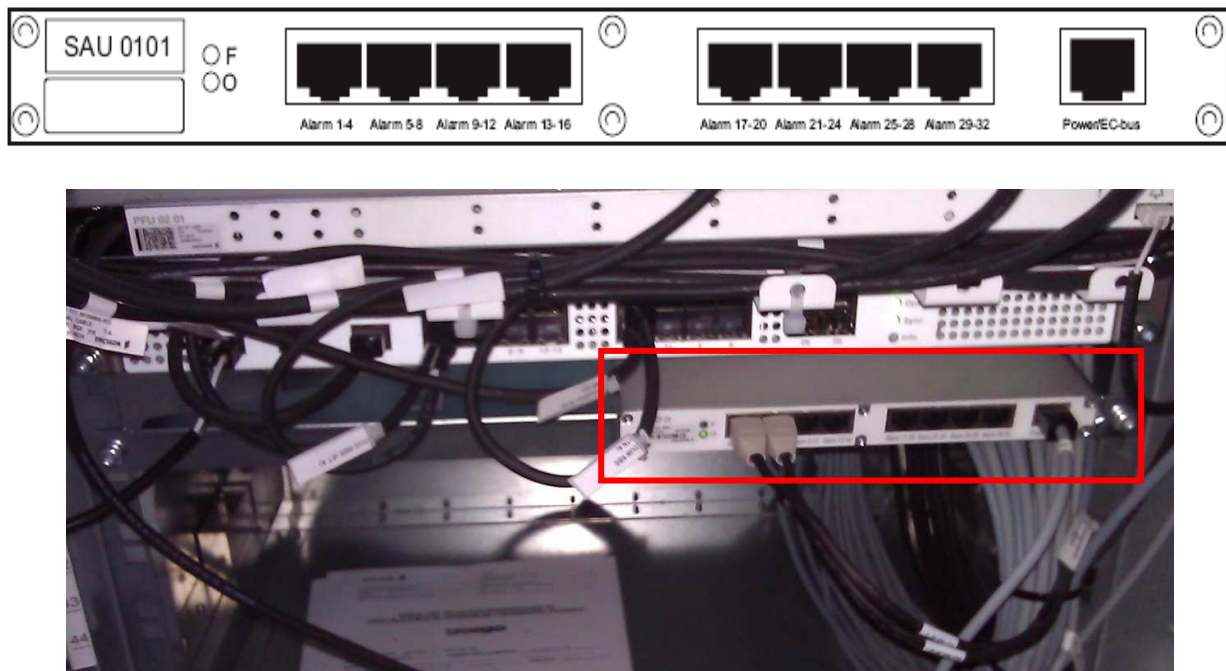


Figura 25. Tarjeta SAU (RBS 6201) [5].

Esta tarjeta se encarga de agrupar las alarmas y transmitir las a través de un cable que se conecta del puerto RJ 45 (Power/EC bus) situado en el extremo derecho de la tarjeta al conector denominado SAU del módulo SCU. Se muestra a continuación en el esquema de la Figura 26 la conexión completa para el conexionado de alarmas desde el bastidor hasta el panel de alarmas de la propia estación base.

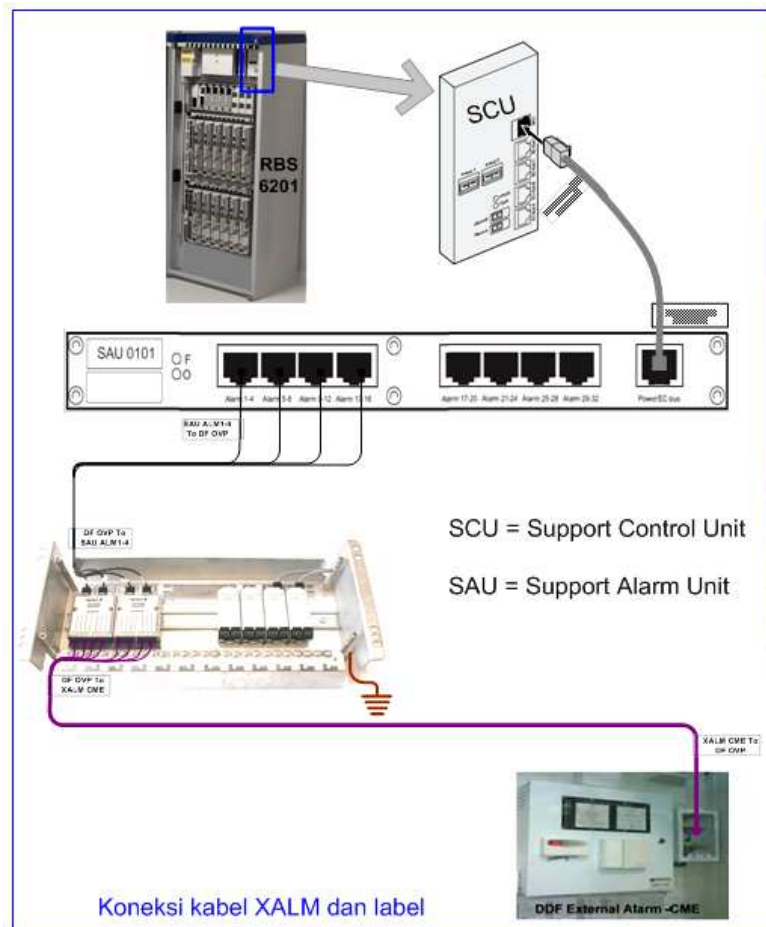


Figura 26. Esquema completo del conexionado de alarmas [6].

En el esquema mostrado se observa una conexión intermedia entre la SAU y la regleta auxiliar de alarmas, estos son los OVP (módulos protectores de sobrevoltaje). Aunque el modelo RBS 6201 dispone de espacio para que sean instalados no se suelen colocar, únicamente se instalan en bastidores macro de intemperie. En el RBS 6201 la SAU se instala en el interior del *subrack* destinado a transmisión, en su parte inferior. En ella se pueden conectar hasta 32 alarmas, a través de 8 conectores RJ45, agrupando cada conector un total de 4 alarmas diferentes.

Las posiciones asignadas para cada una de las alarmas de la SAU hasta la regleta AUXIO no van a ser las mismas para los tres bastidores que empleamos así que, para seguir siempre las mismas pautas TME en sus protocolos de instalación indica el orden a seguir en su instalación. Expongamos a continuación en la Tabla 5 las del bastidor tratado RBS 6201:

CONECTOR ALARMAS	RBS 6201 (SAU) Nº puerto: pines	REGLETA AUXIO	NOMBRE DE ALARMA
ENTRADA1	1: 1-2	14A-14B	F.DISY.GEN.COR.ALT.
ENTRADA2	1: 3-4	14C-14D	A.A.FGENERAL/ALT.TEMP
ENTRADA3	1: 5-6	15A-15B	VIGÍA DE RED
ENTRADA4	1: 7-8	15C-15D	A1-C.FUERZA/ALI_UMTS
ENTRADA5	2: 1-2	16A-16B	F.NO URG./A2 C.F
ENTRADA6	2: 3-4	16C-16D	BALI.,F. DE CÉLULA
ENTRADA7	2: 5-6	17A-17B	BALI.,F. GENERAL
ENTRADA8	2: 7-8	17C-17D	PROT.SOBRETENSION
ENTRADA9	3: 1-2	18A-18B	F.REPET.EQ.RADIO
ENTRADA10	3: 3-4	18C-18D	AL.EQ.TX./MINILINK
ENTRADA11	3: 5-6	19A-19B	F.DISYUNT.EQ.FUERZA
ENTRADA12	3: 7-8	19C-19D	F.DISYUNT.AIRE ACOND
ENTRADA 13	4: 1-2	20A-20B	F.DISY. BALIZAJE
ENTRADA14	4: 3-4	20C-20D	ALA.EQ.DXX-MARTIS
ENTRADA15	4: 5-6	21A-21B	ALA.INCENDIO
ENTRADA 16	4: 7-8	21C-21D	RESERVA

Tabla 5. Numeración Alarmas Externas en RBS 6201 [5].

2.2.1.8. REQUERIMIENTOS DE INSTALACIÓN

Antes de dar por terminada la explicación de la instalación de un RBS 6201 y teniendo ya una noción básica de todas sus partes y respectivas conexiones, terminaremos diciendo que existen unos requerimientos básicos para las instalaciones de interior (en caseta). En estas es imprescindible llevar un orden en la instalación de todos los cableados, incluso más que en las de intemperie, esto es debido a que las casetas donde se instalan los equipos no suelen ser demasiado amplias (normalmente de 5 o 10 m²). Es por ello que cuentan con un recorrido de escalerilla o rejiband en su parte alta, a lo largo de las cuatro paredes para la instalación de todos sus cables. Puede verse la Figura 27.

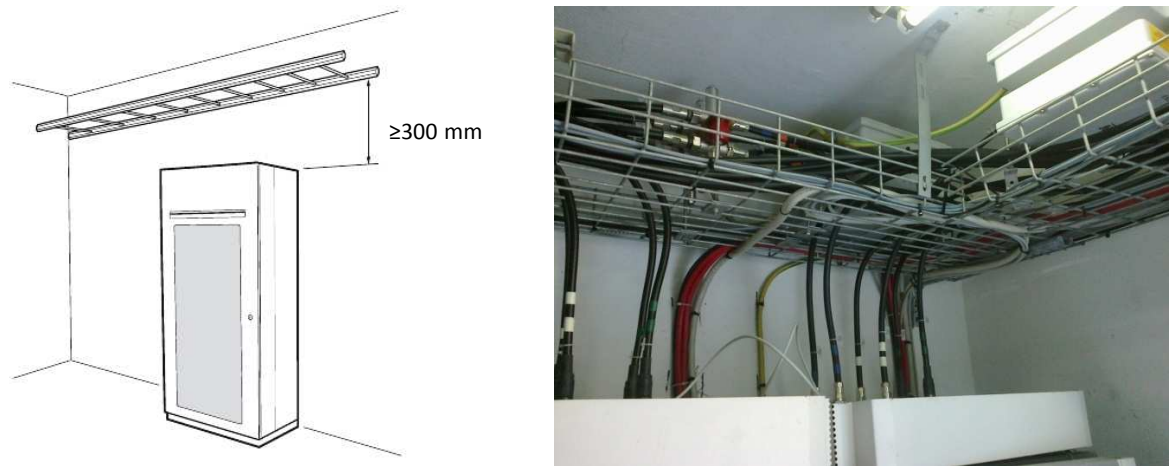


Figura 27. Escalerilla interior [5].

Tanto el cableado RF hasta su salida de la caseta, como el cableado de transmisión, el de tierra, alimentación y el de alarmas, tienen que ir debidamente ordenados por la escalera hasta llegar a su destino.

El recorrido de escalera también se utilizará para la colocación de pequeños elementos de la instalación como pueden ser descargadores, combinadores de señal, etc. de los que se hablará más adelante en este proyecto.

TME obliga ahora a colocar incluso un tramo más de rejiband cuando se instale un bastidor nuevo en la caseta, que ha de ir desde la parte alta del equipo instalado hasta la escalera que recorre la parte alta de la caseta. Con esto se consigue que los cableados del bastidor suban más rectos y con mayor sujeción embriéndolos en la misma. Cuando haya que colocarlo se prestará especial atención en que el tramo instalado de rejiband no entorpezca en la apertura de la tapa superior del bastidor, para ello se recortarán las esquinas inferiores de la rejilla, tanto tramo como sea necesario para conseguir la apertura total de la tapa.

2.2.2. RBS 6601 (MÓDULO DISTRIBUIDO)

Elegiremos la instalación del modelo de nodo B distribuido de interior RBS 6601 y del módulo remoto RRUW para dar servicio a la nueva tecnología UMTS 900 siempre y cuando, se superen los criterios de pérdidas permitidos por TME en la normativa NIR-318 explicada luego en el apartado 4.1 de este mismo documento. Nos adelantamos a decir que será cuando las pérdidas del cableado RF para la situación con equipo compacto superen 4 dBs.

Realmente cuando encontremos en la estación el sistema UMTS 2100 ya instalado en un RBS 6601, rara vez habrá que instalar el nuevo W900 en otra versión de bastidor que no sea la misma.

Aunque se reconoce por equipo de interior, hay ocasiones en las que se instala en emplazamientos de intemperie pero siempre ubicado en el interior de alguno de los armarios existentes (normalmente en el denominado AE-1). Su aspecto es el que se muestra en la Figura 28, donde se puede ver la unidad principal (MU) y un módulo remoto (RRU); siempre vienen de la mano y cuando se habla de uno de ellos inmediatamente se ha de tener en cuenta el otro.



Figura 28. RBS 6601+RRUW [8].

Este equipo está diseñado para albergar hasta seis sectores o seis módulos remotos (RRUs) de GSM, DCS, UMTS o LTE. La familia de RRUW dependerá del sistema que se instale en el equipo, como aquí vamos a hablar siempre de UMTS 900, el módulo de RRU o cabeza remota es RRUW; así que de ahora en adelante cuando lo nombremos nos estaremos refiriendo siempre al mismo.

Las características técnicas del equipo son las siguientes:

Dimensiones (ancho x profundo x alto):	MU: 483 x 350 x 66 mm RRUW: 383 x 169 x 636 mm
Alimentación:	- 48 Vcc (independiente para la MU y las RRUWs)
Peso:	MU: < 10 kg RRUW: 20 kg
Rango de temperaturas	MU: +33/+45 °C RRUW: -40°C/+55°C
Consumo máximo:	MU: 405 W RRUW: 340 W

Tabla 6. Características Técnicas RBS 6601 [8].

Un RBS 6601 puede configurarse para un máximo de 3 sectores con 4 portadoras por sector, o de 6 sectores con 2 portadoras cada sector.

2.2.2.1. ESTRUCTURA DEL RBS 6601

El RBS 6601 se compone como ya hemos dicho de una unidad principal (MU) y de hasta seis unidades remotas (RRUWs) que se instalan normalmente junto a las antenas. La unión entre la MU y las RRUWs se realiza mediante FO.

La MU está formada por una unidad principal (DU) cerrada herméticamente mediante carcasa y que dispone de orejeras laterales para su anclaje en rack o armario. En su parte frontal tiene todos sus puertos de entrada e interfaces y, en su parte trasera el módulo de ventilación. En la Figura 29 que se muestra a continuación se pueden ver diferenciados los interfaces de conexión de la MU:

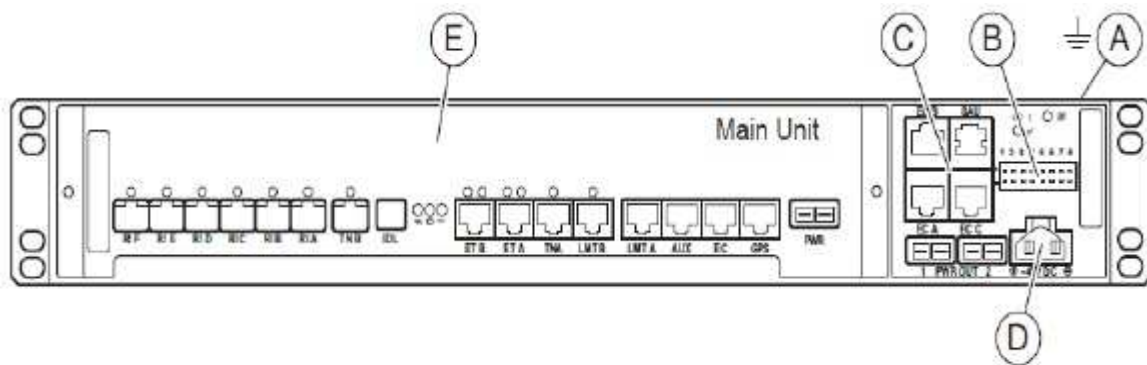


Figura 29. Estructura RBS 6601 (MU) [7].

- A. Interfaz de conexión a tierra
- B. Interfaz de alarmas externas
- C. Interfaz de alimentación SAU (unidad soporte alarmas)
- D. Interfaz de alimentación de entrada (-48 Vcc)
- E. Unidad digital con los interfaces de gestión LAN, GPS, cableado óptico y transmisión

LAN: Se usa una red de área local para comunicarse con la DU a través del RBS Element Manager (EM) programa informático. El interfaz LAN en la DU está ocupado por el puerto LMT B y consiste en un conector RJ-45 donde se conecta el portátil de trabajo.

GPS: La RBS se puede conectar de forma opcional a una unidad GPS. El interfaz GPS en la DU consiste en un conector RJ-45.

Y por otra parte, en la siguiente Figura 30, se muestran las partes principales que componen una RRUW:

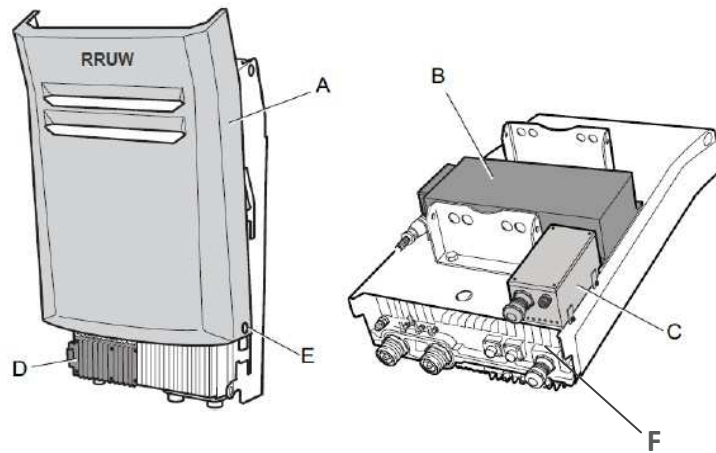


Figura 30. Estructura RRUW [8].

- A. Cubierta frontal (carcasa)
- B. PSU (opcional)
- C. ACCU (opcional)
- D. Panel de conexiones externas
- E. Cierre carcasa
- F. Interfaces de conexión

Se explica más detalladamente en la siguiente imagen de la Figura 31 las partes que componen el panel de conexiones externas (nombrado como D en la figura anterior) y en la Figura 32 los interfaces de conexión (nombrado como F en la figura anterior).

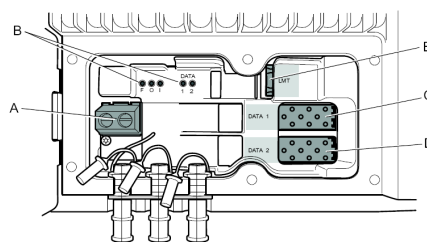


Figura 31. Partes de la estructura de una RRUW [8].

- A. Conexión de alimentación -48 Vcc
- B. Indicadores LED (F, O, I, Data 1, and Data 2)
- C. Datos 1. Cable óptico 1 (entrada)
- D. Data2. Cable óptico 2 (salida, para conexiones a veces en cascada)
- E. Terminal Mantenimiento de Línea (LMT)

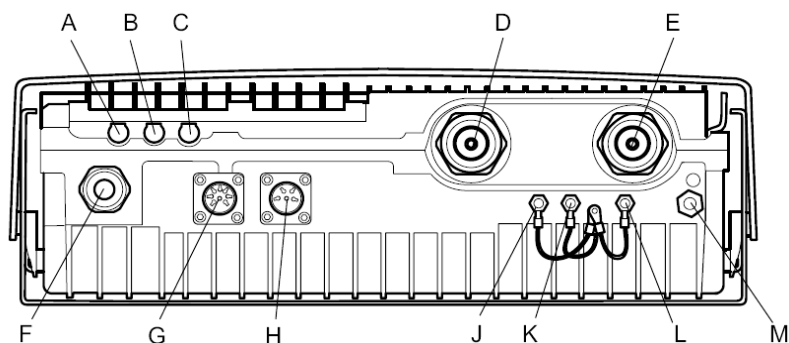


Figura 32. Interfaz de conexión de la RRU [8].

- A. Entrada terminal de la línea de mantenimiento (LMT)
- B. Entrada cable FO Rx
- C. Entrada cables FO Tx
- D. Entrada Antena 1. RF A
- E. Entrada Antena 2. RF B
- F. Entrada cable de alimentación
- G. RET
- H. Conexión alarmas externas
- J. Crossconexión RXA
- K. RXA compartida
- L. Crossconexión RXB
- M. Conexión a tierra

2.2.2.2. INSTALACIÓN DEL EQUIPO RBS 6601

Instalaremos este equipo en dos espacios diferentes, o bien en el interior de un armario de energía cerrado (CF-36 o CF-25) para intemperie o en armario rack de 19" (AE1 o AE2) sin cubierta para interiores. En caso de instalarlo en un rack de 19", se dejará una distancia ≥ 50 mm entre su parte trasera y el fondo del armario o pared para permitir la libre circulación de aire de la unidad. Y la misma distancia entre su frontal y la puerta del rack si es que la lleva incorporada, para evitar que el cableado pueda sufrir alguna fractura. Para el ajuste y anclaje de la MU en el rack, el equipo dispone en sus laterales un par de orejeras que serán atornilladas en el marco, véase la siguiente Figura 33.

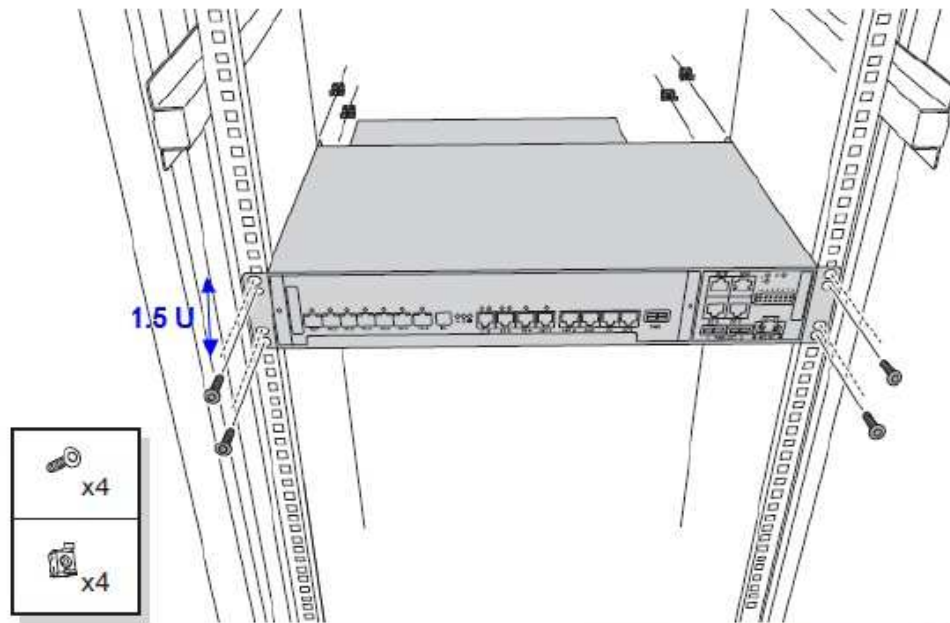


Figura 33. Instalación RBS 6601 en Rack 19" [8].

Y cuando se instale en emplazamientos de intemperie, dentro de un armario de energía o antiguamente denominados cuadro de fuerza compacto, se colocará sobre una bandeja o estante libre donde no haya problemas de refrigerado.

La otra parte del nodo B distribuido, la RRUW, se puede instalar en tubo o en pared. Lógicamente los herrajes para su anclaje no serán los mismos, así que dependiendo donde se pretenda instalar habrá que tenerlo en cuenta.

En la torre existen un par de alternativas que son, instalarlas en el mismo tubo de la antena si hay espacio suficiente (siempre detrás o debajo de la antena) o bien colocarlas en herrajes especiales en las caras de la torre (válido siempre que la torre sea de celosía). Cuando el sistema radiante está sobre mástil, normalmente esto ocurre en instalaciones en terraza, las RRUWs se colocan sobre una bancada certificada con mástil alternativo al de las antenas o en alguna barandilla de seguridad si la hubiera con soporte a pared.

Veamos un ejemplo de cada situación en el montaje de imágenes de la Figura 34, instalación de RRUs en diferentes ubicaciones:

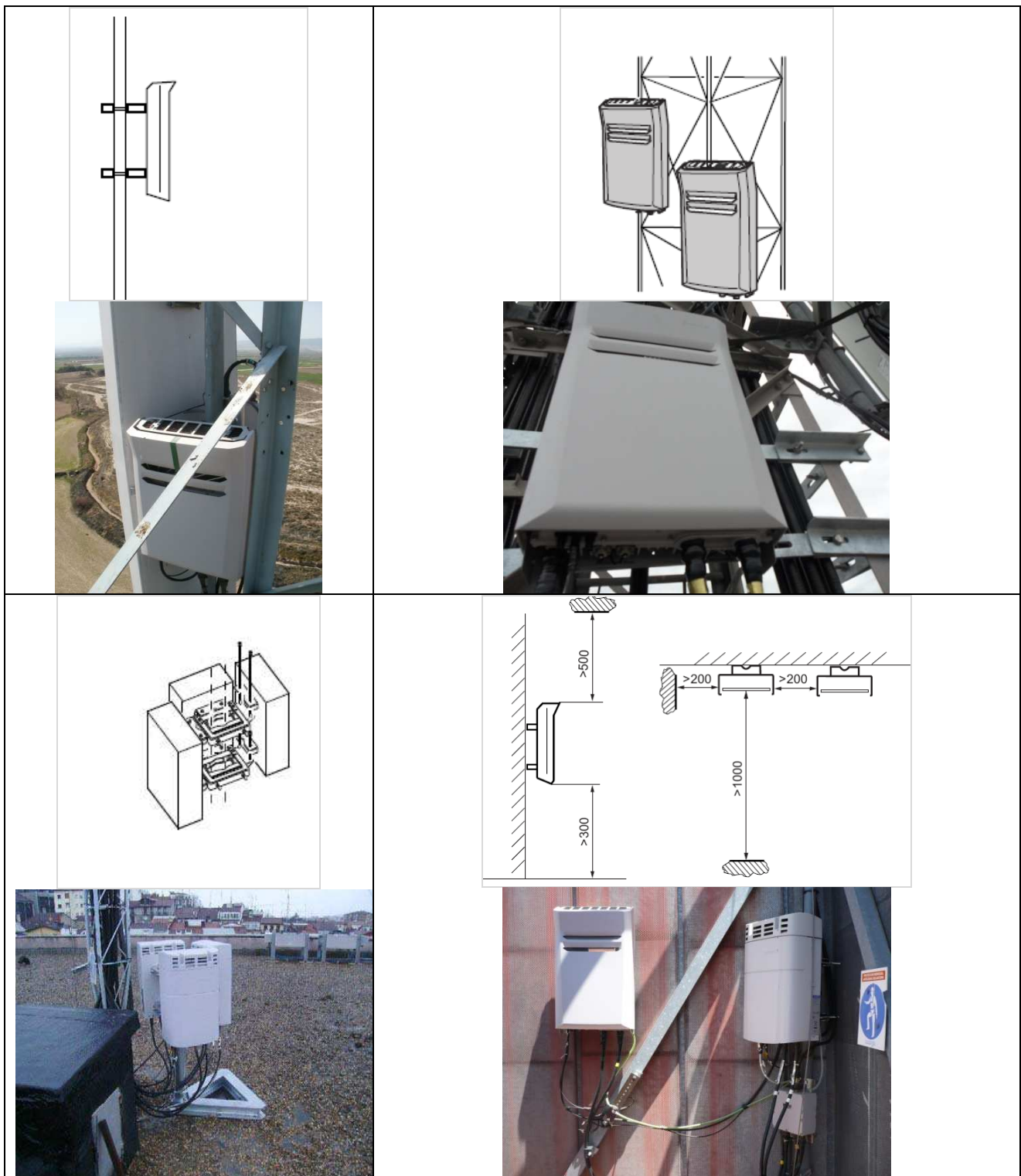


Figura 34. Instalación RRUW en tubo, en cara de torre y en pared [8].

Sea cual sea la situación donde se vayan a instalar las RRUs siempre se van a instalar primeramente las dos piezas del herraje que no van unidas a la RRU ya sea en el tubo o en la pared, y luego se hará encajar la parte del herraje que va sujeto en la unidad de radio a la que se haya instalado. Una vez sujetas y atornilladas adecuadamente, se colocará la carcasa de la unidad. Para que se pueda apreciar el proceso seguido, se añaden unas imágenes mostradas a continuación en la Figura 35.

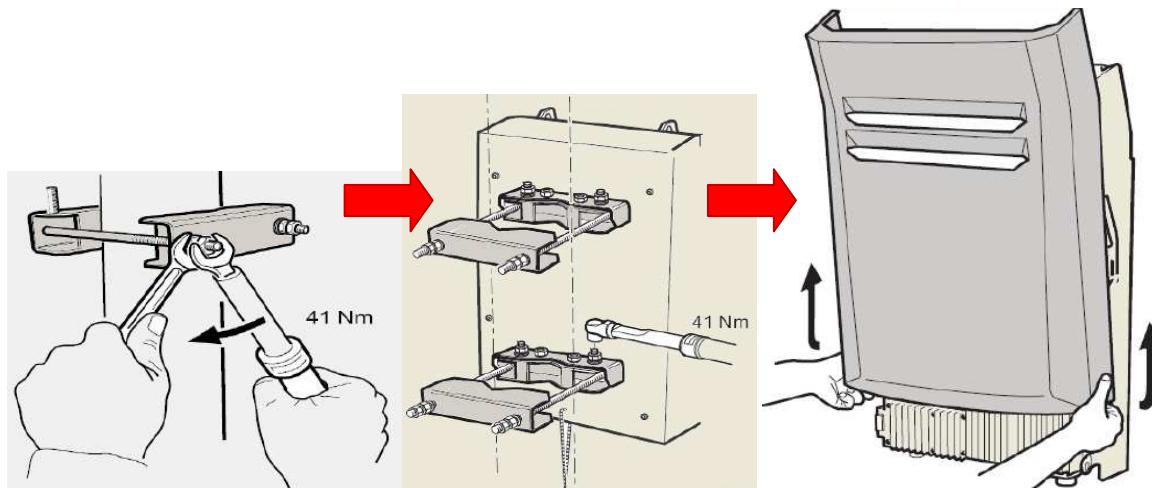


Figura 35. Instalación RRUW [9].

2.2.2.3. INSTALACIÓN DE LOS CABLES DE ALIMENTACIÓN

Como dije anteriormente, se requiere alimentación independiente de -48 Vcc para la MU y las RRUWs. Ericsson (fabricante del equipo) aconseja en las hojas de características del equipo que cada uno de los elementos que lo componen emplee fusibles del siguiente amperaje mostrado en la Tabla 7:

Unidad	Mínimo	Máximo	Sección
MU (con 1 DUW)	15 A	20 A	4 mm ²
RRUW	10 A	32 A	Manguera 2X 10 mm ²

Tabla 7. Alimentación RBS 6601 (MU + RRUW) [8].

El cable de alimentación DC para la MU es suministro de Ericsson junto con el equipo y tiene una longitud de 10 metros, por lo que si se necesita uno de mayor longitud hay que solicitarlo expresamente.

La MU cuenta igual con la opción de poderse alimentar en corriente alterna sin embargo, se desecha esta alternativa para disponer en continua el respaldo de baterías. Dependiendo de si la instalación de la MU se realiza en el rack de 19" o en el armario de energía en intemperie, los interruptores magnetotérmicos de alimentación se ubicarán en una caja de distribución CT-2 en el primer caso o instalados en el propio armario de energía AE-1 o AE-2.

En la normativa NAP-26 se describe esta caja de distribución CT-2 y su conexión en el cuadro de fuerza así como, en la NAP-32 se explica la instalación de los armarios AE-1 y AE-2. [10] y [11] Sin entrar en demasiados detalles puesto que son instalaciones previas a las nuestra, únicamente mencionar que en ambos casos existe distribución de continua con disyuntors de los calibres requeridos (interruptor de 16 A para la MU y tres de 10 A para las RRUWs (normalmente para tres sectores)).

Puede verse un ejemplo en la siguiente Figura 36, donde la alimentación se toma de un AE-1 y la regleta de interruptores es la denominada caja de distribución CT-2:

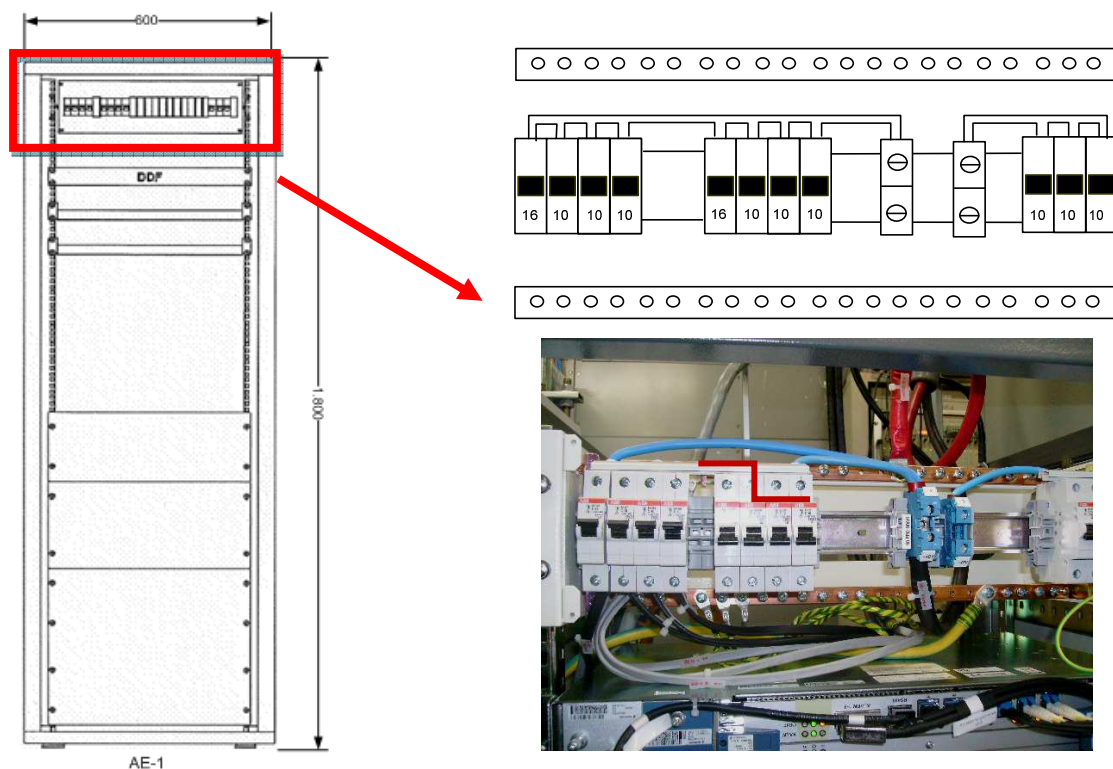


Figura 36. Disposición de interruptores en un AE-1 [11].

La conexión del cable de alimentación en la MU se realiza en el interfaz de entrada de alimentación, tal como se muestra en la Figura 37. No implica ninguna complicación su conexión siempre que se vigile no invertir la polaridad del cable (negro -48 Vcc y gris 0 V) por ello es imprescindible verificar la polaridad del cable DC antes de instalarlo mediante un polímetro midiendo en el terminal en punta del cable.

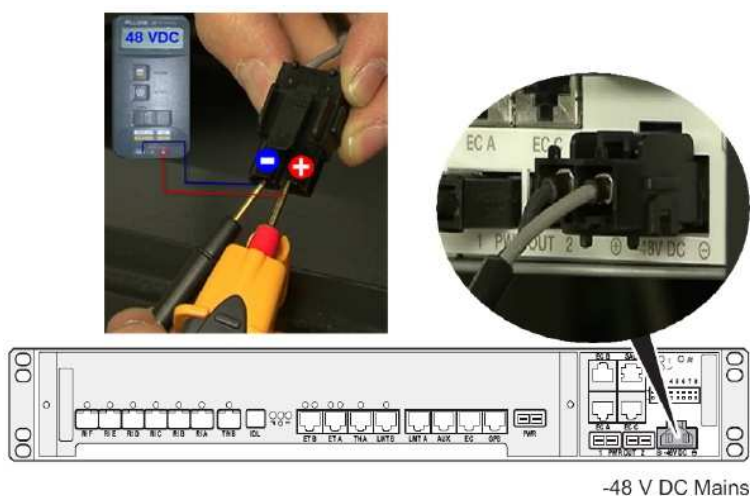


Figura 37. Interfaz alimentación -48 Vcc (RBS 6601) [9].

Además habrá que instalar otro cable que viene añadido en el suministrado del propio modelo de RBS, este cable se conecta para distribuir los -48V de la zona de distribución de alimentación de la MU hacia la zona de conectores de transmisión, O&M, etc.

Para la alimentación de las RRUWs ya hemos dicho que se empleará un fusible mínimo de 10 A y máximo de 32 A, y el cable empleado será manguera apantallada de sección $2 \times 10 \text{ mm}^2$ aunque el prensaestopa de la RRUW acepta cables de hasta 14 mm^2 . Para la conexión del cable de alimentación en la RRUW se retirará el prensaestopa que hay en la base de la RRUW para introducir el cable previamente pelado. Se extraerá el panel de conexión, representado en la Figura 38, para poder realizar la conexión en su interior. Igual que antes, la única precaución será asegurarnos que no se invierte la polaridad. Y una vez conexionado, se volverá a cerrar el panel y se colocará el prensaestopa apretándolo para que quede correctamente sellada la entrada.

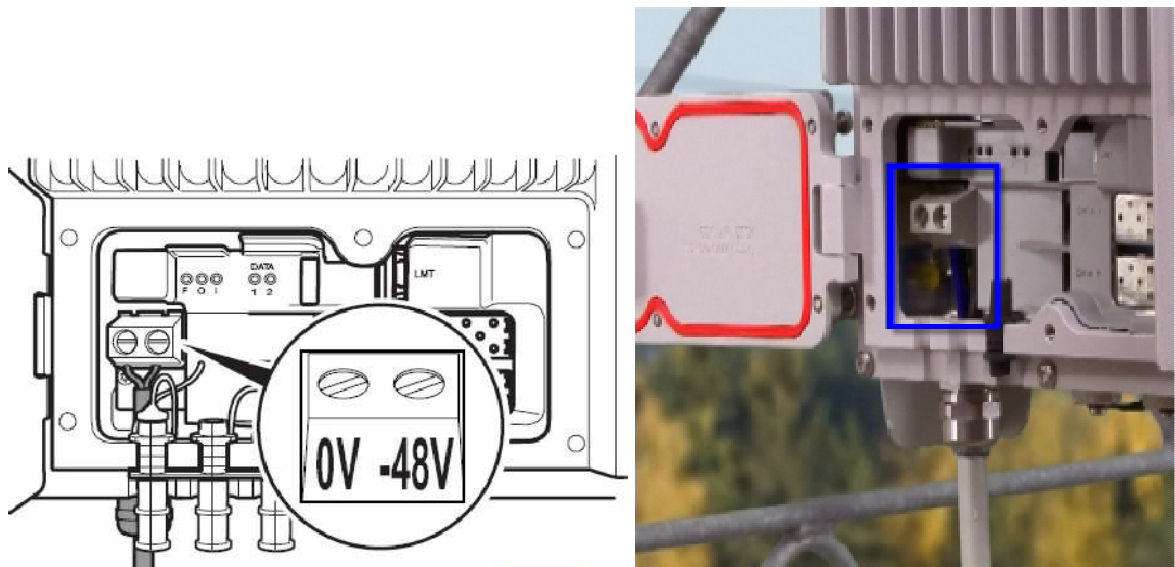


Figura 38. Conexión cable alimentación -48 Vcc en RRUW [8].

2.2.2.4. INSTALACIÓN DEL CABLE DE FO Y CABLE DE RF

De los tres bastidores de radio que empleamos para instalar UMTS 900 en las estaciones, este es el único que no emplea cable coaxial en su tirada principal de antenas a equipo. La conexión entre el equipo MU y las RRUW se hace a través de cable de FO. Más adelante explicaremos en el apartado 3.2.3 de este documento, los diferentes tipos de cable empleados.

Quedémonos ahora con los conceptos básicos para saber de dónde a dónde es el recorrido de la FO y sus puntos de conexión. Para conectar los cables de FO en la MU es necesario retirar primero los tapones protectores de los conectores de la tarjeta DU y los de las puntas del terminal LC del cable de FO. Luego se insertará un módulo SFP (Small Form Pluggable) de fibra multimodo en cada uno de los puertos de la MU donde se vayan a insertar los cables de FO, estos módulos convierten las señales eléctricas en señales ópticas que son las necesarias en este tipo de instalación. Según el número de sectores del sistema radiante, se emplearán los puertos ordenadamente (RI A (S1), RI B (S2), RI C (S3)...). Véase la secuencia de imágenes de la Figura 39 donde se muestra la instalación del cableado de FO en la MU.

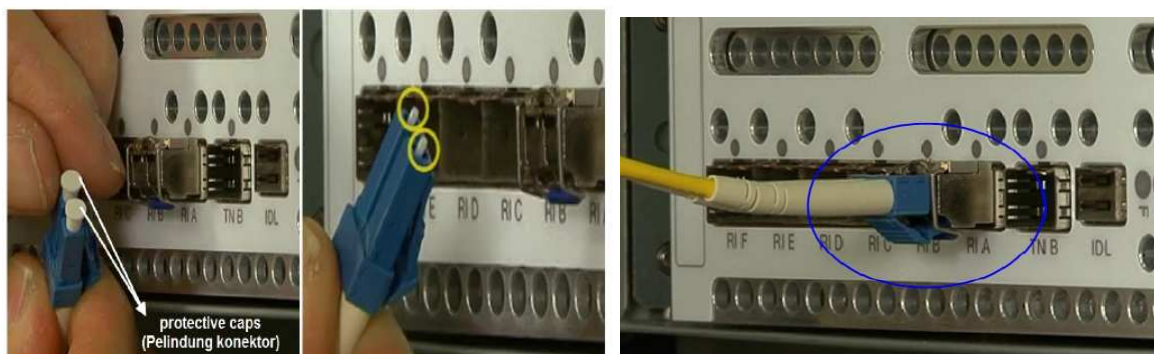


Figura 39. Conexión cable FO en RBS 6601 [9].

Para llevar los respectivos cables de FO desde la MU hasta las RRUW se rutearán sobre la escalerilla respetando siempre que no se curven demasiado. La bajada de cables de FO a la MU se realizará a través del rack de 19", fijándola en la cara exterior izquierda del rack con bridas plásticas y guiándose por las abrazaderas de presión que debería haber instaladas por ambos lados del rack. La FO irá unida a los cables de transmisión hasta llegar a la bandeja donde se apoya la MU, en esta bandeja se dejará el rollo sobrante de FO de cada sector, amarrado e identificado según la forma descrita en el apartado 3.2.3 de este documento.

Para conectar el cable FO a la RRUW seguimos un proceso, mostrado en imágenes en la Figura 40. Se instala dentro del panel de conexión de la RRUW, un módulo SPF (RDH 102 45/1) en el slot "Data 1" nombrado como (C) en la Figura 31. Luego, para introducir el cable de FO en el módulo hay que retirar la goma protectora de sellado de la entrada de cableado, preferentemente la del medio y cortarla por la mitad para permitir la entrada del cable. Retirada la goma, se introduce el cable a través de ella con cuidado para evitar que se dañe y se coloca nuevamente en su lugar. Por último se retira el protector del conector del cable de FO y se inserta en el módulo SPF conectado anteriormente.

Para terminar, se cerrará la tapa del panel de conexión de la RRUW atornillándola y se encintará la entrada de cableado de FO con cinta vulcanizada y posteriormente con cinta aislante negra.

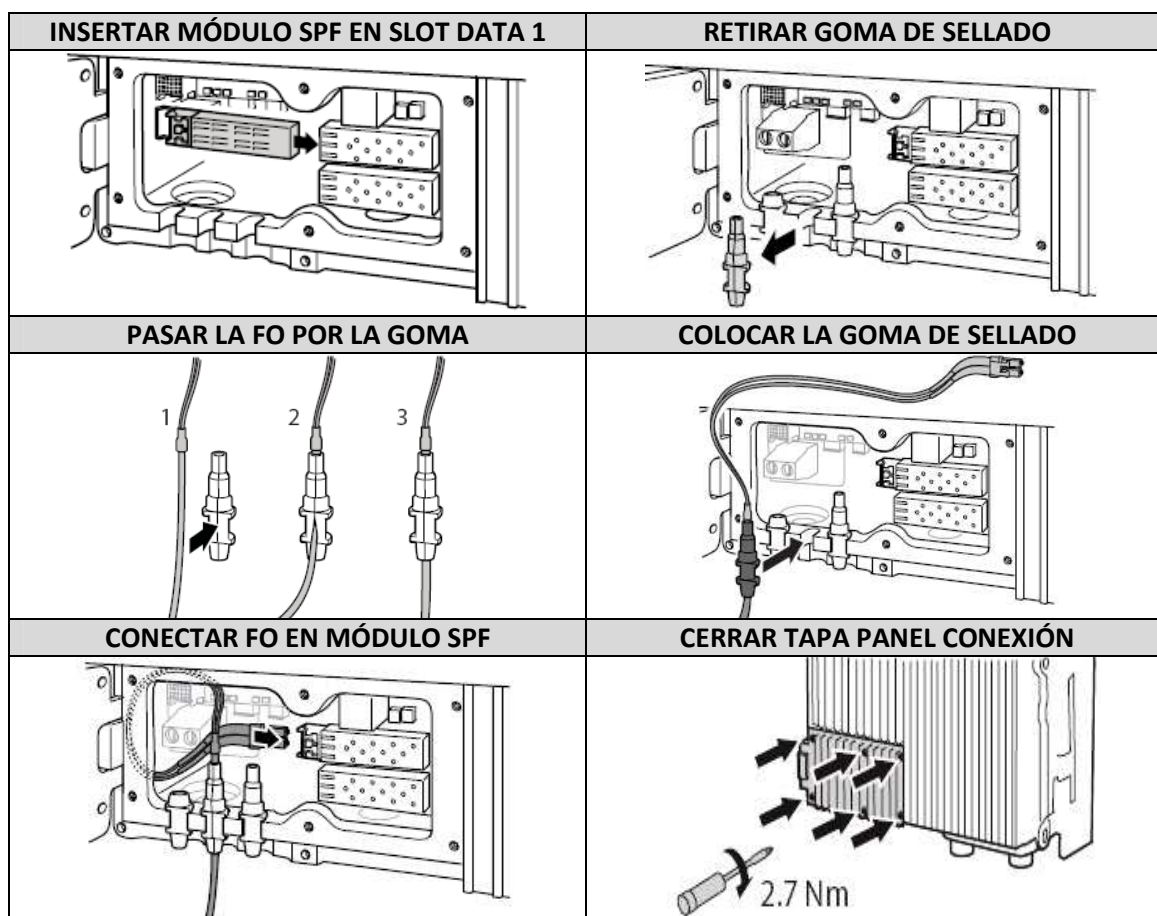


Figura 40. Conexión cable FO en RRUW [8].

Ahora bien, mediante el cable de FO dispondremos de la conexión equipo y RRUW pero nos quedará realizar la conexión RRUW y antena para que de esta forma queden equipo y antena interconectados.

Para la conexión de RRUW y antena se emplearán latiguillos de cable de 1/2" semirrígido, se explicarán más adelante en el apartado 3.2.3 los tipos de cableado para latiguillos. Nos ceñiremos a explicar meramente la conexión para lo que, se necesitará retirar los capuchones protectores de los conectores de RF de la RRUW, situados en su parte inferior. Se conectarán ahí los cables de RF A y B y se apretarán con llave dinamométrica. Una vez conectados, se encintarán igual que la FO es decir, con cinta vulcanizada y posteriormente con cinta aislante negra como protección. Ver Figura 41.

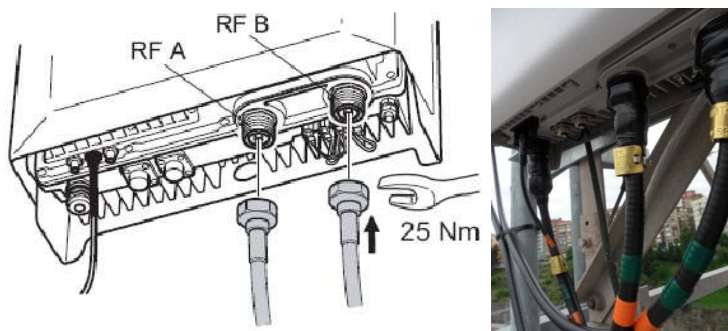


Figura 41. Conexión cables RF en RRUW [8].

2.2.2.5. INSTALACIÓN DEL CABLE DE TRANSMISIÓN

Las tres alternativas de transmisión que se emplean en el proyecto de implantación UMTS 900 van a ser siempre las mismas, independientemente del bastidor que se instale: transmisión E1 (2 Mb), Ethernet eléctrico y óptico. Ya se explicó en el apartado 2.2.1.5 de este documento los cables empleados en cada caso, su conexionado es completamente igual para el RBS 6601 con la salvedad que aquí los puertos de salida están en la tarjeta MU. Así que únicamente veamos en la Figura 42 la conexión correspondiente para cada una de las alternativas. Recordar que si se emplea transmisión por Ethernet óptica se empleará un nuevo módulo SPF que se colocará en el puerto TN B:

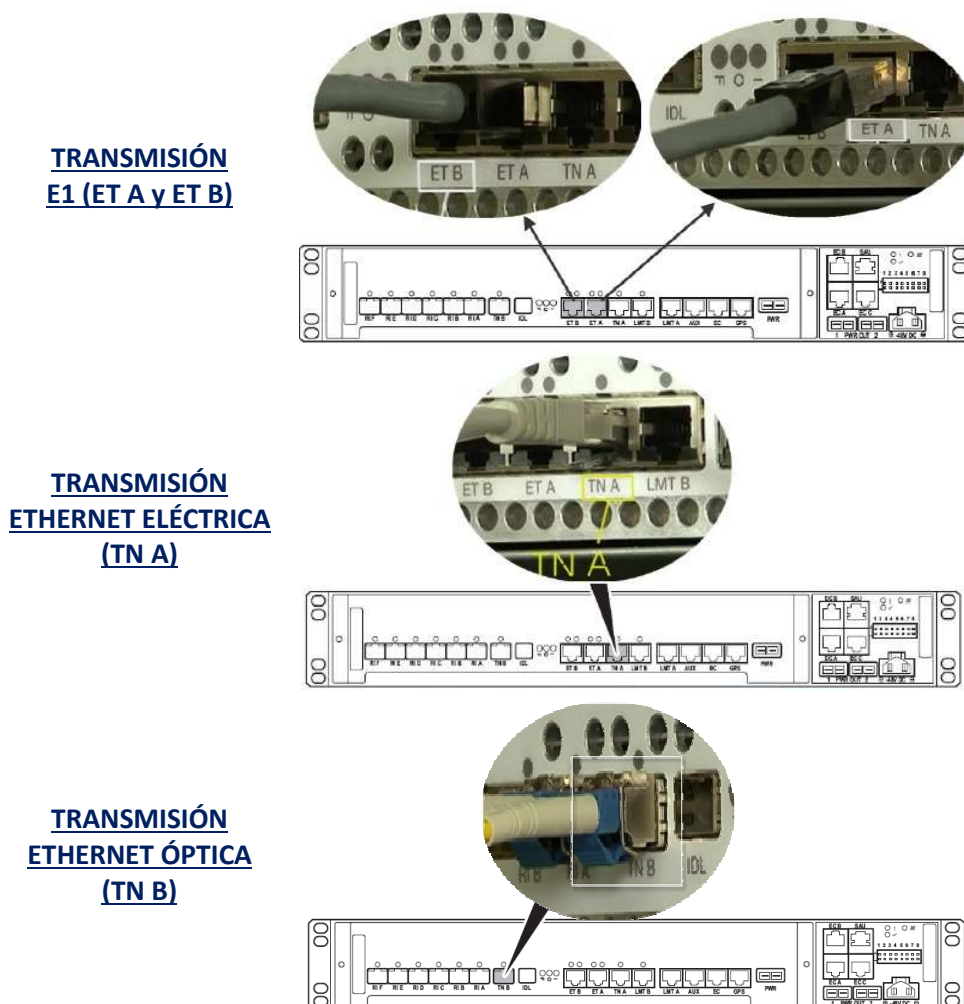


Figura 42. Puertos de transmisión en MU (RBS 6601) [7].

2.2.2.6. INSTALACIÓN DEL CABLE DE TIERRA

La conexión a tierra de la MU del RBS 6601 se encuentra en su parte posterior derecha, ver Figura 43, se sujetará el cable de tierra mediante tornillo y arandela debidamente apretados. La conexión a tierra se realiza con cable de tierra de 35 mm², exigencia de TME para este modelo de RBS y se llevará fijado en la pared con abrazaderas hasta llegar a unir en el anillo perimetral del emplazamiento o pletina.

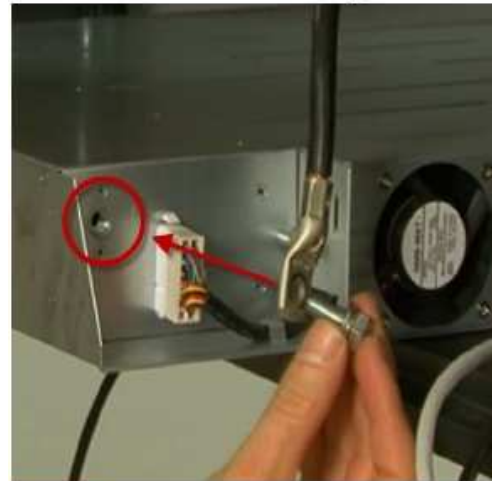
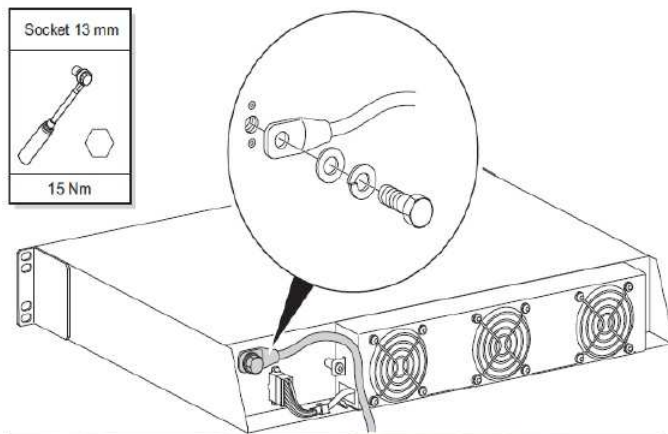


Figura 43. Conexión a tierra en la MU (RBS 6601) [8].

Respecto a la otra parte o elemento de esta instalación, la RRUW se conecta a tierra desde el tornillo de tierra que dispone en su parte inferior. Para su puesta a tierra se emplea cable de tierra desnudo de 35 mm² conectado a la red de tierras principal del emplazamiento. Ver Figura 44. Se necesitará un terminal de tierra de 35 para sujetar el cable al tornillo de puesta a tierra de la RRUW, sujetándolo mediante tuerca y arandela de métrica 8.

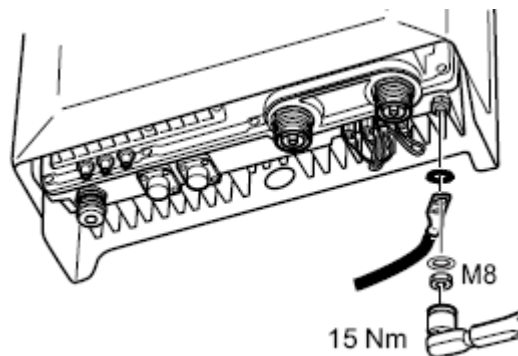


Figura 44. Conexión a tierra de la RRUW [8].

2.2.2.7. INSTALACIÓN DE LAS ALARMAS EXTERNAS

En el caso de tener que instalar las alarmas externas en el nodo B porque no hubiera equipo de radio GSM en el emplazamiento, se cablearán en el RBS 6601. Este equipo incorpora en su propia unidad principal MU un bornero que soporta hasta un máximo de 8 alarmas.

El bornero de la MU para la conexión de alarmas se encuentra en la parte derecha de su frontal, ver Figura 45, cada alarma está compuesta por dos hilos y siguen un orden de conexión.

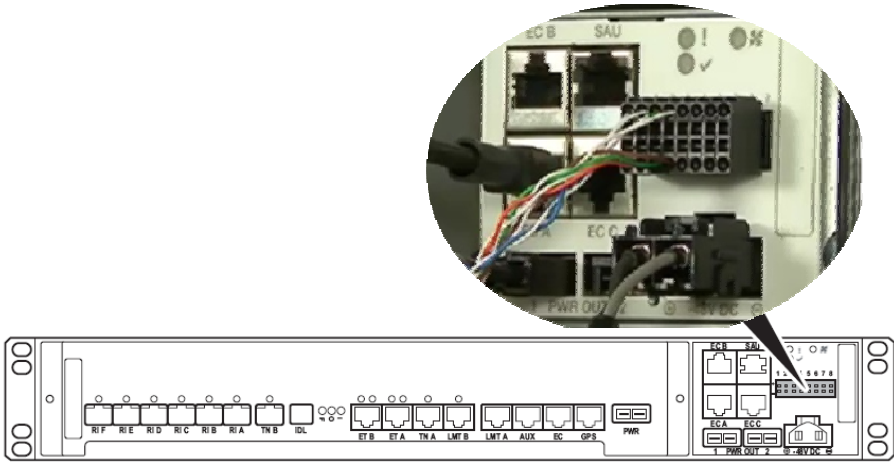
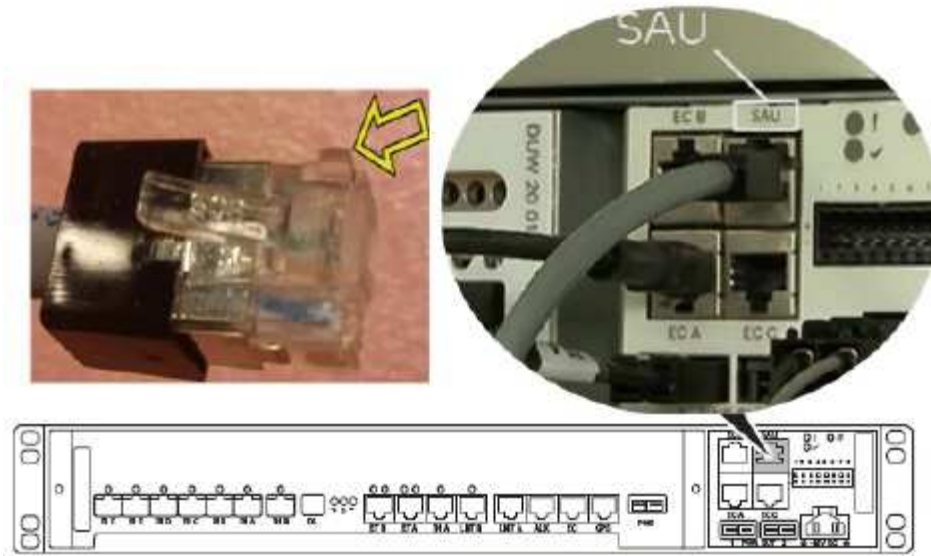


Figura 45. Bornero conexión Alarmas (RBS 6601) [8].

El orden de asignación de las alarmas para un RBS 6601 es el siguiente mostrado en la Tabla 8, acorde al protocolo de TME, “PPA-46:

CONECTOR ALARMAS	RBS 6601	REGLETA AUXIO	NOMBRE DE ALARMA
ENTRADA1	1	14A-14B	F.DISY.GEN.COR.ALT.
ENTRADA2	2	14C-14D	A.A.FGENERAL/ALT.TEMP
ENTRADA3	3	15A-15B	VIGÍA RED
ENTRADA4	4	15C-15D	A1-C.FUERZA
ENTRADA5	5	16A-16B	F.NO URG./A2 C.F
ENTRADA6	6	16C-16D	BALI.,F. DE CÉLULA
ENTRADA7	7	17A-17B	BALI.,F. GENERAL
ENTRADA8	8	17C-17D	PROT.SOBRETENSION

Tabla 8. Asignación Alarmas RBS 6601 [8].



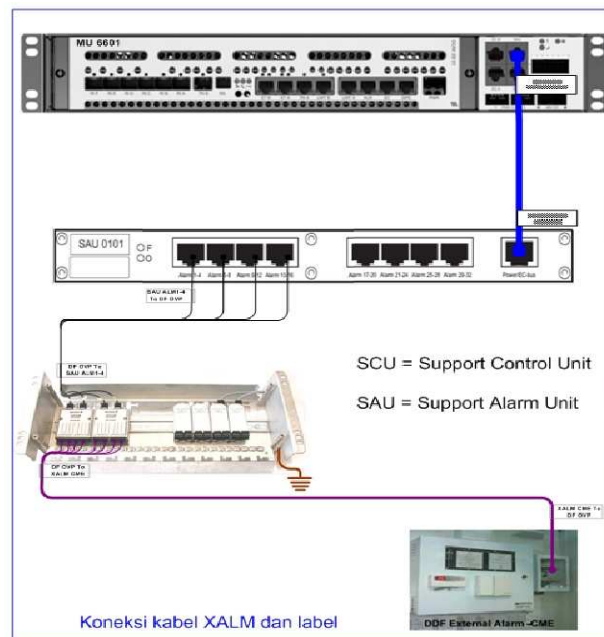


Figura 47. Esquema completo conexión Alarmas Externas RBS 6601 [9].

2.2.3. RBS6102 (OUTDOOR)

El equipo de radio de Ericsson RBS6102 es el modelo macro compacto de exteriores. Este equipo es un bastidor universal que como los otros, puede ir equipado con tarjetas DU y RU de cualquiera de las tecnologías con las que opera Telefónica: GSM, DCS y UMTS, también está preparado para la red LTE. Puede albergar varias de las tecnologías nombradas a la vez en el mismo bastidor, con una potencia de salida de hasta 60 W. Se muestra a continuación en la Figura 48 su estructura completa.



Figura 48. Estructura del Bastidor de Radio RBS 6102 [10].

Las características técnicas del bastidor son las que se muestran a continuación en la Tabla 9:

Dimensiones (ancho x profundo x alto):	1.300x700x1.450
Alimentación:	220 Vca monofásica 380 Vcc trifásica -48 Vcc
Peso:	330 kg sin baterías 472,5 kg con una rama de baterías
Rango de temperaturas (con heater):	-33/+45°C (ambiente) +5°C/+55°C (interior cabina)
Disipación de calor máxima:	5.900 W

Tabla 9. Características RBS 6102.

Para acceder al interior de este bastidor se necesita una llave apropiada a su cerradura. Es el único de los bastidores tratados que precisa de un sistema de cierre como este, debido a que se ubica en intemperie y eso requiere una mayor protección tanto por las inclemencias meteorológicas que pueden dañar su interior como también, por la posible manipulación de personal ajeno a la instalación. El sistema de cierre está formado por los siguientes componentes mostrados en la Figura 49, el cajetín cilíndrico alberga a su vez un cilindro en su interior que se extrae mediante una llave tesa. Una vez extraído se introduce una llave en forma de palanca en el interior del cilindro y se hace girar a izquierdas consiguiendo así abrir la puerta del bastidor.

Cuando se vaya a efectuar el cierre del bastidor, hay que asegurarse que todos los cables o elementos del interior estén correctamente posicionados para evitar dañarlos. El sistema de cierre (llave y palanca de tubo) es proporcionado por Ericsson con el propio bastidor y ha de ser devuelto una vez se complete la instalación.

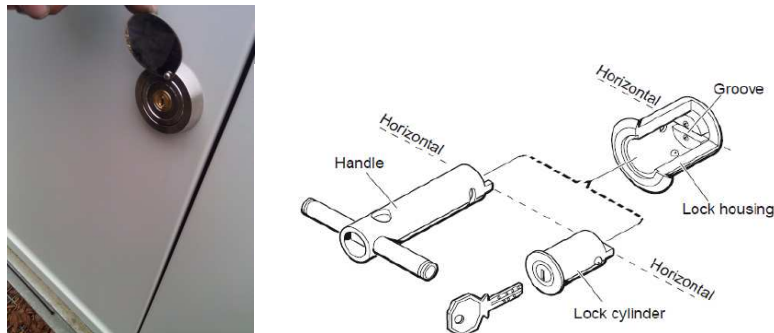


Figura 49. Sistema de cierre de un RBS 6102 [10].

En el marco superior de la puerta hay unos sensores que detectan si la puerta está correctamente cerrada, estos sensores van conectados al sistema de alarmas del equipo de manera que desde remoto puedan detectar si se ha abierto el equipo y si se ha cerrado correctamente al terminar los trabajos. Es importante que el bastidor quede cerrado completamente para evitar la entrada de agua puesto que produciría daños en el interior del equipo.

2.2.3.1. ESTRUCTURA INTERNA DEL BASTIDOR

A continuación se muestra la estructura interna completa del bastidor de radio RBS 6102. La distribución interna de los elementos en su interior no tiene porqué ser siempre la misma salvo la de los elementos o tarjetas que ya vienen instaladas de fábrica. Para poder comentar cada una de las unidades que lo componen, se identifican a continuación en la Figura 50:

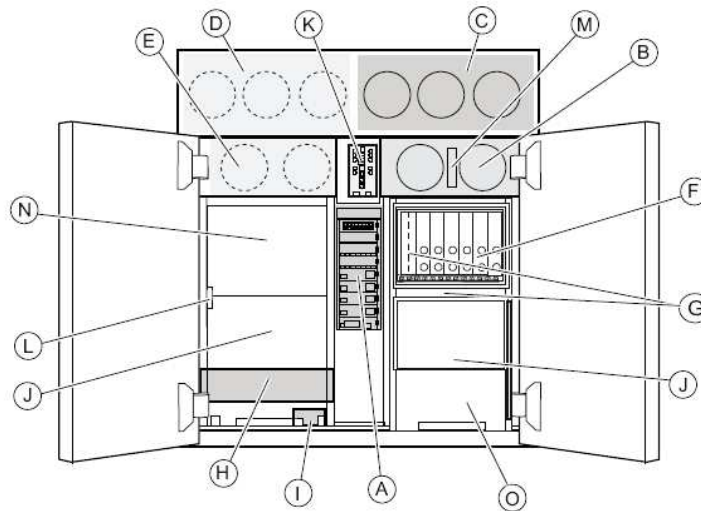


Figura 50. Unidades de un RBS 6102 [12].

Las letras de la Figura 50, señalan las siguientes unidades:

- A. *Subrack* de alimentación. Incluye los siguientes elementos: Unidad de distribución (PDU), Unidad de conexión (SHU), Unidad de alimentación - rectificadores (PSU) y el Fusible de batería (BFU).
- B. Unidad de ventiladores interna
- C. Unidad de ventiladores externa.
- D. Unidad de ventiladores externa (opcional)
- E. Unidad de ventiladores interna (opcional)
- F. Unidad radio (RU)
- G. Unidad digital (DU)
- H. Unidad de conexión de corriente alterna (PCU AC)
- I. Filtro de conexión de la alimentación(PCF)
- J. Espacio para equipos de transmisión o para baterías (opcional)
- K. Unidad de Control (SCU)
- L. Unidad de Alarmas Externas(SAU)
- M. Calentador (*Heater*)
- N. Espacio para un *subrack* de radio o para baterías
- O. Espacio para equipos de transmisión

En este Equipo de Radio las entradas de cables se encuentran por debajo del bastidor, véanse las entradas en la siguiente imagen de la Figura 51. Recordemos que este bastidor es un equipo para intemperie y que en el tipo de emplazamiento donde se colocan, no van a existir paredes por donde realizar el recorrido ordenado de cables hasta llegar al bastidor, como ocurre en una Estación Base con caseta.

En este caso la entrada de cables al bastidor tiene lugar por debajo del mismo, puesto que el recorrido de cables suele llegar desde la torre por el suelo ordenado y protegido en tramex o rejiband.

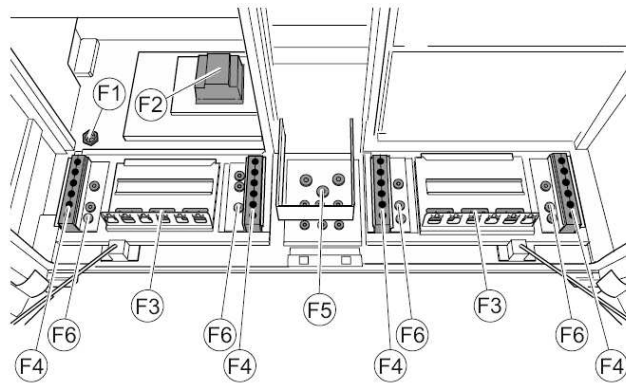


Figura 51. Entradas de cables (RBS 6102) [12].

- F1. Entrada cables de corriente alterna (AC)
- F2. Entradas cables de corriente continua (CC)
- F3. Entrada cables a OVP de cables de alarmas externas
- F4. Entradas cables RF
- F5. Entradas de cables Transmisión (RTM)
- F6. Entradas adicionales para cables de otros bastidores

2.2.3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES BÁSICAS DE UN RBS6102

Como el resto de nodos de la familia RBS 6000, el principal elemento es el Estante de Radio formado por unidades de radio (RU) y unidades digitales (DU), pudiendo ser hasta un máximo de 6 RU por DU instalada. Las principales funciones de cada unidad son:

- **Unidad Digital (DU):** Esta unidad contiene los elementos de la banda base, la conexión de los medios de transmisión (E1 y Ethernet), la unidad principal de interconexión con las RU y las unidades digitales. Tal y como se ha comentado anteriormente, la familia RBS6000 puede soportar diferentes tecnologías, por lo que dependiendo del estándar, la DU tiene un nombre u otro:

- **DUG** para GSM/DCS, con una DUG se pueden controlar hasta 12 portadoras
- **DUL** para el futuro sistema LTE
- **DUW** para UMTS (WCDMA), existen tres versiones mostradas a continuación en la Tabla 10, todas ellas tienen la misma capacidad, tamaño e interfaces, la única diferencia es la capacidad de banda-base es decir número de elementos de canal. En nuestro caso, tratándose de UMTS 900, este es el tipo de tarjeta que se va a emplear y el modelo vendrá suministrado por Ericsson para cada emplazamiento alternándose entre el DUW 20 y DUW 30.

CONFIGURACIÓN	DUW 30	DUW 20	DUW 10
Celdas por DUW	6	6	6
Elementos Canal (Downlink/Uplink)	768 DL 512 UL	384 DL 384 UL	128 DL 128 UL
Velocidad Codificación	30	90	90

Tabla 10. Modelos Unidad Digital de Radio para UMTS [12].

La capacidad de banda-base, tanto en el *uplink* como en el *downlink*, se controla mediante códigos de activación, esto no son más que licencias de software que permiten activar la capacidad en el nodo de forma flexible sin necesidad de tener que ampliar el hardware. Para que nos hagamos una idea de lo que estamos hablando, por ejemplo mediante códigos se puede aumentar la potencia de salida de una RU de 20 W a 40 W, o se puede aumentar el número de elementos por canal en el *downlink* y en el *uplink*, la velocidad de sincronismo, etc. Así que las tres versiones de DUW vienen a resultar un único modelo que está manipulado por software.

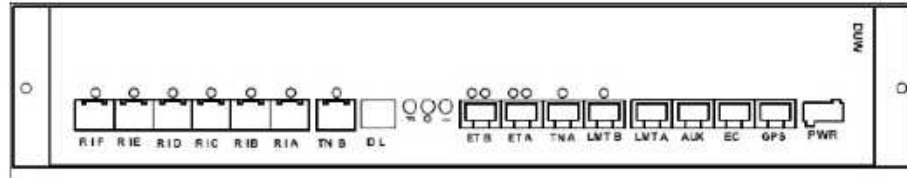
En el caso de querer ampliar el número de celdas por nodo es necesario instalar una segunda DUW, esto no es ampliable por software, siendo un máximo de 6 para las tres versiones.

Resumiendo, las principales funciones de la DUW son:

- Procesamiento de la señal banda-base (BB) en sentido *uplink*
- Procesamiento de la señal banda-base (BB) en sentido *downlink*
- Gestión del tráfico ATM (Modo de transferencia asíncrona)
- Gestión del tráfico IP
- Interfaz de radio
- Gestión de transmisión
- Funciones de sincronismo
- Gestión software

La DUW 20 es el único modelo que presenta un par de versiones diferentes y en ellas, lo único que difiere es el marcaje de su frontal, se muestran las dos estructuras en la siguiente Figura 52. Estos modelos vienen a ser exactamente los mismos que se instalan en el equipo RBS 6201 compacto de interior.

VERSIÓN 1



VERSIÓN 2

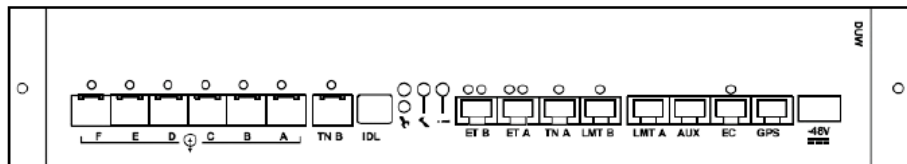


Figura 52. Versiones de la estructura de una tarjeta DUW 20 [12].

De los interfaces que presenta una DUW hay tres únicamente ópticos dispuestos aproximadamente en el medio de la tarjeta. Estos tres son y representan lo siguiente:

[! o I]: Fallo. Indicador óptico, rojo.

[✓ o O]: Operación. Indicador óptico, verde.

[🔧 o F]: Mantenimiento. Indicador óptico, amarillo (versión 1) y azul (versión 2).

El resto se irán explicando en los sucesivos apartados, según se vaya tratando su conexión o utilidad.

- **Unidad de Radio (RU):** Es la unidad de radio, la portadora, y donde se realiza la conexión de los cables de RF. Una RU puede soportar hasta 4 portadoras siendo la configuración mínima con una portadora. Hay distintos tipos de RU, dependerán del sistema y de la frecuencia:

- **RUG:** portadoras de GSM, dos portadoras de 30 W o 3 de 20 W o 4 de 15 W, dependiendo de la banda se tiene la RUG900 y la RUG1800. Estas RU sólo pueden colgar de una DUG10.
- **RUL:** Portadora de LTE, según la banda que se asigne tendrá su versión.

- **RUS:** Portadora multiestandar, esto es, en la frecuencia de la portadora se puede escoger la banda de trabajo por software. Si se tiene una RUS900 trabajando en GSM900, se puede pasar a UMTS900 sin cambiar el hardware, sólo hay que desconectarla de la DUG y conectarla a una DUW. Si se utiliza RUS en GSM/DCS sólo puede colgar de una DUG20.
- **RUW:** portadora para WCDMA UMTS, dos portadoras de 30 W o una de 60 W, dependiendo de la banda se tiene la RUW900 y la RUW2100.

Nosotros empleamos normalmente en la implantación del sistema UMTS 900 la unidad RUW. En transmisión, la RUW recibe la señal digital banda-base de la DUW, la convierte en analógica de radio, la amplifica, filtra y la envía a las antenas. Y en recepción opera al revés es decir, recibe la señal desde las antenas y la convierte en señal digital que envía hacia la DUW.

El hardware de la RUW-01 está preparado para manejar hasta 4 portadoras, siendo la configuración mínima una portadora. Para aumentar el número de portadoras es necesario activar licencias de software. La potencia máxima de una RUW es de 60 W si cuenta con una sola portadora, en caso de tener más de una portadora por sector, la potencia máxima se divide en partes iguales entre el número de portadoras.

Ya hemos mencionado anteriormente que una DUW puede tener conectadas hasta 6 RUW. Cada unidad de radio tiene un par de bocas de entrada nombradas como A (la superior) y la B (la inferior) donde se conectan los cables de RF procedentes de antenas, las portadoras transmiten por la boca A (TRXA), además por esta misma boca se obtiene la recepción (RXA). La boca B es para diversidad en recepción (RXB), exactamente igual que en el equipo de radio RBS 6201 compacto del que hablamos anteriormente.

En la Figura 53 se muestra un ejemplo de instalación de estas dos unidades DUW y RUWs en el RBS 6102. Si nos fijamos en la imagen de la izquierda se muestra la disposición que tendría el estante de radio con capacidad completa (1 DUW y 6 RUWs) y si miramos la fotografía de la derecha, podemos visualizar la forma de alternar la disposición de las RUWs cuando se emplea tan sólo una RUW por sector.

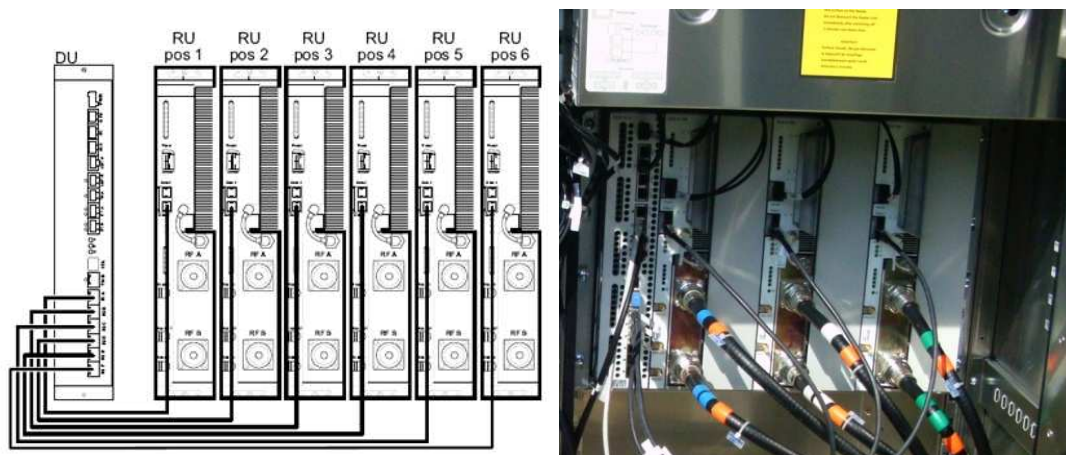


Figura 53. DUW + Rus (RBS 6102) [12].

Enumeremos ahora las unidades de alimentación que lleva integradas en su estructura un RBS 6102. Recordemos que es un equipo que puede alimentarse en alterna y en continua. En la Figura 54 se pueden distinguir las diferentes unidades que vamos a tratar a continuación:

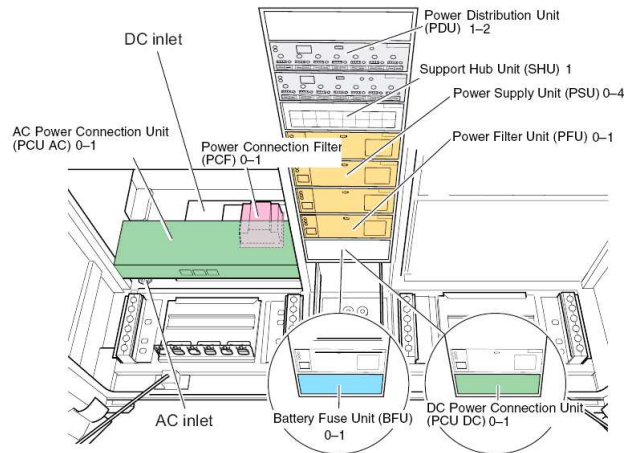


Figura 54. Unidades de Alimentación de un RBS 6102 [12].

- **Unidad Distribución de Potencia (PDU):** Se encarga de distribuir los -48Vcc a las demás unidades del bastidor; puede estar equipado por 1 o 2 unidades. Ver Figura 55.

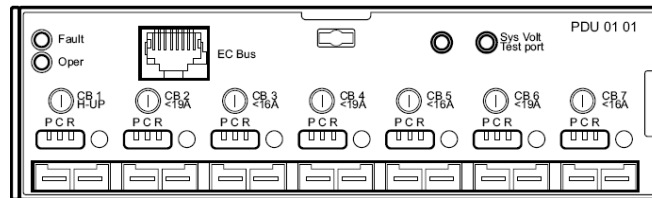


Figura 55. PDU (RBS 6102) [12].

- **Unidad soporte HUB (SHU):** Gestiona la comunicación y el control de las diferentes unidades del sistema de alimentación mediante los 16 puertos que la componen, hace la función de HUB. El bastidor va equipado con una unidad, modelo SHU 01 01 para equipos de intemperie. Puede verse una ilustración de su estructura en la Figura 56 mostrada a continuación.

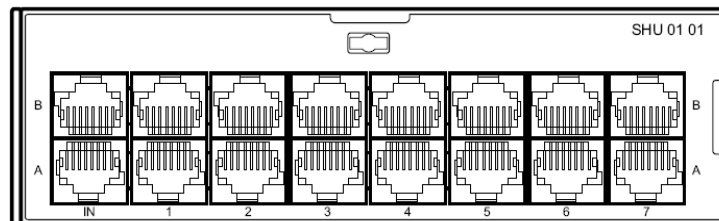


Figura 56. SHU 01 01 (RBS 6102) [12].

La conexión de las unidades de alimentación en los puertos del SHU no puede realizarse de forma aleatoria, se muestra a continuación en la Tabla 11 el orden que se ha de seguir para este modelo:

Puertos Fila A	Utilizado por	Puertos Fila B	Utilizado por
A IN	Entrada ppal./CBU1/DU	B IN	SIN USO
A1	SCU	B1	DU
A2	PDU 1	B2	PDU 2
A3	PSU 1	B3	PSU2
A4	PSU 3	B4	PSU 4
A5	DU	B5	BFU/SCU
A6	DU	B6	PSU 5
A7	DU	B7	PDU 3

Tabla 11. Conexión en SHU 01 01 [12].

- **Unidad Suministro Alimentación (PSU):** Es el rectificador que convierte la tensión de entrada a la tensión de trabajo del bastidor, comúnmente hablamos de transformar los 220 Vca a -48 Vcc. El bastidor puede ir equipado de 0 a 4 unidades. Si la alimentación de la estación base es en continua a -48Vcc (que no resulta lo habitual en una estación de intemperie) no serán necesarias las PSUs. Lo más común es que el bastidor RBS 6102 venga equipado con 3 PSU y que la alimentación en las BTS sea de 220 Vca proveniente de un cuadro de alterna de intemperie. Ver a continuación en la Figura 57 su estructura.

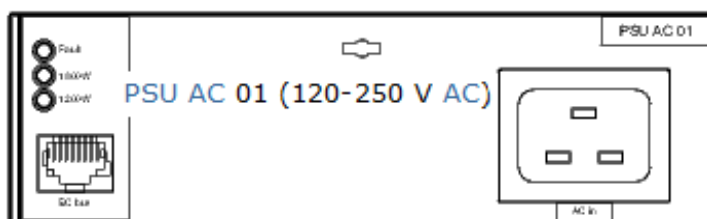


Figura 57. PSU AC 01 (RBS 6102) [12].

- **Unidad Filtro Alimentación (PFU):** Cuando el bastidor se alimenta a -48Vcc esta unidad se encarga de estabilizar la tensión de entrada. En el caso de que el bastidor de radio se alimente en alterna, no se utilizará esta unidad. Se muestra su estructura en la Figura 58 mostrada a continuación.

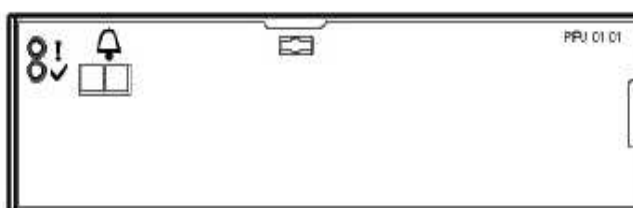


Figura 58. PFU 01 01 (RBS 6102) [12].

- **Conexión Filtro Alimentación (PCF):** En un emplazamiento con conexión en continua, sirve para la conexión a -48Vcc o también, para la alimentación AC externa a la RBS. En un emplazamiento con alimentación en alterna sería el interfaz de conexión con una batería externa. Ver estructura en la Figura 59.

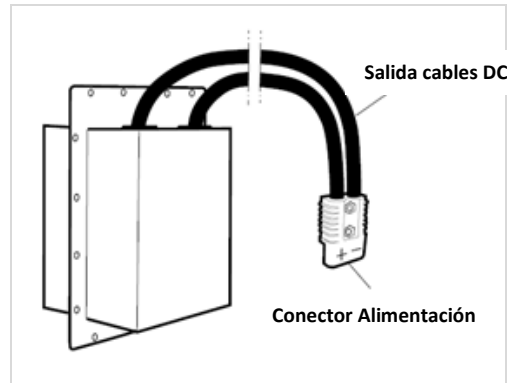


Figura 59. PCF (RBS 6102) [12].

- **Unidad Fusible Baterías (BFU):** Encargada de supervisar, conectar y desconectar el string de baterías del sistema. El RBS 6102 siempre que se alimente en alterna cuenta al menos con una bancada de baterías en su interior y, si no es el caso no se instala esta unidad. Ver estructura en Figura 60.

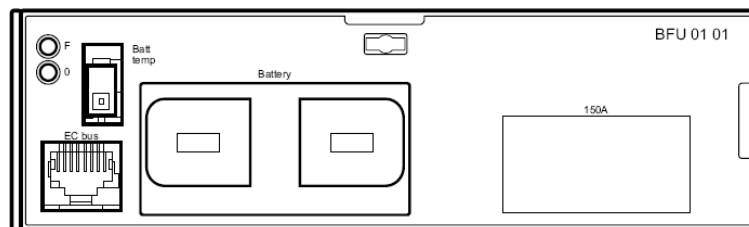


Figura 60. BFU 01 01 (RBS 6102) [12].

- **Unidad de conexión de Alimentación AC (PCU AC):** Conecta la alimentación de entrada en alterna a las PSUs. Ver estructura en Figura 61.

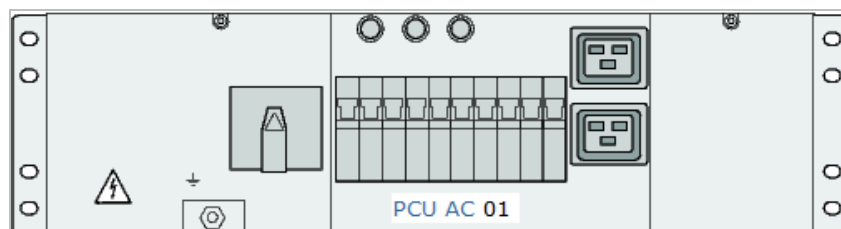


Figura 61. PCU AC 01 (RBS 6102) [12].

- **Unidad de conexión de Alimentación DC (PCU DC):** Conecta la alimentación de entrada -48Vcc a las PFU. No se instala con alimentación en alterna. Se aloja en el mismo hueco que la BFU de modo que, si se alimenta en continua estará esta y si lo hace en alterna se alojará la BFU. Su estructura es similar a la PCU AC. Con esta última se acaban de describir todas las unidades de alimentación de un RBS 6102, nos falta nombrar la unidad de control SCU. Esta como ocurría en el otro modelo de bastidor macro, se encarga de controlar la unidad de climatización de la RBS e incluso de regular la velocidad de ventilación, controla el detector de humos, las alarmas externas, la luz del interior, la temperatura exterior y el calentador.

Nombradas ya todas las unidades de alimentación que puede tener instaladas un RBS 6102 en su interior y conociendo algo más de la SCU, veamos un esquema de conexionado de todas ellas en la siguiente Figura 62:

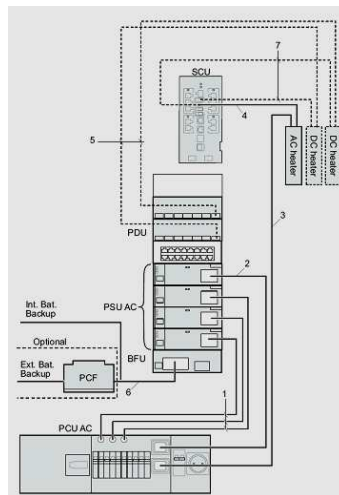


Figura 62. Conexión unidades Alimentación, situación alimentación alterna (RBS 6102) [12].

- 1-Alimentación PSUs AC (todas menos la principal) en PCU AC (distribución Alimentación alterna)
- 2-Alimentación PSU AC principal en PCU AC
- 3-Alimentación alterna del calentador
- 4-Conexión para el control del calentador AC
- 5-Alimentación continua de -48V del calentador DC
- 6- Conexión del interfaz de baterías con el fusible baterías (en alimentación alterna)
- 7- Conexión para el control del calentador DC

2.2.3.3. INSTALACIÓN DEL EQUIPO RBS 6102

Como cualquier equipo de exterior, el RBS 6102 según normativa de TME debe ser instalado sobre una bancada con patas. En la siguiente Figura 63 se muestran las dimensiones de la base del equipo siendo 1300 mm de ancho por 700 mm de fondo. El bastidor solo tiene acceso por su frontal y la entrada de cables como ya se ha comentado se hará por la parte inferior del bastidor. Por ello antes de instalar el bastidor en el emplazamiento, deben haberse preparado las canalizaciones necesarias para los cableados externos.

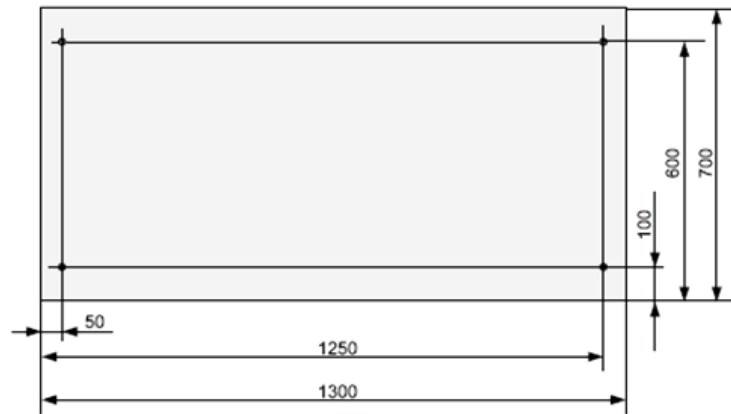


Figura 63. Dimensiones del bastidor RBS 6102 [12].

En replanteo de obra se han de realizar las medidas oportunas del recinto donde van a ser ubicados los diferentes elementos de la instalación para que luego no existan problemas de espacio; sería un auténtico desastre llevar un equipo de esta envergadura hasta el emplazamiento y luego percatarse de que no coge. Se recomienda que se deje un espacio libre de 700 mm por delante del equipo para abrir completamente las puertas y dejar 200 mm libres por su trasera. Se muestran a continuación en la Figura 64, las distancias adecuadas de separación del bastidor y de las baterías según el fabricante.

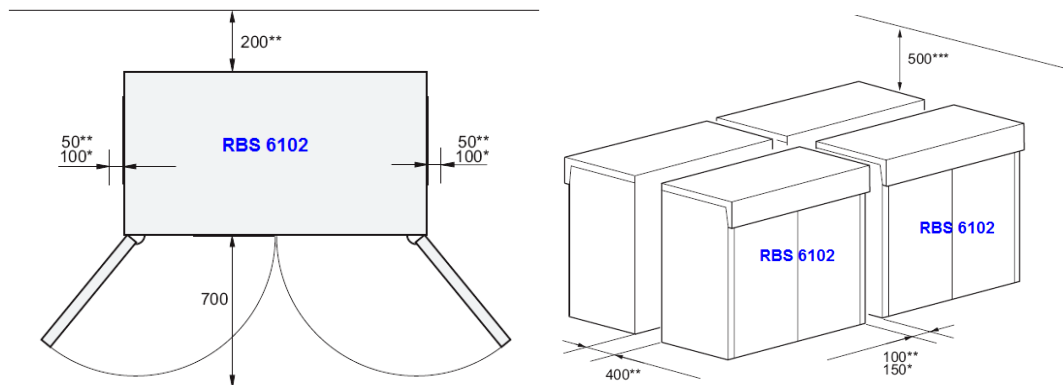


Figura 64. Márgenes de distancia recomendados para un RBS6102 [6].

Siendo la descripción de:

* = requisitos de espacio de zona de terremoto

** = requisito de espacio para las condiciones climáticas

*** = requisito de espacio para mantenimiento

El equipo pesa 330 Kg con configuración máxima y sin baterías. Se necesita una grúa que cumpla con las regulaciones locales para izar el bastidor y posicionarlo adecuadamente sobre la bancada. En las cuatro esquinas de la parte superior del equipo están los puntos para instalación de las argollas de elevación de la cabina. Se utilizarán correas de elevación para anclarlas en las argollas y que la grúa pueda elevar el equipo. Se muestra en la Figura 65 la forma de elevación del equipo y los puntos de anclaje de la base a la bancada.

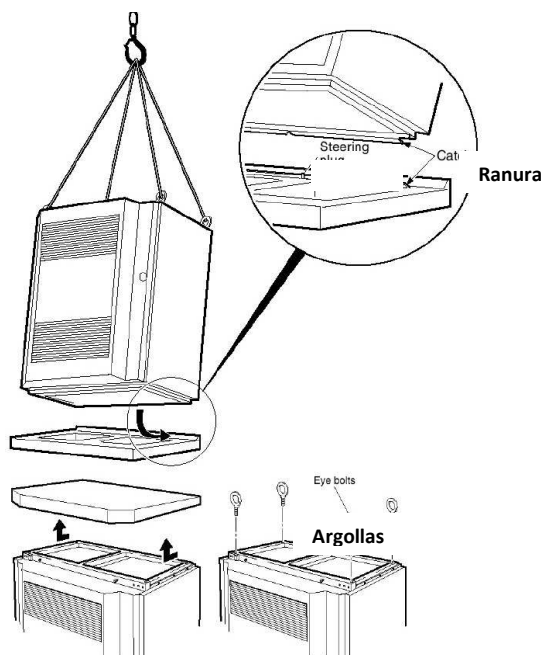


Figura 65. Instalación Argollas de Elevación y puntos de anclaje de un RBS6102 [12].

Aunque resulte obvio es importante una vez anclado el bastidor a la bancada, comprobar mediante un nivel que la RBS está perfectamente nivelada. Una fabricación deficiente de la propia bancada o una mala nivelación del bastidor sobre la misma pueden suponer que las puertas del bastidor no cierren correctamente.

El sistema de alarmas del bastidor, como veremos posteriormente, detecta un inadecuado cierre en sus puertas para evitar que no quede herméticamente cerrado y, las inclemencias meteorológicas puedan afectar al interior del bastidor.

2.2.3.4. INSTALACIÓN CABLEADO DE ALIMENTACIÓN

-ALIMENTACIÓN ALTERNA:

El RBS 6102 compacto de intemperie puede ser alimentado en corriente alterna ya sea monofásica o trifásica, rango de voltajes expuestos en la Tabla 12:

Rango de voltaje (Vca)	Fases
200 – 250	monofásica
108 - 275 (rango de una fase)	trifásica

Tabla 12. Rango de Voltaje Alimentación Alterna [12].

El fabricante de estos bastidores siempre recomienda que para 3 PSU con calentador se alimente el equipo como se haría si tuviera 4 PSU sin calentador es decir, desde un interruptor magnetotérmico bipolar de 50 A y cable de 16 mm² en monofásica y de un interruptor magnetotérmico tetrapolar de 30/35 A en trifásica y cable de 10 mm². En la Tabla 13 que se muestra a continuación están los valores en Amperios que especifica Ericsson para cada caso:

Rango de Voltaje (Vca)	3x PSU sin calentador	3x PSU con calentador	4x PSU sin calentador	4x PSU con calentador
180-275 V AC. Monofásica	40	50	50	60/63
108-275 V AC. Trifásica	15/16	30/35	30/35	30/35

Tabla 13. Correspondencia Interruptores de alimentación [12].

Los disyuntores desde los que alimentar el bastidor se encuentran en los cuadros de baja tensión CGBT que se ubican junto al equipo. Para la instalación del cable del equipo se seguirá lo especificado en la norma RA.0016 [11].

La entrada del cable de alimentación se hace por debajo del bastidor, en su lado izquierdo entrando al interior del bastidor por el prensaestopa marcado como F1 en la Figura 66:

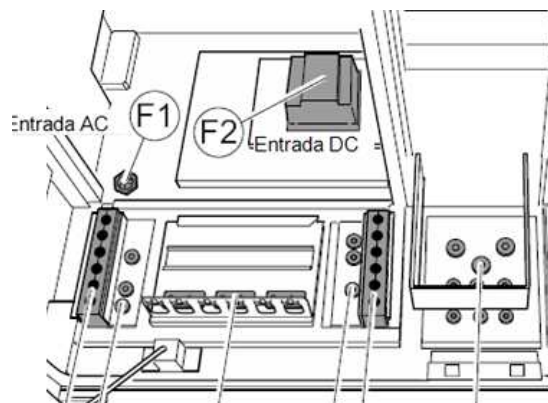


Figura 66. Entrada Cable de Alimentación AC RBS6102 [12].

La conexión de la alimentación exterior alterna en el bastidor se realiza en la PCU AC como ya hemos dicho en repetidas ocasiones, mostramos de nuevo en la Figura 67 una imagen de la PCU AC desde otra perspectiva para el visionado de su interior, donde se realiza la conexión del cable de alimentación AC.

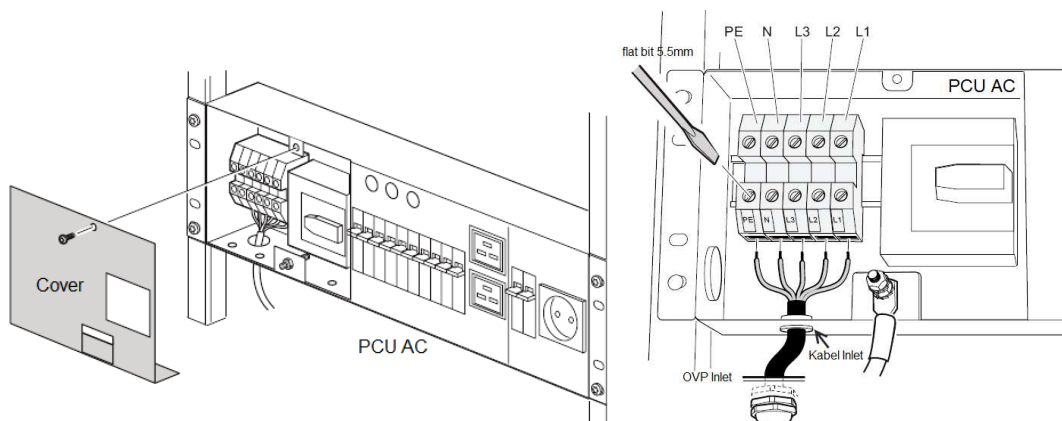


Figura 67. Conexión Alimentación exterior en PCU AC (RBS 6102) [6].

Para modificar la unidad PCU AC según la corriente entrante sea monofásica o trifásica, la unidad dispone de unos puentes en el protector de sobrecorrientes que se modifican según la configuración. Sin darle mayor importancia a lo dicho puesto que, únicamente consistirá en seguir un esquema de conexión en los puentes que dependerá del fabricante y será proporcionado por el mismo. De partida van a venir siempre configurados para corriente monofásica y si necesitamos modificarlo habrá que realizar el puenteo.

Lo último que decir de esta unidad es que además cuenta con un enchufe desde el que podemos conectar nuestros instrumentos de medida o trabajo, ya sea por ejemplo un portátil. Los CGBT cuentan también con al menos uno pero en ocasiones la distancia al equipo es demasiado alejada y es preferible emplear el del propio bastidor de radio.

Generalizando la situación para los tres bastidores que instalamos para alojar esta nueva tecnología UMTS 900, puede suceder que sea imposible instalar la alimentación con la sección de cable y el disyuntor definido según fabricante. TME nos pide siempre alimentar desde el disyuntor de calibre exigido para una máxima capacidad en el equipo aunque no sea la situación, con esto consiguen disponer de la alimentación adecuada aún después de realizar ampliaciones en el mismo. En los casos que no se pueda cumplir, TME permite instalar la alimentación con lo que se disponga de acuerdo con las tablas anteriormente expuestas en cada uno de los apartados de alimentación de cada bastidor, colocando un cartel bien visible en el interior del bastidor o junto a él, siempre sin entorpecer el flujo de aire interno del bastidor e informando de la limitación en la alimentación.

CAPACIDAD DEL EQUIPO LIMITADO POR LA ALIMENTACIÓN A XX RU

XX será el número máximo de RU de acuerdo al disyuntor de XX del que se alimenta, acorde a esta tabla y estos consumos:

Para (valor alimentación):

Como una imagen vale más que mil palabras, veamos a continuación en la Figura 68, un ejemplo de hoja de limitación de RUS colocada en la puerta de uno de los bastidores de radio.

**CAPACIDAD DEL EQUIPO LIMITADO
POR LA ALIMENTACIÓN A 9 RU**

9 será el número máximo de RU de acuerdo al disyuntor de **125 A** del que se alimenta, de acuerdo a esta tabla y a estos consumos:

Para -48Vcc:

DC Mains	Number of PSUs/RUs	Minimum Fuse Rating and Cross-Sectional Cable Areas		Maximum Fuse Rating and Cross-Sectional Cable Areas	
		Fuse Rating Recommended for Reliable Operation (A)	Cross-Sectional Cable Area	Allowed Fuse Rating (A)	Cross-Sectional Cable Area
DC-powered -48 V, two-wire	3 RU	50	16 mm ²	150	70 mm ²
	6 RU	80	25 mm ²		
	9 RU	125	50 mm ²		
	12 RU	150	70 mm ²		

Telefónica España, S.A.

Figura 68. Hoja limitación de RUS

- ALIMENTACIÓN CONTINUA -48 Vcc:

Este equipo también puede ser alimentado desde un cuadro de fuerza de -48Vdc aunque resulte esto una situación para casos aislados, prácticamente inexistentes. Sin embargo, el bastidor está capacitado para ser alimentado de tal forma.

La conexión de alimentación continua monofásica exterior y el bastidor se realiza en el PCF. Los terminales aceptan cableado de alimentación con sección en el rango de 16 a 95 mm². Ver Figura 69.

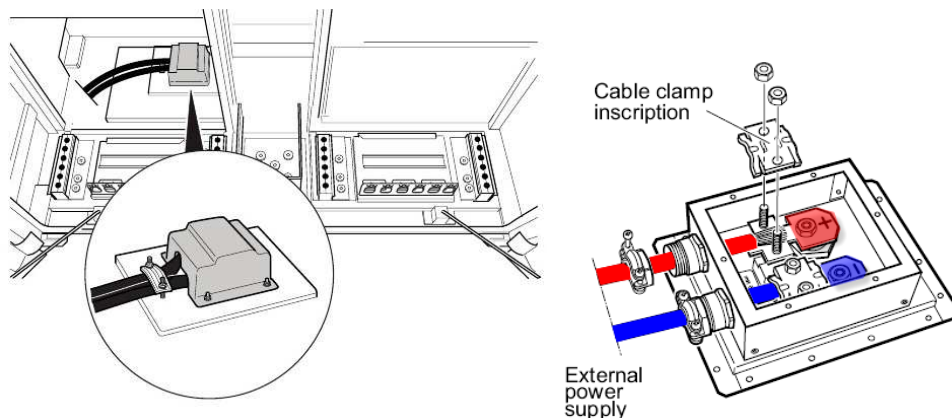


Figura 69. -48 Vcc conexión PCF [6].

2.2.3.5. INSTALACIÓN DEL CABLE DE TIERRA

En equipos de intemperie, la puesta a tierra resulta incluso más importante que en uno alojado dentro de la caseta puesto que tiene más probabilidades de recibir una descarga eléctrica.

El bastidor RBS 6102 es aterrizado utilizando cable de cobre de cubierta amarillo-verde 35 mm² y el terminal apropiado. Hay que asegurarse de utilizar la tuerca y la arandela de corte para garantizar buen contacto metal-metal del punto de tierra. El punto se encuentra en la parte inferior izquierda del bastidor junto a la caja de conexión de la alimentación, conectándose el otro extremo del cable a la pletina existente en la torre o en el soporte de antenas. En la Figura 70 se muestra la posición de conexión de la tierra en el bastidor y la entrada del cable. Además la bancada sobre la que se instala el bastidor también tiene que ser conectada a tierra.

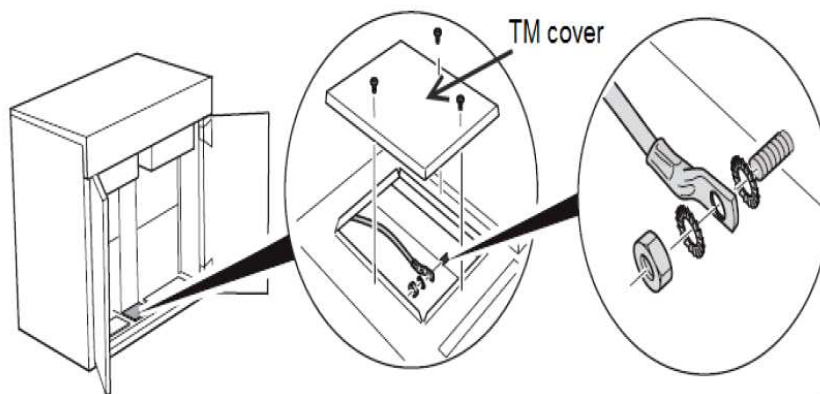


Figura 70. Conexión a Tierra de un RBS6102 [6].

2.2.3.6. INSTALACIÓN DEL CABLE DE RADIOFRECUENCIA.

La conexión de los cables de radiofrecuencia se realiza en las tarjetas RU de cada sistema. Existen 24 entradas, repartidas a partes iguales en cada una de las dos mitades en que se divide el bastidor. Se mostró una imagen de la entrada del cableado RF por los pasacables en la Figura 51, nombrado como F4.

Los cables coaxiales son siempre de 1/2" y entrarán por debajo del bastidor como el resto de cableado. Los conectores del equipo son 7/16 hembra, empleándose luego conectores 7/16 macho acodados en los latiguillos de manera que encajen unos con otros de la manera más limpia posible y se genere la menor curvatura en la conexión. En la Figura 71 se muestra la posición correcta de los conectores, TME exige este orden de entrada de los coaxiales siendo motivo de reparo cualquier otra combinación que se realice. Es la forma lógica que consigue que interfieran lo mínimo en el interior del bastidor y la manera de que estén lo más ordenados posible.

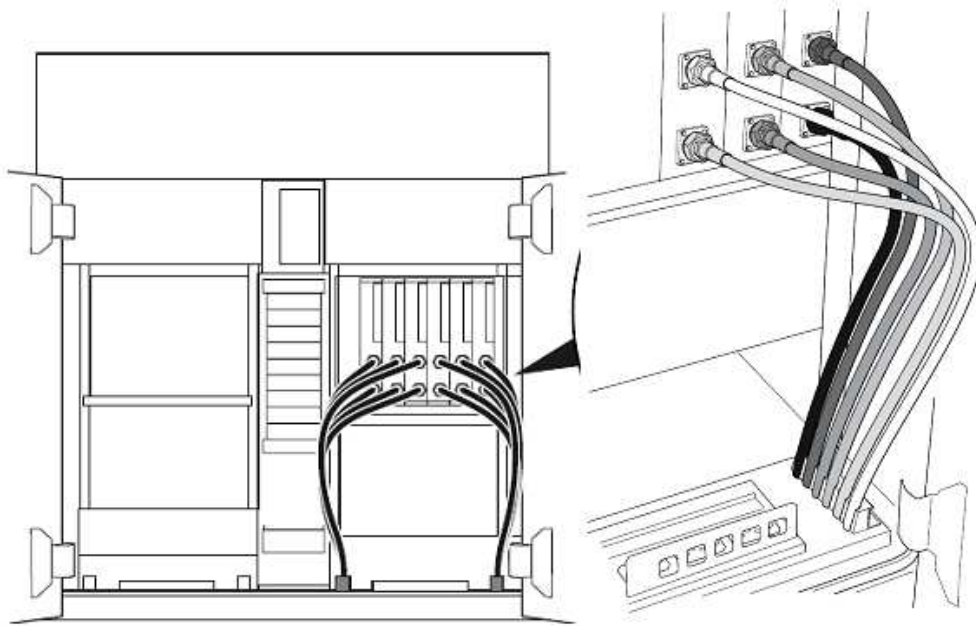


Figura 71. Entrada cableado RF en RBS 6102 [12].

Como ya hemos visto, la instalación de RUs no se realiza de izquierda a derecha ocupando todos los huecos por orden de sector sino que se alterna la instalación de una RU con otra dejando un hueco en medio. Esto puede llevar a equivocaciones a la hora de introducir el cableado RF por los huecos en las posiciones correctas, veamos cómo quedaría correctamente el cableado para una instalación de tres sectores. Ver Figura 72.

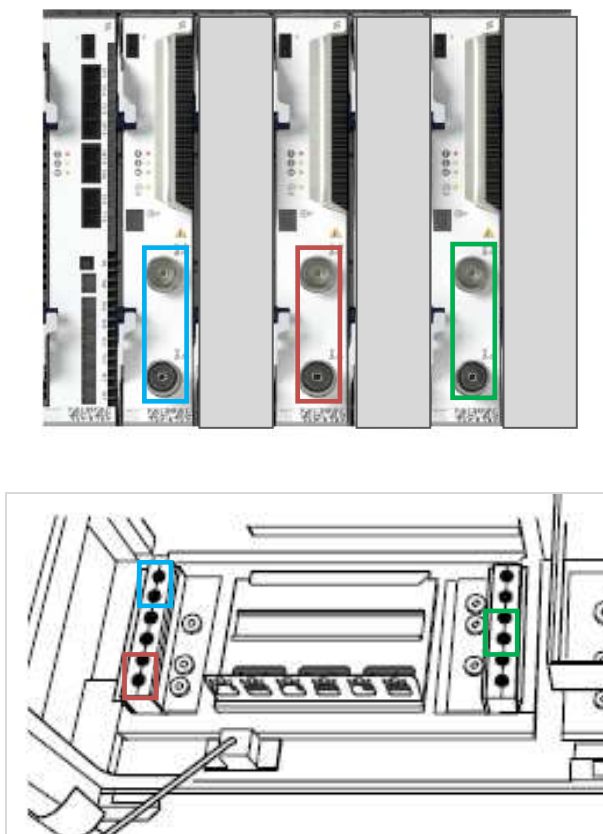


Figura 72. Entrada cableado RF en RBS 6102 (3 sectores) [12].

2.2.3.7. INSTALACIÓN DEL CABLE DE TRANSMISIÓN

La conexión de los medios de enlace o transmisión se realiza en la tarjeta DU de cada sistema como dijimos para el otro modelo de bastidor compacto, veamos nuevamente las tres alternativas de conexión que hay pero en este caso para un RBS 6102.

-INTERFAZ DE TRANSMISIÓN E1 2 Mb

La salida de transmisión en un RBS 6102 como en los otros bastidores explicados, se realiza en la tarjeta DU que proporciona cuatro tramas de 2 Mb a través de dos puertos RJ45 identificados como ET A y ET B.

Como la salida de transmisión de la RBS6102 es también a 120 Ohm, se necesita el cable adaptador de impedancias TSR 114 003/x para su conexión al repartidor de 75 Ohm, el mismo que se emplea en los otros dos casos.

Para los bastidores de interior, RBS 6201 y RBS 6601, dijimos que los cables de tramas se llevaban desde el equipo hasta el repartidor RTM que se encontraba siempre instalado en el interior de la caseta directamente aunque existiera la posibilidad en el modelo macro de instalar OVPs. Para un RBS 6102 este

recorrido va a ser siempre pasando la conexión de las tramas E1 por los OVP instalados en la parte baja del bastidor, a ambos lados, ver Figura 73. Los OVP (Módulos protectores de sobrevoltaje) son un medio de protección y al tiempo de distribución, sirven de “rack” para repartir los recursos de E1 a la RBS 6102. Además reciben los pares de alarmas externas, tanto las normalmente abiertas (NA) como las normalmente cerradas (NC) de la planta de energía, relés de seguridad para puertas de acceso, etc. Su buen cableado junto con una disposición ordenada y limpia, permite accesibilidad y facilidad en futuras intervenciones de mantenimiento.

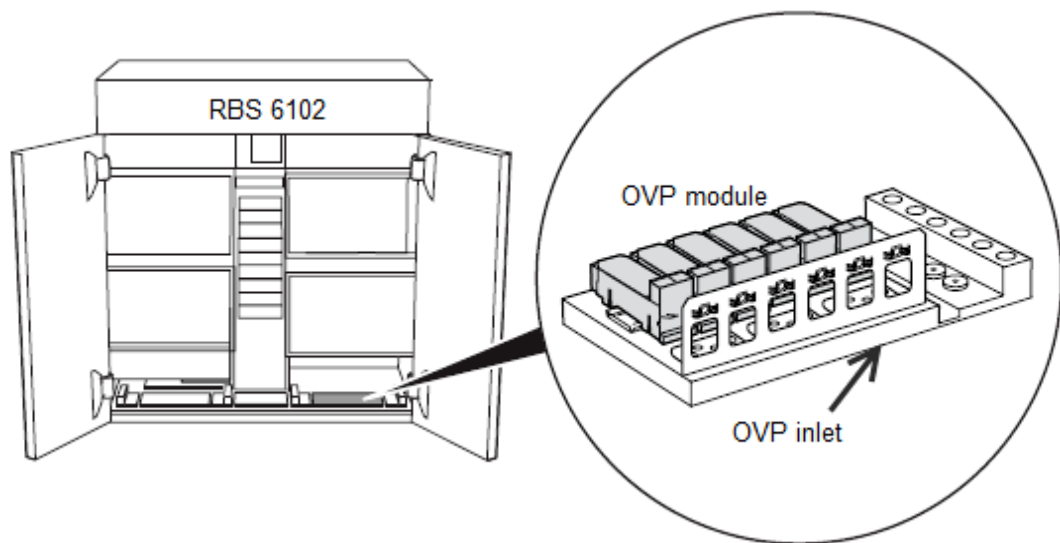


Figura 73. OVP (RBS 6102) [12].

Los cables de tramas entran desde el exterior por unos pasacables ubicados delante de los OVP tal cual se muestra en la Figura 74.

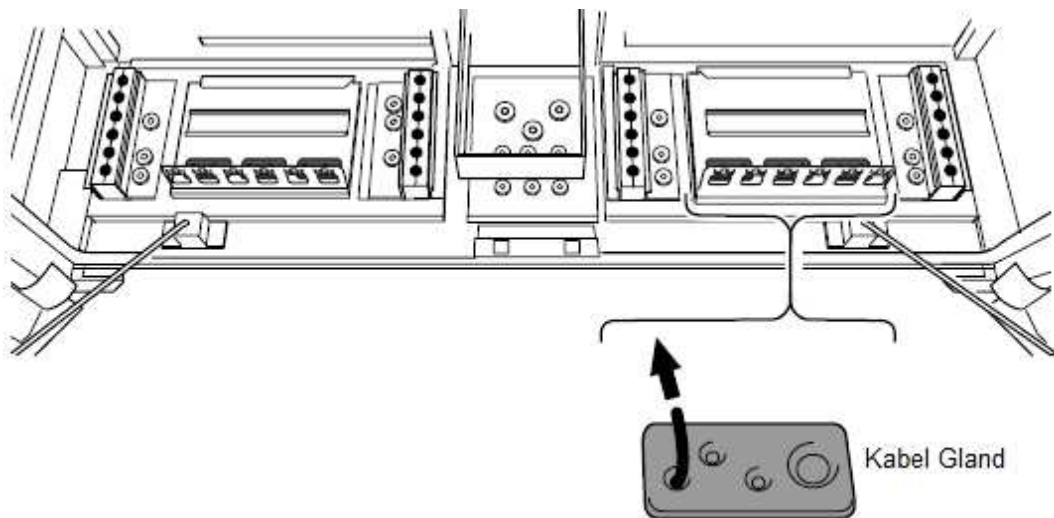


Figura 74. Entrada de cableado de tramas a OVP [12].

En cada OVP se pueden conectar dos E1. La preparación de los terminales y su conexión se muestran a continuación en la Figura 75. Desde los OVP hay preinstalados en los bastidores unos cables coaxiales para conectarlos en la DU, en los conectores ET A y ET B, quedando instalado los 4 E1.

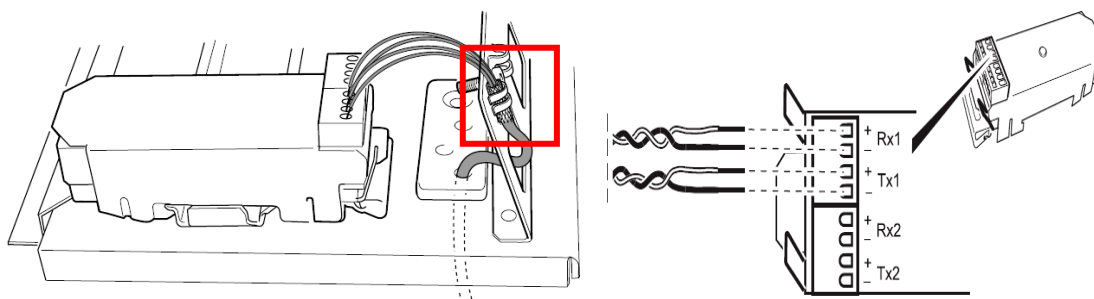


Figura 75. Instalación tramas en OVP [6].

Si el cable tiene malla de tierra se pela un tramo de aprox. 12 mm y se fija en la placa que hay delante de los OVP de los E1. Se puede ver la situación recuadrada en rojo en la imagen de la izquierda de la Figura que se acaba de mostrar.

-INTERFAZ DE TRANSMISIÓN ETHERNET ELÉCTRICO

La salida de transmisión Ethernet eléctrica de la RBS se realiza a través del puerto RJ 45 identificado como TN A de la tarjeta DU como en el resto de bastidores. Se emplea el mismo cable de datos Ethernet recto Cat. 5e pero en este bastidor entra por debajo, por su parte central utilizando los huecos de la fila 3 y utilizando un prensa-estopa, como se muestra en la Figura 76. El cable es de la longitud que se necesite determinada según la distancia medida en el replanteo.

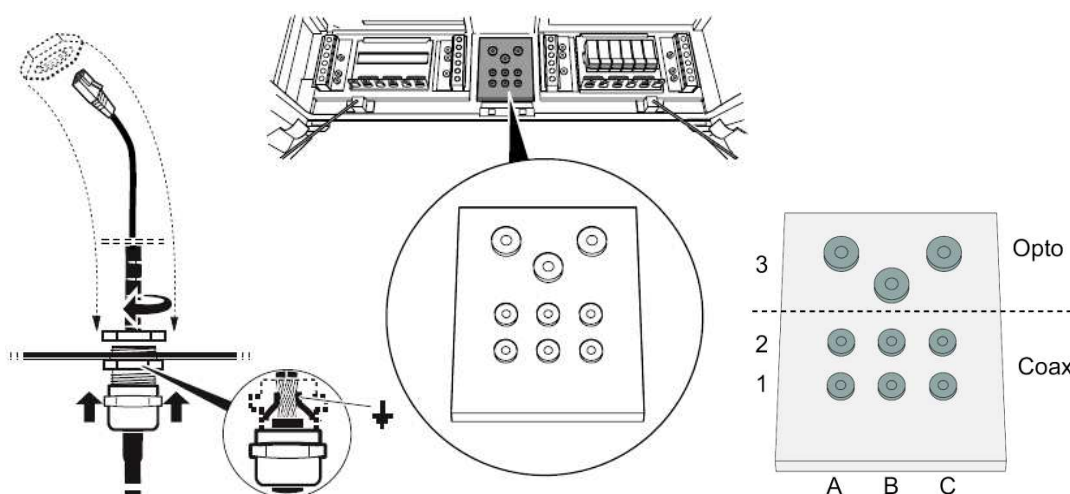


Figura 76. Entrada cable de datos Ethernet en RBS 6102 [12].

-INTERFAZ DE TRANSMISIÓN ETHERNET ÓPTICO

Igual que en el caso anterior el cable lo introducimos por debajo del bastidor, por su parte central utilizando los huecos de la fila 3 -véase la Figura 76-. En este caso el cable de transmisión es fibra óptica, por lo que su manejo tiene que ser con sumo cuidado. No nos extendamos más en la explicación puesto que la instalación es igual que en los dos bastidores de radio anteriormente descritos. Únicamente recordar que el cable de fibra óptica está acabado en un conector doble del tipo LC (véase Figura 77) que conectamos en la DU en el puerto TN B y que antes de la conexión del cable de F.O. en la DU hay que instalar en el puerto TN B un módulo SFP (Small Form Pluggable) de fibra multimodo proporcionado por Ericsson.

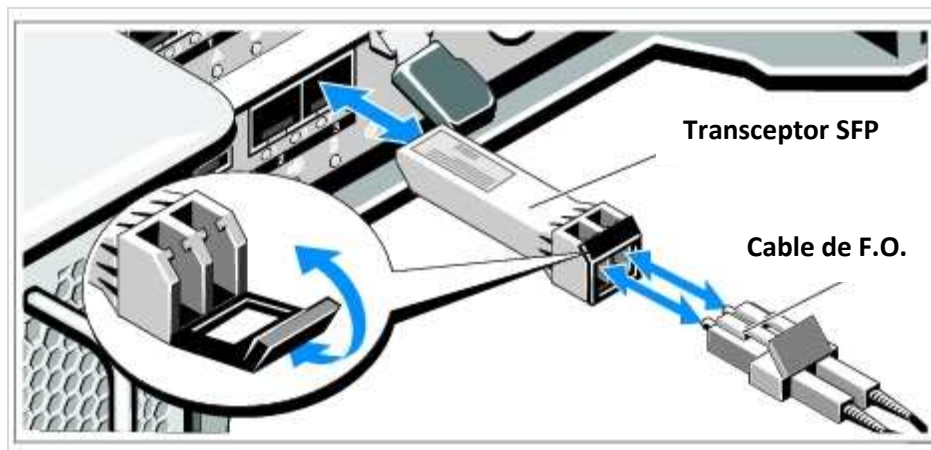


Figura 77. Ejemplo de módulo SFP y cable de F.O. [12].

2.2.3.8. INSTALACIÓN ALARMAS EXTERNAS

En el apartado 2.2.1.7 de este documento ya se explicó la instalación de la SAU en el modelo de bastidor RBS 6201 de interior. En las instalaciones de intemperie con RBS 6102 se emplea la misma unidad de supervisión SAU para la instalación de alarmas externas, transmitidas a través del puerto RJ 45 (Power/EC bus) situado en el extremo derecho de la tarjeta mediante un cable que se conecta al módulo SCU (ver Figura 25 de este mismo documento).

En este bastidor el módulo SAU se instala en el interior del equipo en el lateral izquierdo, ver Figura 50 posición L. Recordemos que en ella se pueden conectar hasta 32 alarmas, a través de 8 conectores RJ45, agrupando cada conector un total de 4 alarmas que irán cableadas a los OVP.

La unidad SAU se conectara a la RBS insertando el cable-RJ45 dentro del conector identificado como SAU situado en el módulo SCU, quedando el sistema de conexión de alarmas para un RBS 6102 tal como se muestra en la Figura 78 abajo expuesta.

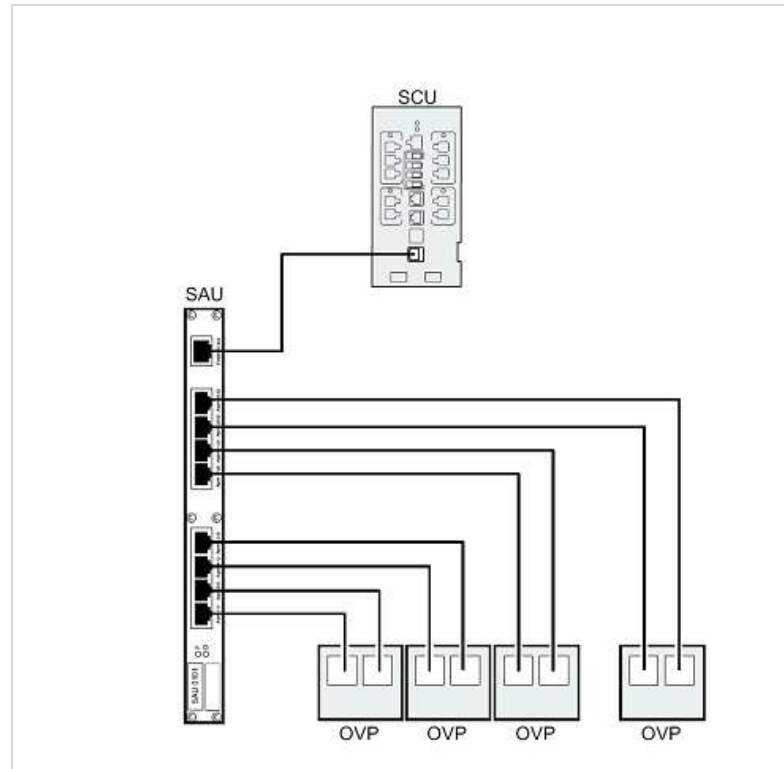


Figura 78. Conexión Alarmas externas en un RBS6102 [12].

La instalación del cableado de alarmas en los OVP no resulta tarea sencilla puesto que los contactos del terminal donde se conecta cada alarma son bastante pequeños, el orden y la limpieza son imprescindibles para que no haya luego problemas en las conexiones realizadas. En la siguiente Figura 79 se muestra la estructura del OVP para alarmas externas.

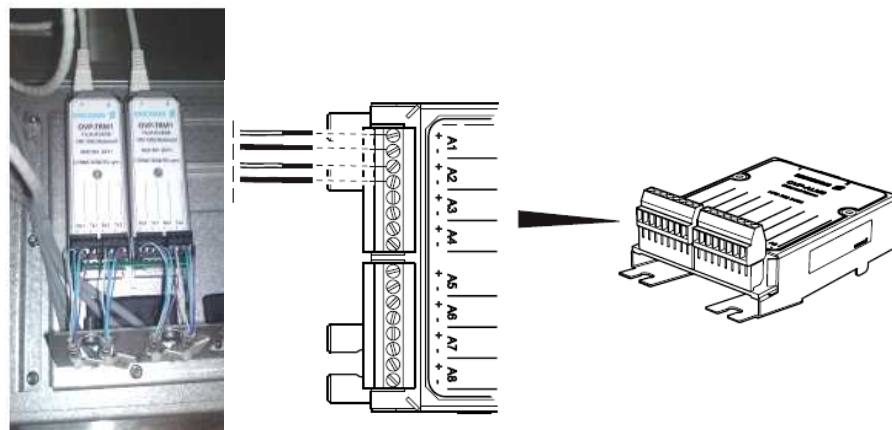


Figura 79. OVP Alarmas externas [6].

El orden de las alarmas y los pines de los conectores con las posiciones correspondientes de las bornes de la regleta AUXIO de los repartidores es el que se muestra en la Tabla 14, determinado por Telefónica Móviles en la normativa NAP-4 “Cableado de Alarmas Externas en una Estación Base de Exterior”.

	RBS 6102 (SAU)	REGLETA AUXIO RTM-4	REGLETA AUXIO RTM-6	
CONECTOR ALARMAS	OVP			NOMBRE DE ALARMA
ENTRADA1	Port 1 A1	1	1A-1B	F.DISY.GEN.COR.ALT.
ENTRADA2	Port 1 A2			RESERVA
ENTRADA3	Port 1 A3	6	3C-3D	AMPL.ANTENA
ENTRADA4	Port 1 A4			RESERVA
ENTRADA5	Port2 A5			RESERVA
ENTRADA6	Port2 A6	2	1C-1D	BALI.,F. DE CÉLULA
ENTRADA7	Port2 A7	3	2A-2B	BALI.,F. GENERAL
ENTRADA8	Port2 A8	4	2C-2D	PROT.SOBRETENSIÓN
ENTRADA9	Port3 A1			RESERVA
ENTRADA10	Port3 A2	7	4A-4B	AL.EQ.TX./MINILINK
ENTRADA11	Port3 A3			RESERVA
ENTRADA12	Port3 A4			RESERVA
ENTRADA 13	Port3 A5	5	3A-3B	F.DISY. BALIZAJE
ENTRADA14	Port3 A6			RESERVA
ENTRADA15	Port3 A7			RESERVA

Tabla 14. Cableado Alarmas de Equipo Exterior a Regleta Auxio [12].

Los OVP se enlazan con la regleta Auxio instalada en el C.G.B.T (Cuadro General de Baja Tensión) mediante una manguera de cable que sale de la parte trasera de los OVP. Se puentean y agrupan las alarmas en el mismo C.G.B.T., de forma que solo saldrán del mismo hacia la regleta AUXIO, las alarmas integradas en el equipo de radio.

Dependiendo de la configuración del C.G.B.T. existen borneros o regletas diferentes de 8,12, 22 y 26 bornes. El bornero de alarmas se encuentra en la parte inferior izquierda del C.G.B.T., en la Figura 80 se puede ver representada la situación que ocupan dentro de un par de modelos de cuadros.

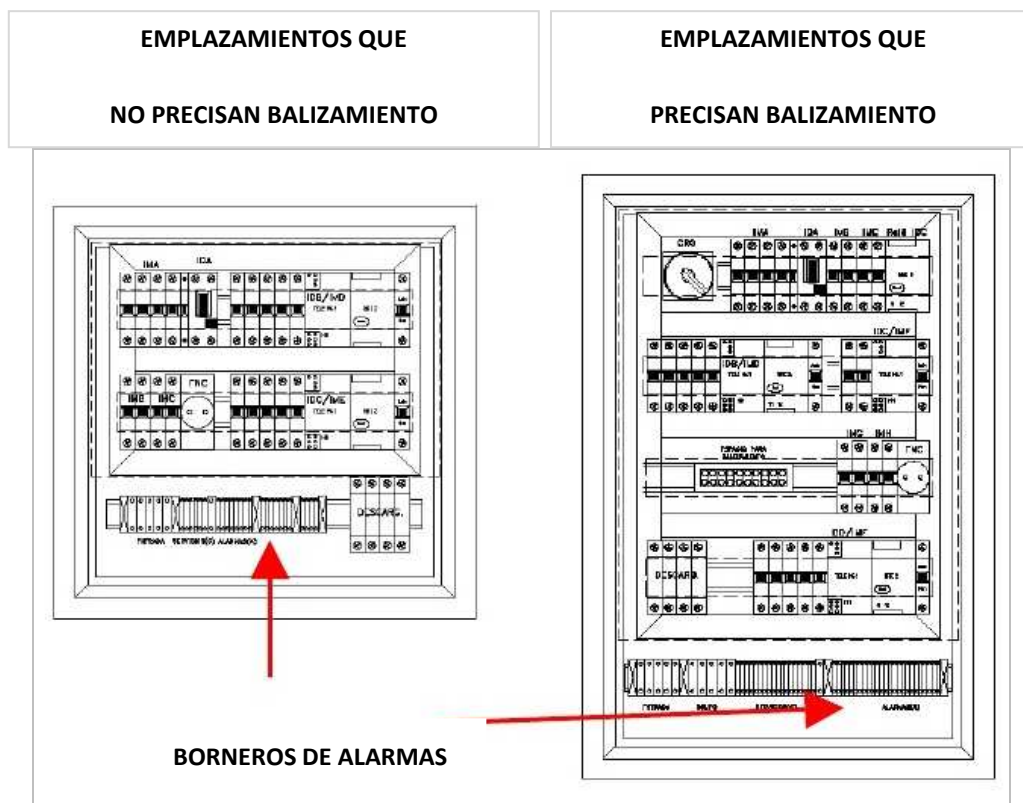


Figura 80. Modelos de CGBT en Estaciones Móvil de Intemperie [13].

2.2.3.9. INSTALACIÓN DE BATERÍAS

El equipo RBS 6102 dispone en su interior de una zona donde instalar una rama de baterías para poder mantenerse en servicio en caso de corte de alimentación en la acometida. La rama de baterías está compuesta por 4 elementos de 12 voltios y 100 Ah, los elementos se conectan en serie para obtener un total de -48 Vcc.

Las baterías por defecto se instalan en la parte izquierda inferior del bastidor pero aunque es lo más común no es obligatorio. Como ya vimos en el apartado donde se explicó su estructura interna, existen un par de zonas para la instalación de baterías. Si fuera necesario se emplearía la parte derecha, ya sea por ejemplo porque el hueco que normalmente se utiliza se emplee para instalar otros elementos por el motivo que sea o porque exista más de una tecnología en el bastidor y haya que ampliar la capacidad de servicio en caso de corte de alimentación.

En caso de ampliación de ramas de baterías o como bien decimos, se puede colocar en la parte derecha inferior a la altura de la primera rama instalada o también encima como se puede ver en la Figura 81 que se muestra a continuación las dos opciones nombradas.

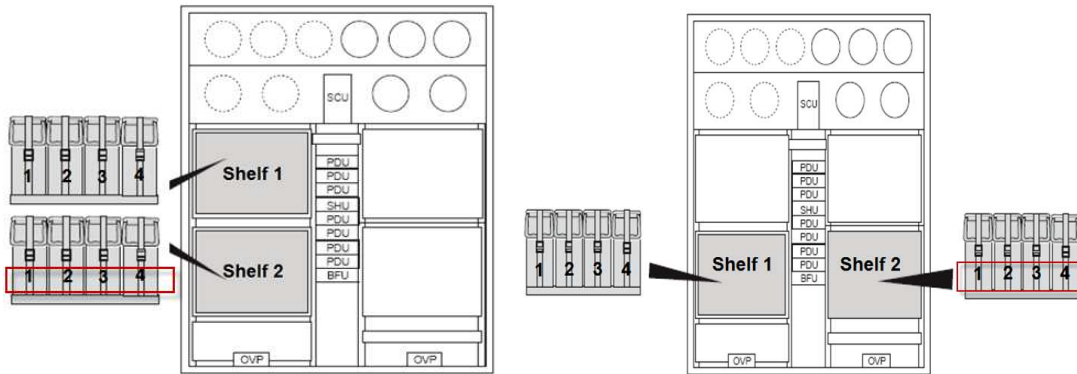


Figura 81. Ubicación baterías [6].

La conexión de las baterías y del sensor de temperatura se hace en el módulo BFU (Fusible de batería) situado en el *subrack* de alimentación. Véase el esquema que se muestra a continuación en la Figura 82.

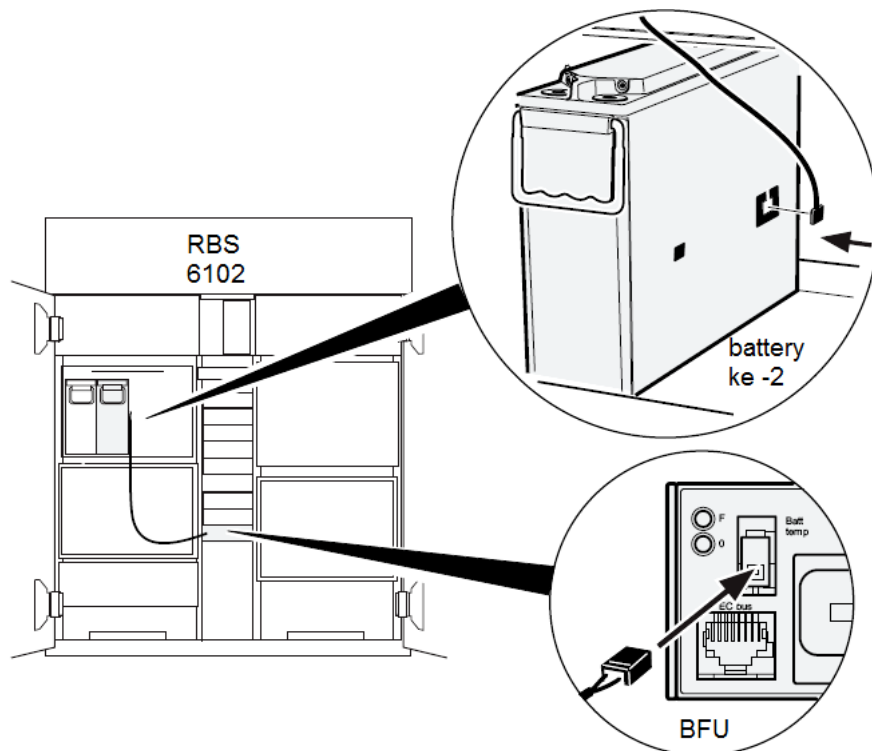


Figura 82. Conexión baterías con BFU [6].

Su instalación suele ser prácticamente lo último que realizamos puesto que no se requieren colocadas para poder seguir con el resto del montaje. Se procura colocar la primera batería lo más pegada posible a la izquierda dentro del hueco disponible y se pegan separadores entre las baterías para que no toquen unas con otras. Dentro de la misma rama, se coloca en la batería 2 el sensor de temperatura.

Los elementos disponen de una válvula que permite la expulsión de gases cuando por alta temperatura se expanden, estas válvulas se conectan mediante un tubo cuyo extremo sale al exterior, a través de una conexión que hay a la izquierda del bastidor, todo para que los gases no afecten al interior del equipo. Este tubo de evaporación de gases se corta en 4 piezas, 3 cortas para la conexión entre monobloques y una última más larga para la conexión en la batería 1 con la salida. Se conectan los latiguillos del tubo entre baterías, como se muestra en la siguiente Figura 83, y el extremo de la batería 1 se lleva a la salida de gases del bastidor y el de la batería 4 se cierra con un capuchón.

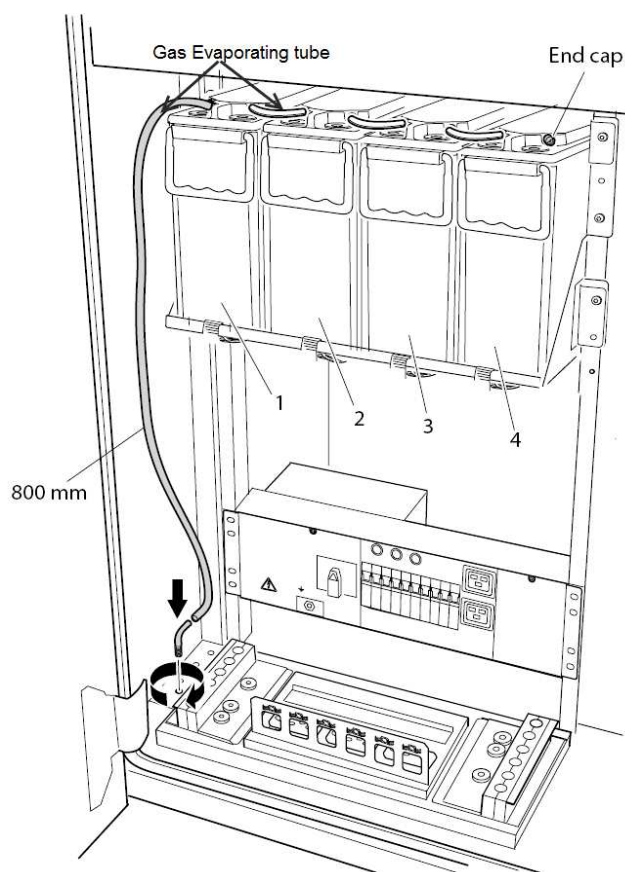
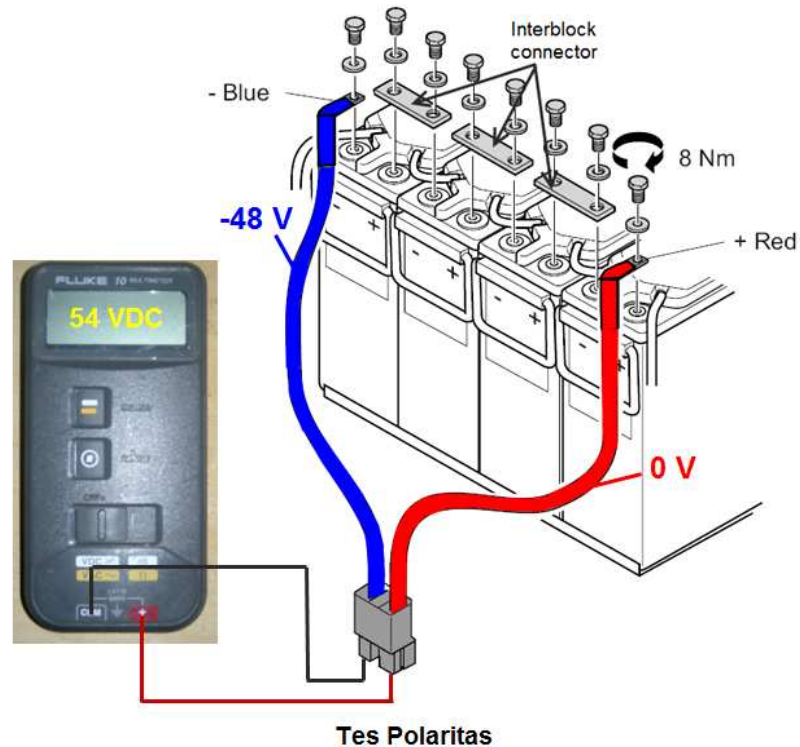


Figura 83. Tubo de evaporación de gases en baterías [6].

Para finalizar con la instalación de baterías, se colocan los puentes entre baterías apretando correctamente toda su tornillería y se cubren junto con los polos de las baterías con unas tapas protectoras. Las tapas son motivo también de reparo en la instalación si no son colocadas correctamente puesto que pueden afectar a su vida útil. Una vez terminado esto, se aprietan con firmeza unas correas de seguridad que envuelven el contorno de cada batería.



Cuando la instalación sea de interior y el UMTS esté instalado en un RBS 6201, se añadirá el nuevo kit de tarjetas (DUW+ RUs) en el espacio habilitado en la mitad inferior del equipo. Es decir, aunque quedará espacio suficiente en la mitad superior para intercalar tarjetas RUs (W900) con las de (W2100) no se haría. De este modo quedaría instalado siempre el sistema de más antigüedad en la parte superior y el recientemente instalado en la inferior. Cuando estemos en una estación de intemperie y el UMTS 2100 lo tengamos instalado en un RBS 6102, se procederá a instalar el kit de tarjetas W900 separado del existente. De manera que si el actual se encuentra instalado en la mitad izquierda, el nuevo se instalará en la mitad derecha o viceversa.

Se suele proceder de la siguiente forma descrita en caso de dar con esta situación siempre que la realidad lo permita, puesto que supuesto hueco para el nuevo kit de tarjetas W900 podría estar ocupado por elementos como baterías, algún equipo de transmisión Tx, etc. En ese caso, habría que plantearse la opción de reubicar lo que intercediera en la ubicación del nuevo kit W900 o por el contrario, ver si resulta mejor alternativa ubicar el nuevo sistema UMTS 900 en un RBS nuevo.

2.2.5. SWAP

Se denomina *swap* al intercambio de equipos de radio, ésta es la última de las opciones que encontramos a la hora de implantar el nuevo sistema UMTS 900. Puede darse esta situación en estaciones base con mucha influencia de tráfico en una donde existen varios operadores de telefonía móvil pero lo más común suele ser que se realice el *swap* por falta de espacio en el emplazamiento.

En el proyecto EVO 900 el swap consiste en la sustitución del equipo existente de UMTS 2100, normalmente de la serie RBS 3000, por uno nuevo de la serie RBS 6000 donde se instalarán ambos sistemas UMTS. Hablamos de intercambio de bastidores compactos puesto que la instalación de un RBS 6601 no tiene inconvenientes de espacio, se instala en el mismo rack de 19" del UMTS 2100 distribuido existente. A veces también se realizan por modernización, al fin de al cabo los bastidores tienen que irse renovando y aún con espacio suficiente para instalar un nuevo equipo, se puede decidir que el swap es la mejor opción para instalar el nuevo sistema UMTS 900. Como ya he dicho anteriormente, estas decisiones siempre son tomadas por TME.

Para el instalador, este es el caso más complejo que se puede encontrar para la implementación del sistema UMTS 900. La dificultad añadida parte de que se ha de desmontar una tecnología hasta entonces operativa para poder instalar la nueva con la incertidumbre de que se pueda reactivar el sistema antiguo en el nuevo bastidor. Cuando se realiza un *swap* lo primordial es restaurar el tráfico bloqueado de UMTS 2100 teniendo un tiempo considerable para ello si no aparecen problemas en la ejecución.

En el ejemplo tomado para mostrar la ejecución completa de implantación del sistema UMTS 900 se mostrará exactamente este caso y por eso no me extenderé más en este apartado. Para poder comprender la operativa llevada a cabo en este caso, véase el ejemplo de obra que se mostrará en el capítulo 5.

2.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE RADIO

Cada vez es más común encontrar emplazamientos compartidos con otros operadores, tanto en los propios de TME como en los de otros. Debido a esta situación y al hecho de que en muchos casos los operadores disponen del mismo suministrador, y por tanto también los modelos de equipos, las posibilidades de que en un trabajo de mantenimiento o en una ampliación de tarjetas haya una equivocación de bastidor son más probables. Se comentará más adelante el etiquetado y el marcaje de colores que emplea TME para identificar los cables de RF; mostremos ahora cuál es la manera de etiquetar correctamente los bastidores.

Todos los equipos deben ir etiquetados, normalmente nosotros sólo instalamos bastidores de radio pero si la ocasión requiriera el montaje de un equipo de fuerza también se identificaría. Dependiendo de la tipología del bastidor, de interior o intemperie, la forma de identificación será diferente. Se explicarán a continuación las dos formas de etiquetar según se trate de una instalación en caseta o sobre losa en la intemperie.

Aunque no parezca demasiado importante con respecto al resto de la instalación, la correcta identificación de los equipos siguiendo la normativa de TME supone evitar uno de los reparos más frecuentes encontrados en las estaciones. Cuando Ericsson y TME revisan la instalación terminada prestan bastante atención al etiquetado, al marcado de cables, a lo que a simple vista parecen pequeños detalles pero que se convierten en grandes pérdidas de tiempo en caso de que no se realicen correctamente desde un principio. Con la magnitud de las pérdidas me refiero por ejemplo a tener que regresar un día a una de las instalaciones realizadas únicamente a cambiar una etiqueta, parece mentira pero doy fe de que esto es así. Sinceramente creo que una buena revisión del etiquetado antes de abandonar la instalación y darla por concluida es una idea acertada, es tan solo una opinión que el técnico encargado puede o no llevarla a cabo según su parecer.

IDENTIFICACIÓN EQUIPOS DE INTERIOR

Independientemente del modelo de bastidor de radio se deberán identificar con una etiqueta adhesiva de la marca de TME, MOVISTAR, según la Figura 85 que se muestra a continuación, se deberá realizar la etiqueta con las letras en negro y necesariamente con la misma letra que TME emplea en su logotipo.

movistar

Figura 85. Etiqueta para bastidores de interior

El tamaño de la etiqueta ha de ser de 65x15 mm (Ancho x Alto) y ha de ser pegada en la parte superior frontal de la puerta en el RBS 6201 y en uno de los travesaños superiores si se trata de un RBS 6601 instalado en un rack de 19". Esta misma etiqueta se colocaría en el equipo de fuerza, el de transmisión, etc. que se instalase nuevo en el emplazamiento. Se muestra en la siguiente Figura 86 una imagen ilustrativa de la forma correcta de etiquetar cada uno de los equipos.

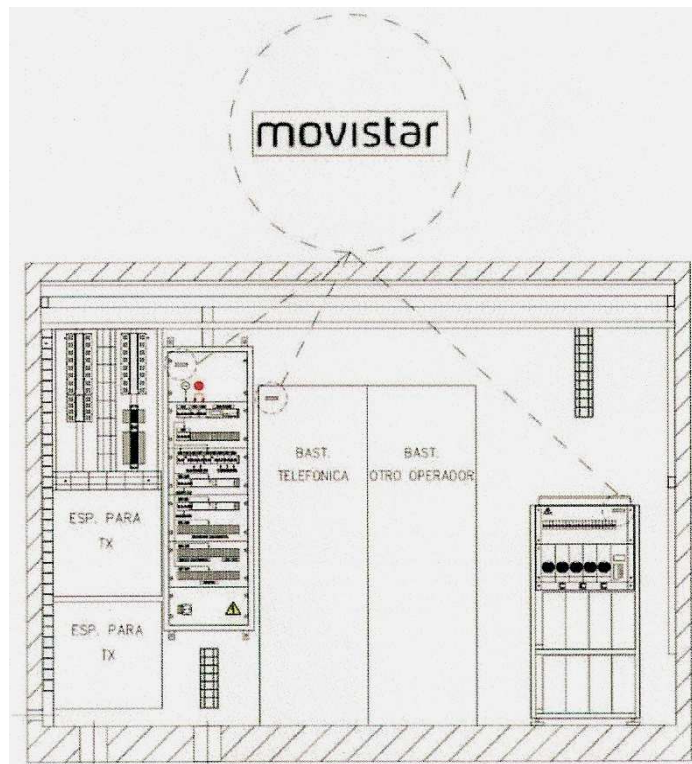


Figura 86. Etiquetado de bastidores de interior [14].

IDENTIFICACIÓN EQUIPOS DE EXTERIOR

Para etiquetar los equipos de intemperie se emplea una plancha de aluminio anodizado de color dorado con la forma mostrada en la siguiente Figura 87:



Figura 87. Etiqueta para bastidores de intemperie

Las dimensiones de la plancha son 90 x 50 mm (Ancho x Alto) y ha de ir pegada en el frontal de la puerta mediante pegamento de alta adherencia. Aquí en España existen varias empresas que fabrican este tipo de chapas para TME o cualquiera de los otros operadores. En la plancha vendrá por defecto nuevamente la marca de TME, MOVISTAR, el teléfono de CNAI (Acceso Radio) que es 900 150 897 y la palabra “código” con el hueco correspondiente para troquelar el número del emplazamiento donde se instale el bastidor. Se muestra en la siguiente Figura 88 una imagen ilustrativa de la forma correcta de etiquetar los bastidores de intemperie.

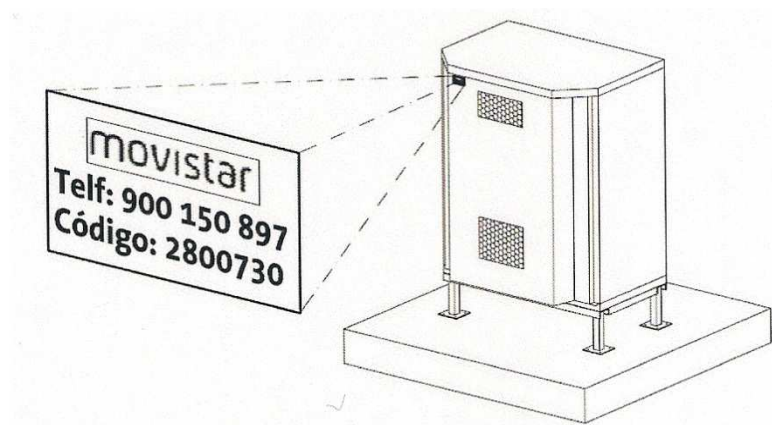


Figura 88. Etiquetado de bastidores de intemperie [14].

2.4. CASOS DE TRANSMISIÓN PARA SISTEMA UMTS 900

Una red de telefonía consta de una trayectoria que conecta varios nodos de conmutación, de forma que cada teléfono en la red puede ser conectado con cualquier otro al que la red proporcione servicio. El diseño de la red de telefonía consta de dos partes, conmutación y transmisión. La transmisión permite que los abonados de cualquier red se escuchen satisfactoriamente mientras que la conmutación, consigue que la trayectoria que conecta los nodos se construya económicamente concentrando los recursos de transmisión.

La salida de transmisión de la nueva tecnología UMTS 900 se va a realizar siempre a través de Ethernet, compartiendo la salida Ethernet existente del UMTS 2100. Podemos encontrarnos con 4 posibles opciones que se enumeran a continuación:

A. W900 y W2100 en RBS6000 con una única DUW (cuando hay instaladas 3 RUW)

En este caso no hay que realizar ningún cableado adicional. Tanto el tráfico de W900 como el de W2100 saldrán por la DUW existente. Este caso únicamente lo encontramos cuando realicemos un swap donde se sustituya el antiguo equipo de radio de UMTS 2100 por uno nuevo RBS 6000 y en él se instalen las tarjetas de ambos sistemas.

B. W900 y W2100 en RBS6000 con dos DUW

En este caso hay que solicitar un SIU (*Site Integration Unit*) si no estuviese instalada ya. Se cablearán los puertos TN A de ambas DUW (de 2100 y de 900) a los puertos de entrada de la SIU y la salida WLAN de la SIU se conectará al equipo de transmisión TX.

La instalación de una tarjeta SIU normalmente se suele realizar en la parte baja del bastidor, junto a la tarjeta SAU de alarmas si la tuviera implementada. Es más frecuente la instalación de SIU en el modelo de RBS 6201 aunque también se instale en el otro modelo macro de intemperie (siempre en un hueco libre que no interceda en ningún otro elemento). Para la instalación de la SIU, Ericsson incluye a parte de la tarjeta, un kit de montaje para rack de 19", un kit de materiales de alimentación y cable de tierra de 25 mm² (aunque no es necesario conectar la SIU a tierra al instalarse la unidad en el interior de la RBS). Veamos un poco mejor, en la Figura 89, cuáles son los interfaces que dispone una tarjeta SIU:

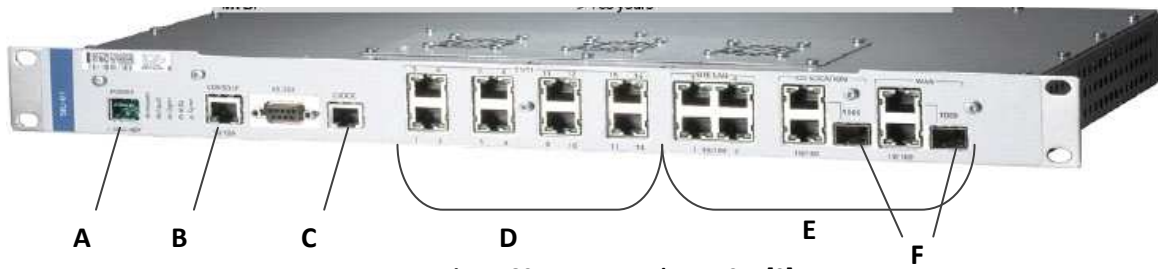


Figura 89. Estructura de una SIU [9].

- A- Interfaz de alimentación
- B- Interfaz de la consola (IP/Ethernet) utilizado para la conexión del terminal local de mantenimiento
- C- Interfaz del reloj incluye tanto la entrada de reloj como las interfaces de salida del reloj
- D- Conectores para interfaces de dieciséis E1 de transmisión
- E- Conectores para Ethernet eléctrico de transmisión
- F- Posiciones de conector SFP. Ethernet óptico

Para cablear la SIU a las unidades RBS, hemos de contar con el siguiente cableado (Véase la conexión para la transmisión W900 en el esquema de la Figura 90):

- RPM 919 701/01700 (2 Ud.): cable conexión E1's DUG-SIU (en principio este cableado para una ampliación únicamente del sistema UMTS 900, ya estaría dispuesto).
- TSR 432 151/1000 (1 Ud.) : cable Ethernet DUW-SIU
- NTM 101 1797/1 (1 Ud.): kit de alimentación SIU
- RPM 919 730 /01800 (1 Ud.): cable de sincronismo SIU

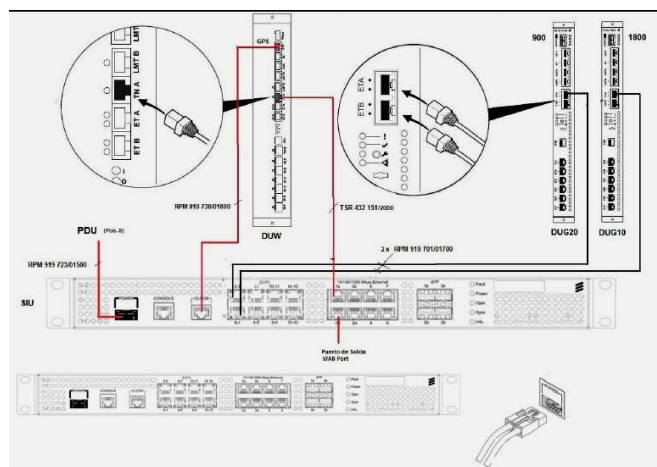


Figura 90. Conexión Transmisión W900 (RBS 6000) y W2100 (RBS 3000) [12].

La unidad de integración SIU actúa como lugar de combinación y optimización de todo el tráfico de la estación base, utilizada para maximizar los recursos a costa de reducir la red de retorno (*backhaul*).

C. W900 en RBS6000 y W2100 en RBS3000

En este caso se conectará el puerto TN A de la DUW a uno de los puertos de la ET-MF del RBS3000, habrá que reconfigurar la ET-MFX para que tanto el tráfico de la RBS6000 como el de la RBS3000 salgan por la TX física existente. Se debe suministrar por parte de Ericsson el cable de la entrada a la ET-MFX (RPM 777 71). Suele ser el caso más común puesto que normalmente no se intercede en la instalación existente de UMTS.

D. Emplazamientos en los que sólo hay 2G

En este caso se solicitará una nueva tirada de transmisión Ethernet y se realizará una única transmisión UMTS desde el nuevo sistema instalado.

En todos los casos, además de instalar la transmisión Ethernet igualmente se instalarán los dos cables de tramas E1, desde los puertos de salida de la DUW denominados ETA y ETB como ya explicamos en el apartado de transmisión de cada uno de los bastidores de radio empleados. Se llevarán los cableados de tramas hasta el repartidor digital disponible en la estación y se instalarán puentes o T's de prueba de manera que se puedan realizar pruebas de monitoreo de la transmisión del nuevo sistema implementado en la estación.

CAPÍTULO 3. SISTEMA RADIANTE EN UNA BTS

Llamaremos sistema radiante a todos los elementos que permiten exponer la señal de RF y dirigirla según su banda, potencia y terminal a recibir. En este caso me voy a restringir al Sistema Radiante de nuestra red de entrega o RBS para UTMS 900. La estructura del sistema radiante se basa en las siguientes partes representadas en la Figura 91:

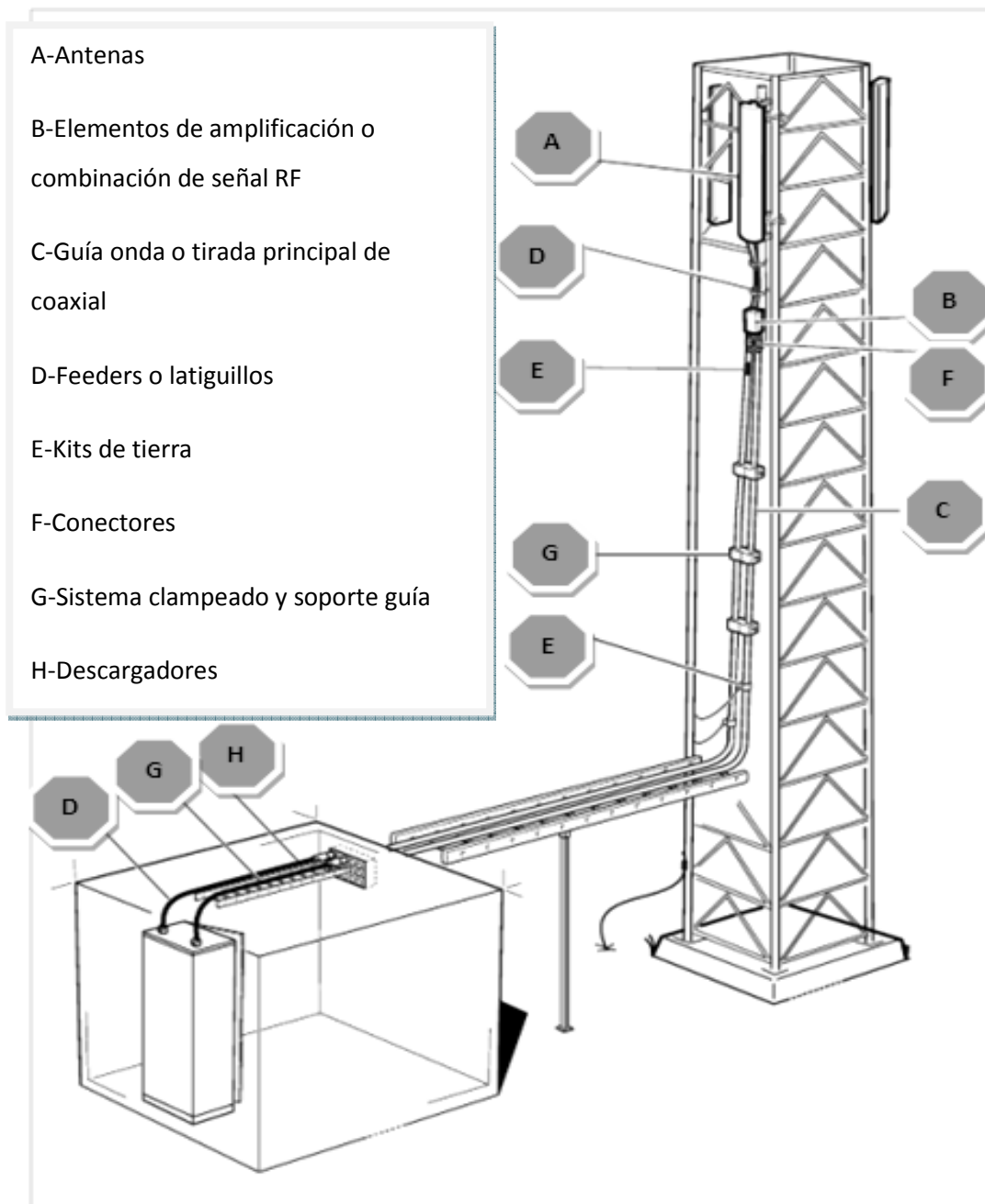


Figura 91. Elementos del Sistema Radiante [6].

3.1. ANTENAS

En la actualidad los operadores de telefonía móvil se enfrentan con la necesidad de ampliar la capacidad de sus redes para poder dar servicio de voz y datos a sus clientes cada vez más exigentes. Sumado esto a la fuerte oposición de las comunidades de vecinos a la hora de permitir instalar nuevas antenas sobre sus azoteas o proximidades, resulta casi obligación la optimización de los sistemas radiantes empleando antenas con múltiples conectores para GSM, DCS y UMTS.

Las antenas son absolutamente necesarias para la prestación de un buen servicio, podemos decir que por sí sola constituye más del 50 % de la calidad de una estación, y por tanto, sólo existen dos posibilidades o la instalación de una antena es buena, o es mejor.

Podemos encontrarnos diversas situaciones respecto al sistema radiante a la hora de implantar en una estación móvil la nueva tecnología UMTS 900. Es imprescindible revisar con detenimiento, en el replanteo de obra, la situación existente de las antenas para poder tomar la opción más adecuada en cuanto a modificación del sistema radiante.

Antes de enumerar las posibles situaciones que encontramos, paso a nombrar los modelos de antenas que TME nos ha suministrado en este proyecto. Todos los modelos son de tipo panel, para aplicación de diversidad Rx y según su configuración son unibanda, banda dual, tribanda o tetrabanda. Las tres marcas de proveedores son Rymsa, Kathrein y Telnet, todas ellas aplican polaridad +45°/-45°, ajuste de tilt eléctrico y kit de herrajes para ajuste de tilt mecánico. (Hojas de características en el apartado de Anexos: Anexo A).

MODELO 4B+DD

- 1- **LM2D3-800 TV:** Antena Panel Multibanda de Rymsa (Banda (850-900 MHz) + 2xBroadband (1710-2170 MHz)).
- 2- **K80010293V03:** Antena Panel Multibanda Triple de Kathrein (Banda (790-960 MHz) + 2xBroadband (1710-2170 MHz)).

MODELO 4C+DD

- 1- **K80010291V02:** Antena panel multibanda Triple de Kathrein (Banda (790-960 MHz) + 2xBroadband (1710-2170 MHz)).

MODELO 3C+DD

- 1- **K80010485V01:** Antena panel Banda dual (Banda (850-900 MHz) + Broadband (1710-2170 MHz)).

MODELO 26B+DD

- 1- **BAT40-684TV:** Antena panel low Band side by side (Banda 2x (790-960 MHz)).
- 2- **TNA190A14:** Antena panel Banda Dual de Telnet (Banda 2x (790-960 MHz)).

MODELO 30B+DD

- 1- **TNA190A12:** Antena panel tetrabanda de Telnet (2x (790-960 MHz) + 2(1710-2170 MHz)).

MODELO 30C+DD

- 1- **TNA190A02:** Antena panel tetrabanda de Telnet (2x (790-960 MHz) + 2(1710-2170 MHz)).

Si observamos bien, todos los modelos de antena empleados cuentan con la terminación “DD” en su nombre esto es, el conocido dividendo digital. A partir del futuro año 2015 los operadores de telefonía móvil podrán emplear la banda de frecuencia comprendida entre 790 y 862 MHz que hasta ahora estaba ocupada para transmisión de televisión terrestre. Esto ya es un hecho verídico y los operadores están instalando este tipo de antenas que incorporan este sistema para adaptación a la banda mencionada, previendo ahorrar costes de futuras ampliaciones en las estaciones base.

El modelo de antena que se emplea para cada situación, en caso de necesitar sustituir o añadir antenas, va a depender de las tecnologías GSM/DCS/UMTS 2100 que existan en la estación previamente a nuestra instalación. Habrá que contar para la adicción del sistema UMTS 900 con un par de bocas de entrada libres en la banda de 900 MHz en cada antena por sector. TME aporta para la ejecución del replanteo de obra una serie de tablas con los diferentes casos que podemos encontrar, asignando a cada uno de ellos la solución (tipología de antena nueva para añadir el UMTS 900); se muestran a continuación en las diferentes situaciones.

Dicho esto, hablemos de los diferentes casos que pueden darse, con la respectiva modificación o no del sistema radiante:

3.1.1. REUTILIZACIÓN DE ANTENAS EXISTENTES

Que las antenas no sean sustituidas supone ventajas como el no tener que interferir en la señal de la estación en ningún momento es decir, no dejar sin cobertura la zona.

A priori podemos nombrar un par de casos en los que se pueden reutilizar las antenas existentes a pesar de estar añadiendo una nueva tecnología (UMTS 900) en el emplazamiento.

3.1.1.1. UTILIZACIÓN DE BOCAS DE ENTRADA LIBRES (BANDA 900 MHz)

Cuando en el emplazamiento las antenas existentes cuentan con bocas libres en la banda de frecuencia de 900 MHz no se necesitará sustituirlas. Servirán las existentes para añadir la nueva tecnología, siempre que haya espacio suficiente en torre o mástiles para instalar nuevas tiradas de cable coaxial con descargador independiente para el nuevo sistema. Se asume que el número de antenas existente es igual al número de sectores a implantar.

3.1.1.2. UTILIZACIÓN DE COMBINADORES

En el caso de no disponer suficiente espacio en torre/mástil para instalar nuevas tiradas de cable coaxial, independientemente de que las antenas existentes cuenten o no con bocas de entrada libres, la instalación del sistema UMTS 900 se resuelve instalando combinadores de RF.

Estos se emplean para combinar dos señales sin que se produzcan fenómenos de interferencia mutua o para dividir una señal hacia una salida de RF.

En esta situación siempre contaremos con tecnología GSM en el emplazamiento puesto que es la que convive en la misma banda de frecuencia que la que pretendemos instalar.

Mediante los combinadores interconectaremos las RUS del bastidor de GSM (900 MHz) con las RUS del nuevo bastidor (UMTS 900) reutilizando los cables y antenas del GSM. Las tiradas del cableado principal se mantienen aunque esto no significa que no tengan que ser revisadas. Lo único que se moverá es el latiguillo de RF del puerto B (Tx+Rx) de la RUS (GSM) al puerto A de la nueva RUS (UTMS900) y se colocarán los dos latiguillos de interconexión de recepción. Véase la Figura 92, donde se muestra la interconexión de las RBS con una antena mediante combinadores.

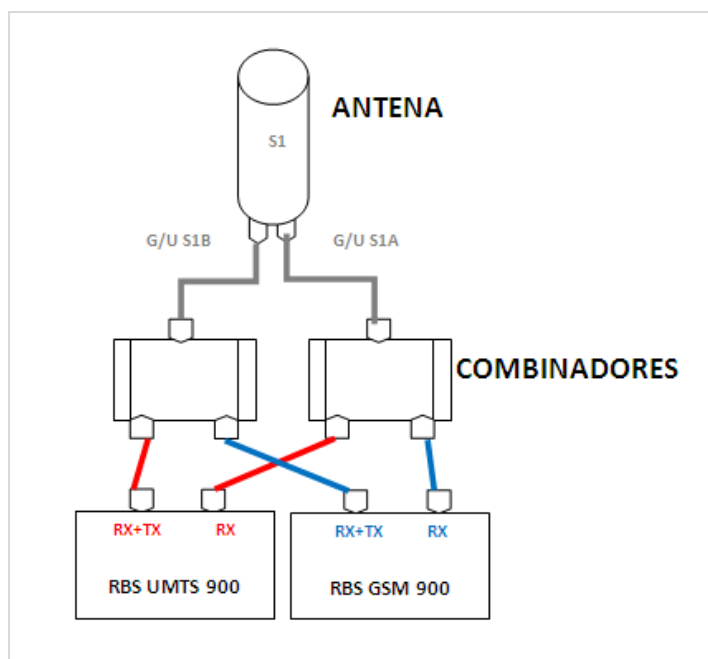


Figura 92. Esquema conexión Combinadores a Antena

La instalación del sistema UMTS 900 mediante combinadores permite minimizar el impacto medioambiental y el aumento de costes que supone la instalación o sustitución de antenas. Sin embargo el principal inconveniente de los combinadores es la gran cantidad de pérdidas de potencia que introducen.

Por ello no los colocamos como solución a la instalación del nuevo sistema, a no ser que nos encontremos en este caso concreto.

TME nos suministra para estas instalaciones dos modelos de combinadores para unir señales de ancho de banda iguales (ambos para instalación en interior o exterior):

- Combinadores de cavidad (marca KMW): 2 puertos de entrada y 1 de salida.
- Combinadores Híbridos (marca Katherein): 4 puertos de entrada y 2 de salida.

Teniendo en cuenta la instalación de una sola tirada de coaxial y según los puertos de entrada que hemos dicho para cada modelo; se necesitarán dos unidades del combinador de cavidad y uno sólo del modelo híbrido.

Si los comparamos, pueden verse en el Apartado Anexos las hojas de características de ambos, tenemos que las pérdidas introducidas por el modelo de cavidad son inferiores respecto a las del híbrido. Así que aunque hemos instalado prácticamente en todas las instalaciones el modelo de cavidad para minimizar pérdidas, en algunos emplazamientos por falta de espacio se ha colocado el híbrido.

3.1.2. UNA ANTENA POR SECTOR Y ESPACIO DISPONIBLE EN TORRE

Realmente este caso prácticamente se desecha, sí que es frecuente que exista una única antena por sector pero la disposición de espacio libre para añadir nuevas antenas no suele ser lo común. Además los operadores no son partidarios de esta opción por varios motivos, el principal las posibles quejas que se les pueden venir encima por el impacto visual que causa una torre repleta de antenas.

Además tengamos en cuenta que el espacio que precisa una antena nueva no sólo es el que ocupa en top de torre el propio panel sino que también se necesita espacio suficiente en los laterales de torre para subir las tiradas de coaxial; siendo dos tiradas por sector y tecnología.

Aunque no nos hayamos encontrado en la tesitura de esta situación, se muestra a continuación los diferentes casos que pueden encontrarse, expuestos en la Tabla 15; en función de la antena existente se elige el perfil de la antena nueva que ha de ser añadida:

ANTENAS EXISTENTES	PERFIL A INSTALAR
2 Bocas banda 900MHz, 65º H (ángulo de radiación horizontal)	3B + DD (2,2 mts)
	3C+DD (2,7 mts)
2 Bocas banda 900MHz, 90º H	27A* (2,7 mts)
4 Bocas bandas 900 + 1800/2100 65º H solo 900 ocupada	27B* (2,7 mts)
4 Bocas bandas 900 + 1800/2100 65º H ambas bandas ocupadas	4B + DD (2,7 mts)
	4C + DD (2,2 mts)
6 Bocas bandas 900 + 1800 + 2100 65ºH con dos bocas (1800 o 2100) libres	3B + DD (2,7 mts)
	3C + DD (2,2 mts)
6 Bocas bandas 900 + 1800 + 2100 65ºH con todas las bocas ocupadas	4B + DD (2,7 mts)
	4C+DD (2,2 mts)

Tabla 15. Perfil a instalar según modelo existente de antena [15].

[*] Los perfiles 27A y 27B no se han empleado en ninguna de las instalaciones realizadas y aunque figuran como perfil en las soluciones aportadas por TME en la plantilla para ejecución del replanteo de obra, no constan luego como modelos de suministro para este proyecto.

3.1.3. UNA ANTENA POR SECTOR Y SIN ESPACIO EN TORRE

La compartición de torre/mástil con otros operadores suele ser motivo de masificación de elementos en torre. No siempre se tiene el espacio suficiente en ellas para poder añadir una nueva antena con la que dar servicio al W900, siendo ésta la opción más cómoda para nosotros, como empresa instaladora.

En este caso, lo que realizamos es sustituir las antenas existentes por otras que añadan un par de bocas de entrada en la banda 900 MHz. La instalación supone realizar nuevas tiradas de cable con descargador independiente para el nuevo sistema W900.

En función de la antena existente se elige el perfil de la nueva por la que ser sustituida. Se muestran los diferentes casos encontrados en la siguiente Tabla 16, donde también se indica la tipología de antena por la que ser reemplazada [26]:

ANTENAS EXISTENTES	PERFIL A INSTALAR
2 Bocas banda 900MHz, 65° H (ángulo de radiación horizontal)	30 + DD (2,7 mts)
2 Bocas banda 900MHz, 90° H	25 + DD* (2,7 mts)
4 Bocas bandas 900 + 1800/2100 65° H solo 900 ocupada	30 + DD (2,7 mts)
4 Bocas bandas 900 + 1800/2100 65° H ambas bandas ocupadas	30 + DD (2,7 mts)
6 Bocas bandas 900 + 1800 + 2100 65°H con dos bocas (1800 o 2100) libres	30 + DD (2,7 mts)
6 Bocas bandas 900 + 1800 + 2100 65°H con todas las bocas ocupadas	30 + DD (2,7 mts)

Tabla 16. Perfil a instalar según situación existente de antena [15].

[*] El perfil 25+DD no se ha empleado en ninguna de las instalaciones realizadas y aunque figura como perfil en las soluciones aportadas por TME en la plantilla para ejecución del replanteo de obra, no consta luego como modelos de suministro para este proyecto.

3.1.4. PRESENCIA DE DOS ANTENAS POR SECTOR

En el caso de que ya existan dos antenas por sector no se añade nunca una tercera antena, lo que se hace es sustituir una de las existentes y se realizan tiradas de cable con descargadores independientes para el nuevo sistema W900. En función de las antenas existentes, se debe sustituir una u otra y elegir el nuevo perfil de antena adecuado. La lógica determina el perfil de antena que se sustituye es decir, siempre se va a desmontar la antena que suponga interceder en el menor número de tecnologías existentes.

Es decir, si por ejemplo observásemos que en una de las antenas tenemos conectada tan sólo una tecnología y en la otra más de una, se procedería a desmontar la primera. También se suele proceder al desmontaje de los sistemas DCS/UMTS preferiblemente al de GSM, de modo que en el caso de encontrar dos antenas con el mismo número de tecnologías, se procedería a desmontar la de UMTS o DCS antes que la de GSM. Esto se debe a que el GSM aporta una señal de mayor calidad frente a las otras a pesar de ser el rango de cobertura inferior frente a la del 3G.

A continuación, se muestra en la Tabla 17 las diferentes opciones:

ANTENAS EXISTENTES	PERFIL A INSTALAR
1 antena de 2 Bocas banda 900 MHz	4B+DD (2,7 mts)
1 antena de 2 Bocas 1800/2100 MHz (esta se sustituye)	4C+DD (2,2 mts)
1 antena de 2 Bocas banda 900 MHz (esta se sustituye)	30+DD (2,7 mts)
1 antena de 4 Bocas 1800 + 2100 MHz, todas las bocas ocupadas	
1 antena de 2 Bocas banda 900 MHz	4B+DD (2,7 mts)
1 antena de 4 Bocas 1800 + 2100 MHz, con 2 bocas libres (esta se sustituye)	4C+DD (2,2 mts)
1 antena de 4 Bocas 900MHz + 1800/2100Hz	4B+DD (2,7 mts)
1 antena de 2 Bocas 1800/2100 MHz (esta se sustituye)	4C+DD (2,2 mts)
1 antena de 4 Bocas 900MHz + 1800/2100 MHz	4B+DD (2,7 mts)
1 antena de 4 Bocas 2 x 1800/2100 MHz con 2 bocas libres (esta se sustituye)	4C+DD (2,2 mts)
1 antena de 4 Bocas 900 MHz + 1800/2100 MHz (esta se sustituye)	30+DD (2,7 mts)
1 antena de 4 Bocas 2 x 1800/2100 MHz	

Tabla 17. Perfil a instalar según situación existente de antenas [15].

La compartición de antenas con otros operadores de telefonía móvil dijimos que era un hábito bastante frecuente debido principalmente a la repercusión visual que causa en la población la instalación de éstas, sobre todo en espacios urbanos.

Cuando se trabaja con casos como éste, el desmontaje de una antena compartida ha de ser consensuado con el otro operador, aunque la última palabra la tenga siempre el propietario de las antenas que normalmente suele ser TME. En las ocasiones que nos hemos encontrado en esta tesitura, hemos sido nosotros los que hemos realizado el cambio de tecnología junto con las nuestras a las nuevas antenas. El proceso a seguir es el mismo que en el resto de los casos, con la salvedad que hay que ponerse en contacto con el operador tratado para que sea él el que bloquee sus equipos mientras se están realizando los trabajos en el sistema radiante.

3.1.5. INSTALACIÓN DE ANTENAS

La instalación de nuevas antenas en una torre de telefonía es realmente una tarea dificultosa y en la que hay que ser cauteloso puesto que no hay que olvidar que se está trabajando a alturas demasiado elevadas para cometer errores o despistes. Sobre todo es imprescindible que todos los técnicos que realicen esta labor estén preparados para ello y sepan manejarse en la torre con soltura. Las antenas son elementos de radio de gran envergadura y además de peso considerable; para facilitar las labores de montaje y desmontaje de antenas los técnicos se ayudan de unas poleas instalándolas una en la parte baja de la torre y otro al nivel de las antenas. Puede verse una representación de la operativa seguida en la siguiente Figura 93, mostrada a continuación.

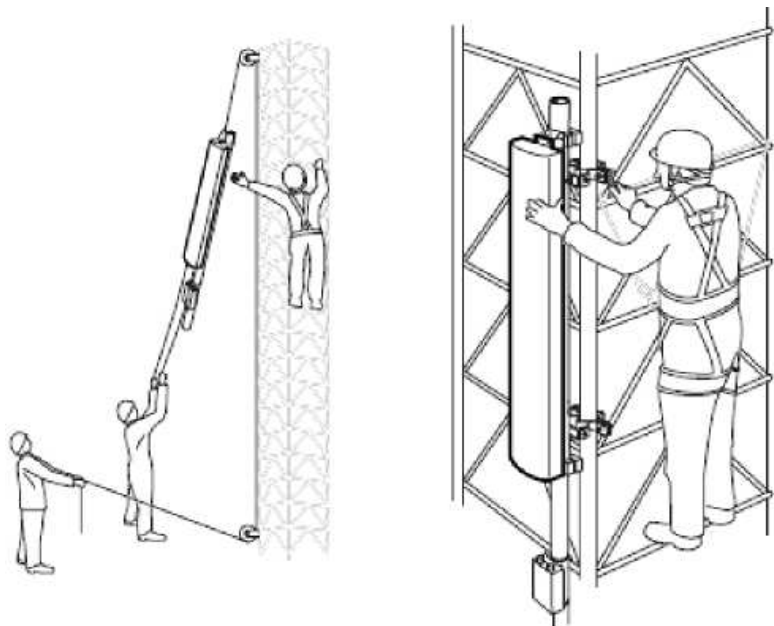


Figura 93. Instalación Antenas [6].

Previamente a la sustitución de antenas se deben recopilar los datos de radio esto es, reconocer el azimut (orientación de antena), los tilt eléctricos y el mecánico de cada una de las antenas a desmontar.

Una vez se tengan anotados los datos de radio nos pondremos en contacto con el Optimizador de TME de la zona provincial donde se vaya a efectuar el cambio de antenas y verificaremos con él los datos tomados. El Optimizador de TME será el que nos indique cómo quiere que dejemos instaladas las nuevas antenas es decir, si quiere que se realice alguna modificación en los datos anotados previos al desmontaje y a su vez los valores de tilt eléctrico para el nuevo sistema UMTS 900.

Una de las principales optimizaciones del sistema se basa en el ajuste correcto de estos tres parámetros (azimut, tilt eléctrico y tilt mecánico), por ello expliquemos por partes en qué consiste cada uno de ellos.

3.1.5.1. AZIMUT

El azimut es la posición de la antena con relación al Norte geográfico, medido en grados, contando en sentido de las agujas del reloj. Los valores de azimut varían de 0 a 360 grados y el requisito básico para conocer un determinado azimut es saber dónde queda el Norte.

Para conocer el Norte geográfico empleamos una brújula electrónica o una analógica óptima; realizando siempre las medidas desde fuera de la estación, donde elementos ferrosos como la torre, la malla metálica del recinto, el bastidor de radio, etc. no entorpezcan en las lecturas. En la Figura 94 se muestra un ejemplo de medición de azimut mediante una brújula con espejo, ésta es un ejemplo tan válido como cualquier otro, realmente cada técnico dispone de su brújula y realiza las medidas adecuándose a la suya siempre intentando que la medida sea la más ajustada a la realidad.

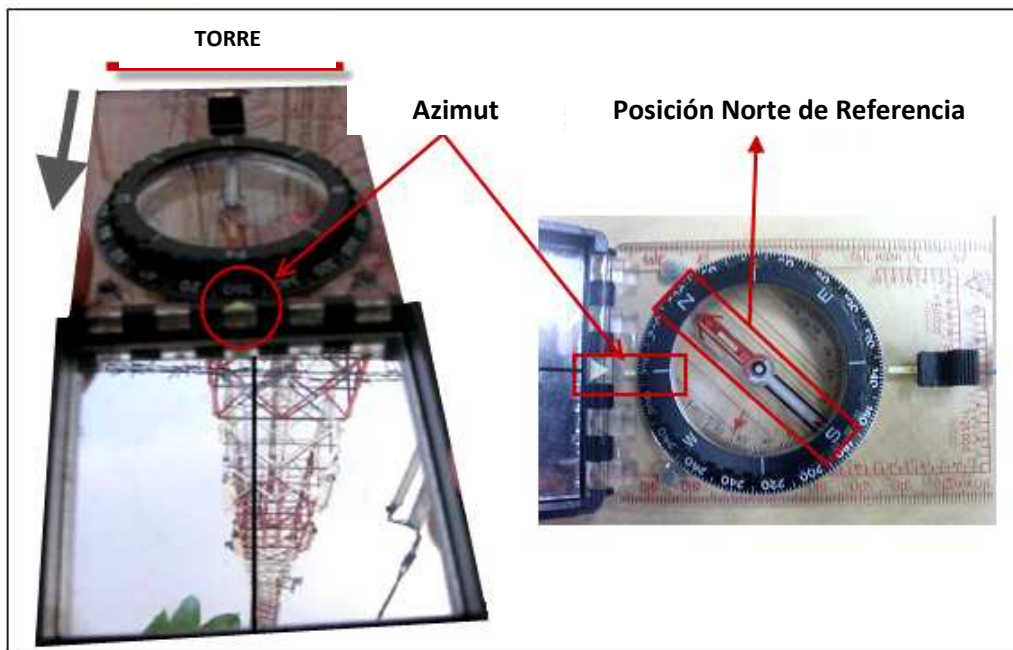


Figura 94. Medición Azimut de Antenas [6].

3.1.5.2. TILT DE ANTENA

El concepto de tilt es un tema muy complejo y aunque concierne en este proyecto, no es necesario tener una noción completa del mismo para poder realizar la instalación. Como ya he dicho anteriormente, TME y más concretamente el optimizador correspondiente de la provincia donde se trabaja es el encargado de supervisar la estación remotamente, realizar sus cálculos oportunos y decirnos a nosotros qué tilt dejar en las antenas.

Así que voy a intentar explicar de una manera simple cómo funciona el tilt para que se tenga una idea de su utilidad. Para poder comprenderlo hemos de tener presente el concepto de diagrama de radiación; es una representación gráfica de cómo se propaga la señal a través de la antena. Se puede ver un ejemplo representativo de diagrama de una antena direccional con apertura horizontal de 65° a continuación, en la Figura 95:

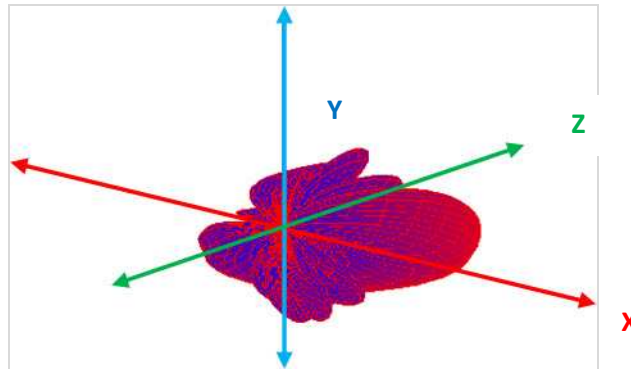


Figura 95. Diagrama en 3D de una Antena direccional [16].

De forma simplificada el diagrama muestra la ganancia de la señal en tres direcciones X, Y y Z. En la práctica trabajar con diagramas en tres dimensiones resulta más complicado así que imaginemos este mismo representado en dos dimensiones. Si mirásemos el diagrama de la antena desde arriba y desde un lado veríamos aproximadamente lo que se representa en la Figura 96, a estas vistas se las denomina respectivamente diagrama horizontal y vertical de la antena.

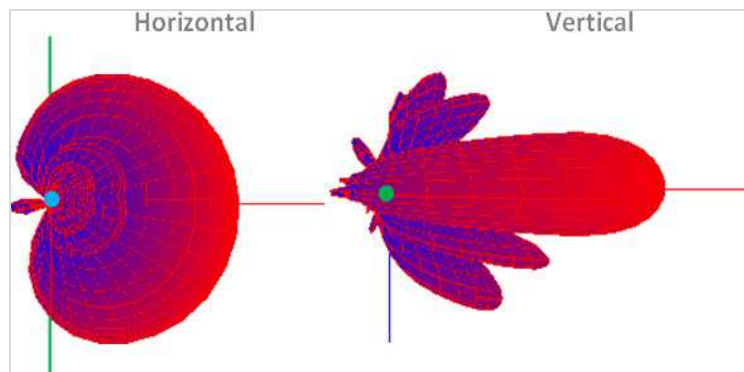


Figura 96. Diagrama Horizontal y Vertical de una Antena [16].

Todo diagrama de antena, tanto el horizontal como el vertical, viene representado en sus hojas de características tal como se muestra a continuación en la Figura 97. Donde las filas o rectas representan la dirección (azimut) con marcas en 0, 90, 180 y 270 y las curvas o círculos, indican la ganancia en esa dirección (por ejemplo el círculo mayor señala dónde la antena logra una ganancia de 15 dB).

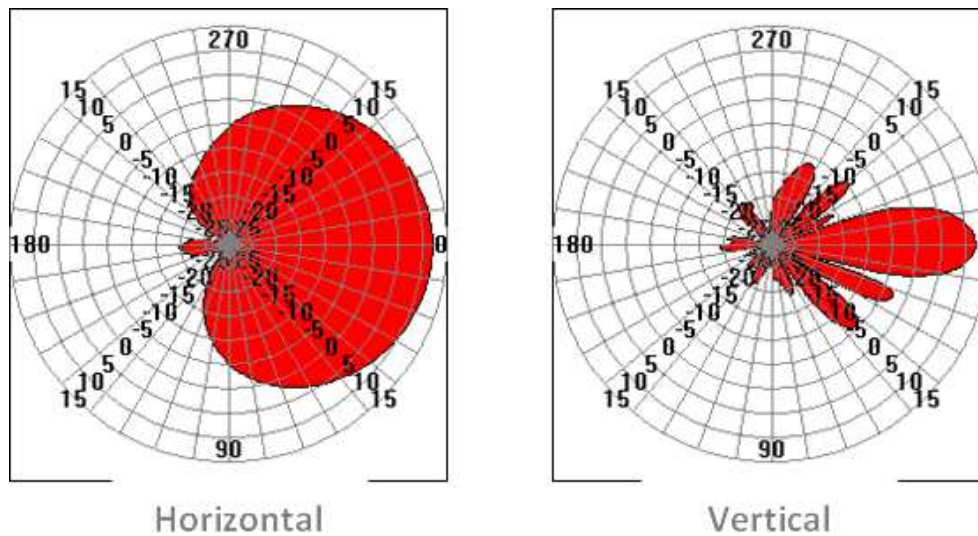


Figura 97. Representación Diagramas de Antena [16].

Ahora bien, de acuerdo con el tilt aplicado conseguiremos modificar este diagrama es decir, se podrá afectar en el área de cobertura. Por ejemplo, inclinando la antena hacia arriba y con 10 grados de tilt eléctrico, los diagramas adquirirían la forma que se muestra en la Figura 98.

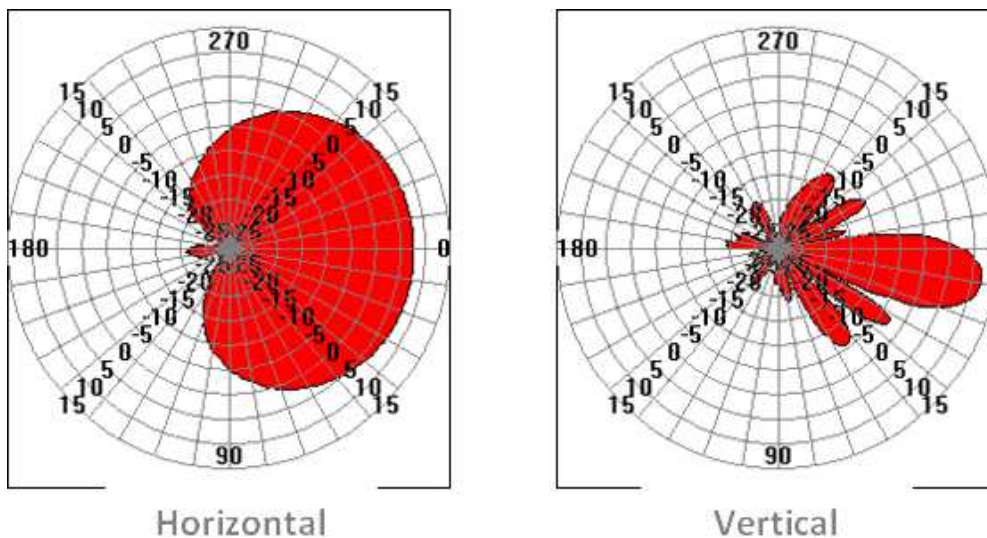


Figura 98. Representación Diagramas de Antena con modificación de tilt [16].

Podemos ver cómo en el diagrama vertical la señal de máxima amplitud ya no es para el mismo azimut de 0° sino que ahora sería aproximadamente para 10° y, en el diagrama horizontal se observa cómo la ganancia ha disminuido en su punto máximo de ser 12 dB a 6 dB aproximadamente.

Conocido el concepto de tilt podemos hablar ahora más acerca de él, concretamente de cuál es su propósito en la antena. Hay dos tipos de tilt (tilt eléctrico y tilt mecánico) en la antena; hablemos de ellos por separado.

-TILT MECÁNICO:

El tilt mecánico es sencillo de entender, con él inclinamos la antena. Sin cambiar la fase de la señal de entrada se modifica el diagrama de radiación y en consecuencia la dirección de propagación de la señal. Es decir, dirigimos la irradiación de la antena concentrando la energía en la dirección que se precise. Cuando la antena está inclinada hacia abajo lo llamamos “downtilt”, que es el uso más común y si la inclinación es hacia arriba (son muy raros los casos), lo llamamos “uptilt”. Por esta razón cada vez que me refiera de aquí en adelante a tilt mecánico, vamos a estar hablando de “downtilt” y si hago referencia específicamente a “uptilt”, utilizaré esta nomenclatura explícita.

La inclinación mecánica es proporcionada por el kit de herrajes específicos incluidos en el paquete de la antena; previamente a una sustitución de antenas nos aseguraremos que los nuevos paneles traigan consigo los kit de herrajes. Según la necesidad de radiación, el herraje de inclinación se instalará abajo (para uptilt) o arriba (para downtilt) en las ranuras de la parte trasera de la antena destinadas para ello. Siempre se instalarán teniendo la antena en el suelo puesto que el trabajo de intercambio de herrajes en el aire resultaría mucho más complicado y podría no garantizar la buena instalación.

Se muestra a continuación en la Figura 99 la desviación de señal aportada al introducir tilt mecánico en la antena:

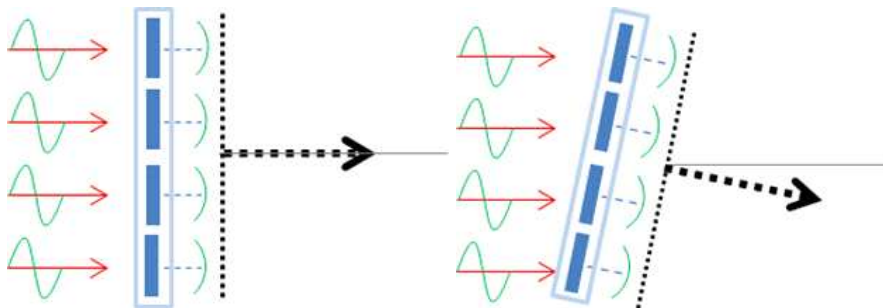


Figura 99. Desviación de dirección de señal producida por el tilt mecánico [16].

Para la medición del tilt mecánico empleamos un inclinómetro digital que apoyado sobre la parte trasera de la antena nos permitirá medir su grado de inclinación.

Puede verse en la Figura 100 la forma de ajustar el tilt mecánico en una antena, la apertura del herraje en V se realiza mediante el giro de una rueda de ajuste donde vienen marcados los grados de inclinación de la antena. Aunque suele resultar fiable lo que muestra la rueda y la inclinación real aportada a la antena, TME pide que se compruebe con el inclinómetro. Colocándolo en la parte trasera de la antena, como ya hemos dicho, se pueden reajustar los grados con la rueda si hiciera falta.

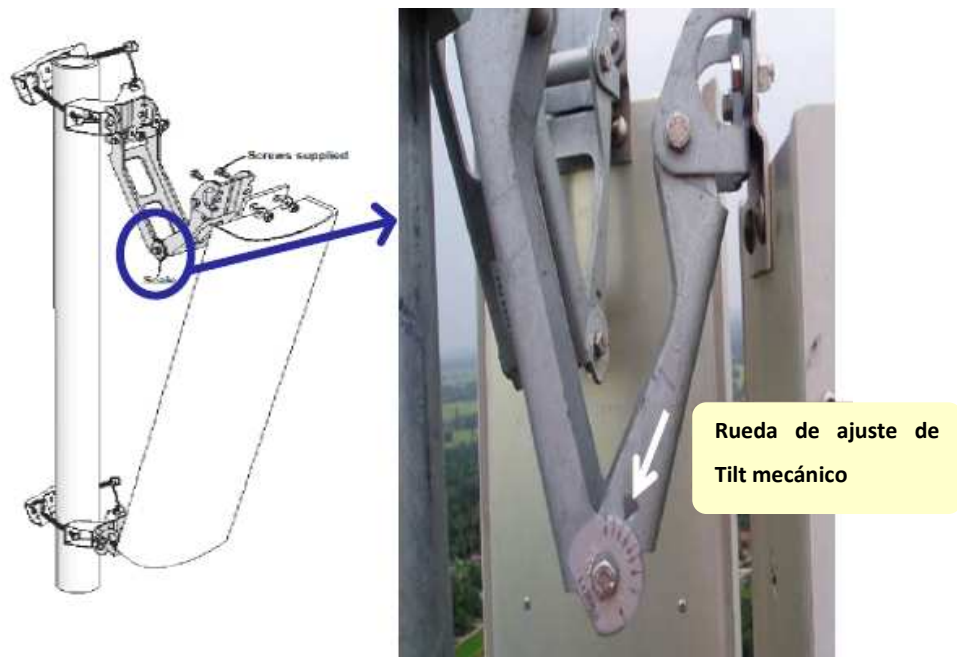


Figura 100. Ajuste de Tilt Mecánico en Antena [6].

-TILT ELÉCTRICO:

Con el tilt eléctrico se transforma el diagrama de radiación de la antena mediante la modificación de las características de la fase de señal de entrada. Veamos el mismo esquema mostrado anteriormente, con la adición de tilt eléctrico en la Figura 101.

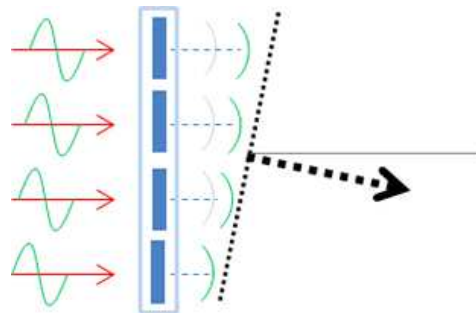


Figura 101. Modificación de señal con la aplicación de tilt eléctrico [16].

El valor del tilt eléctrico puede ser fijo o variable, en este segundo generalmente es ajustado a través de un accesorio como una varilla, perno o lengüeta marcado con la graduación. Aunque el ajuste puede realizarse de forma manual o también remota, a este último caso se le conoce como RETU (Unidad Remota de Tilt Eléctrico). Véase la Figura 102, representación de la instalación del RETU.

El RETU es un motor que se conecta directamente a un conector de entrada de la antena, teniendo que ser el modelo de la antena propicio para ello. El motor permite la modificación del tilt eléctrico sin necesidad de acceder a la antena. Sin lugar a dudas utilizar antenas con tilt eléctrico variable es la mejor opción, aportando al optimizador mayor facilidad para modificarlo. Sin embargo esta solución es generalmente más cara y por ello lo más común es encontrar antenas con tilt eléctrico manual variable.

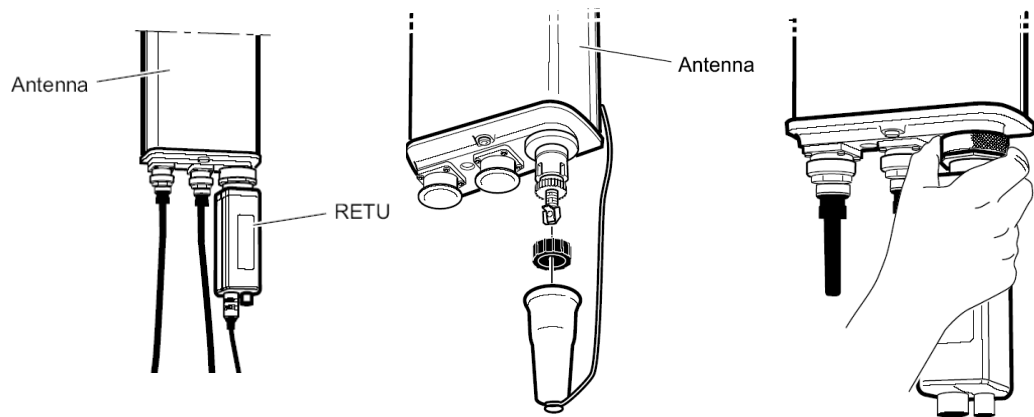


Figura 102. Instalación de RETU en Antena [8].

Desde el RETU se conecta un cable de control y alimentación hasta el RIU, elemento que se encarga de su control, ver Figura 103. El RIU siempre se ha de instalar lo más cerca posible de la antena y puede fijarse a pared mediante dos anillas laterales, o bien, puede instarse en tubo mediante una abrazadera metálica.

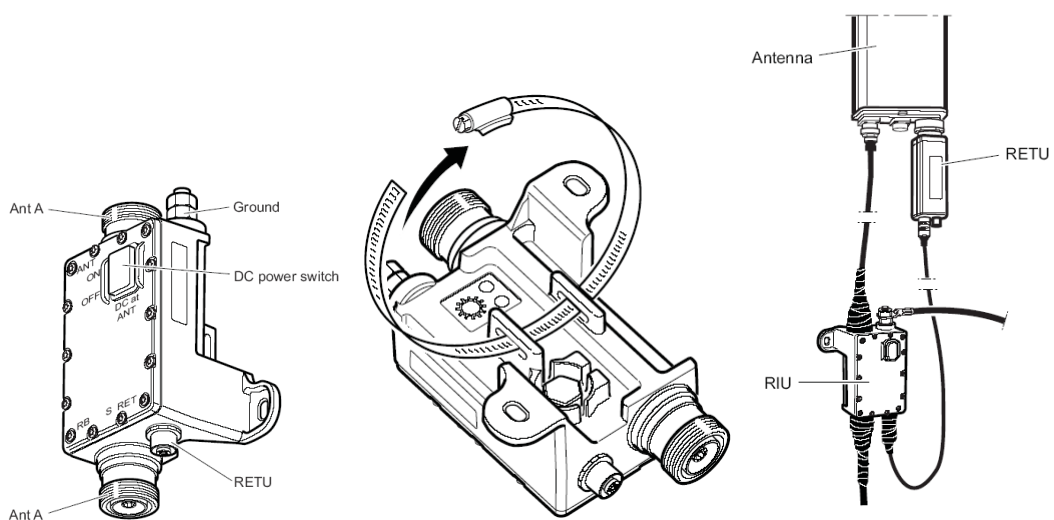


Figura 103. Instalación RIU para control de tilt eléctrico en Antena [8].

El operador móvil, en este caso TME, es la que decide si colocar RETU en las antenas así que no es decisión nuestra instalarlo o no. Las antenas con tilt eléctrico variable manual resultan mejor opción de las de tilt fijo en caso de no disponer de RETU.

Puede verse en la Figura 104 la forma de ajustar el tilt eléctrico en un modelo concreto de antena Kathrein donde el accesorio de ajuste tiene forma de varilla. Cada fabricante especifica en las hojas de características (pueden consultarse en el apartado de Anexos: Anexo A) de la antena, el rango de tilt eléctrico (valor mínimo y máximo). En antenas con más de una tecnología, cada una cuenta con su ajuste de tilt eléctrico quiero decir, por ejemplo en una antena tribanda habrá tres accesorios de ajuste.

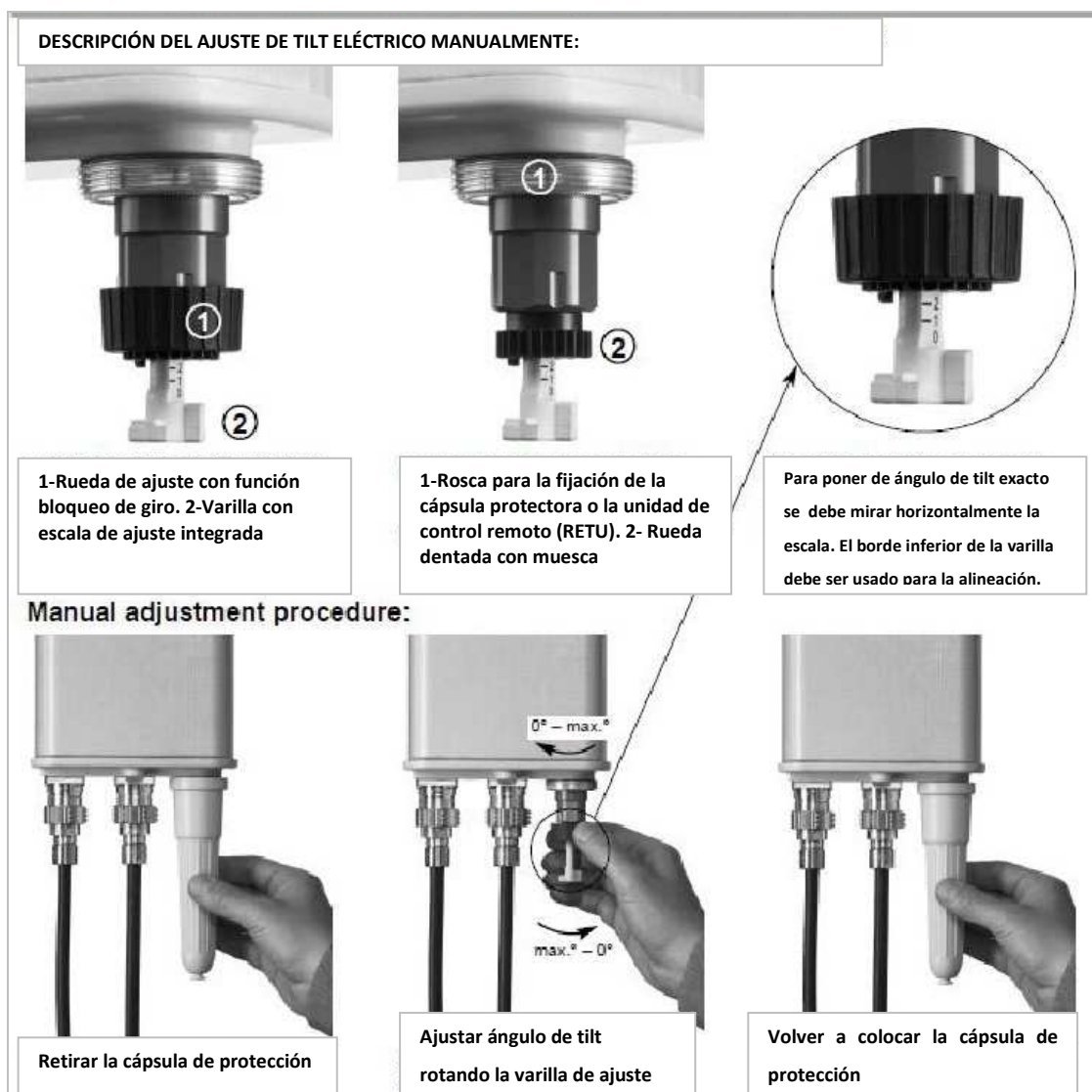


Figura 104. Ajuste de Tilt Eléctrico en Antena [17].

Una vez se haya ajustado el tilt eléctrico al valor deseado, es importante volver a colocar la cápsula de protección para impedir que cualquier inclemencia repercuta en su estado. La muesca de la rueda de ajuste es la que debe quedar horizontalmente a la altura del número de grados de tilt que se quiera dejar.

Hemos mostrado en la Figura 98 como cambiaba el diagrama de radiación al aplicar en la antena tilt eléctrico y mecánico. Pero esta variación difiere dependiendo del tipo del tilt que se aplique, afectando de forma diferente en la señal irradiada. De forma simplificada, mediante unos dibujos representados a continuación en la Figura 105, se explica cómo se comporta el diagrama de radiación horizontal de una antena al aplicarle tilt eléctrico y mecánico para una apertura horizontal de 90° y otra de 65°.

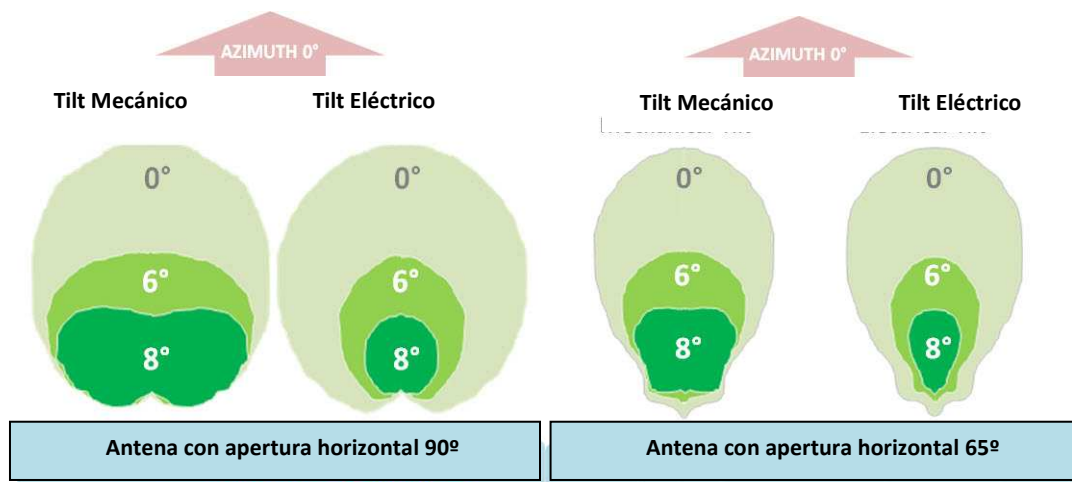


Figura 105. Afección de los tilt en el diagrama horizontal [16].

El comportamiento va a ser el mismo independientemente de la apertura horizontal de la antena, sin embargo se puede observar como cada tipo de tilt afecta al resultado final en cobertura.

En definitiva, con el tilt mecánico se reduce el área de cobertura en dirección central, pero el área de cobertura en las direcciones laterales agranda. Y con el tilt eléctrico, el área de cobertura sufre una reducción uniforme en la dirección del azimuth de la antena, es decir, la ganancia se reduce uniformemente. Así que hablar de ventajas de un tilt respecto al otro no tiene sentido, cada uno está vinculado a la aplicación o función para la que sirve.

En general, el concepto básico de aplicación de tilt en la antena es únicamente para mejorar la señal en zonas cercanas al emplazamiento con el requerimiento de empeorarla en zonas más alejadas. Por supuesto la cobertura aportada por las antenas no va a depender únicamente de los tilt, variables como la altura, el modelo de antena, la topografía de la zona, los obstáculos existentes, etc. van a estar también implicadas.

3.2. ELEMENTOS DE AMPLIFICACIÓN O COMBINACIÓN

3.2.1. INSTALACIÓN DEL AMPLIFICADOR DE TORRE

Cuando se instalan portadoras de más de 40 W, al radiar con mayor potencia será necesario equilibrar el *uplink*. Se conoce como rango *uplink*, a la limitación del área de cobertura emitida por las antenas de una BTS debido a la sensibilidad de la estación y sobre todo a la señal/potencia transmitida del teléfono móvil hacia las antenas base.

Una antena base transmite una señal mucho más fuerte que la señal que recibe el teléfono móvil, pero el TMA corrige este desequilibrio. La instalación de amplificadores en la torre mejora la sensibilidad en el receptor de la BTS por la reducción de la figura de ruido; además de conseguir una mejor inmunidad a la interferencia por proveer filtración adicional y reducir la potencia de transmisión de los teléfonos móviles.

El bajo ruido del amplificador proporciona una mejor cobertura a los usuarios reduciendo la posibilidad de desconectarse del sistema de comunicación involuntariamente. Esto aumenta el rango de cobertura *uplink*, reduce las llamadas caídas y aumenta el tiempo de vida de la batería del teléfono móvil debido a que la potencia transmitida requerida disminuye porque la BTS llega a ser más sensible a señales más débiles.

Según el operador TME se deben instalar TMAs para la tecnología UMTS 900, siempre que las pérdidas introducidas por el sistema radiante entre el bastidor compacto y la antena sean superiores a 1 dB. Más adelante en el apartado 4.1 "*Pérdidas en el cableado RF. Criterios permitidos*" se tratará más extensamente el tema de la atenuación y las pérdidas.

Los amplificadores montados en torre, llamados TMAs, se instalan lo más cercano posible a la antena y en vertical, aprovechando si se puede el tubo de amarre de la antena. Solemos colocarlos a la espalda de la antena para reducir su exposición al viento.

TME nos ha suministrado en este proyecto un par de modelos de TMA (puede verse en el apartado de Anexos: Anexo B, sus hojas de características):

- TMA de Katherein (dWTMA): no dispone de conexión al RETU.
- TMA de Ericsson (ASC): con conexión al RETU.

La conexión a la antena y hacia la RBS debe realizarse sin cruzar los cables de RF y respetando las entradas tal cual están marcadas. Se muestra a continuación, en la Figura 106, la forma de conexión de un modelo de TMA.

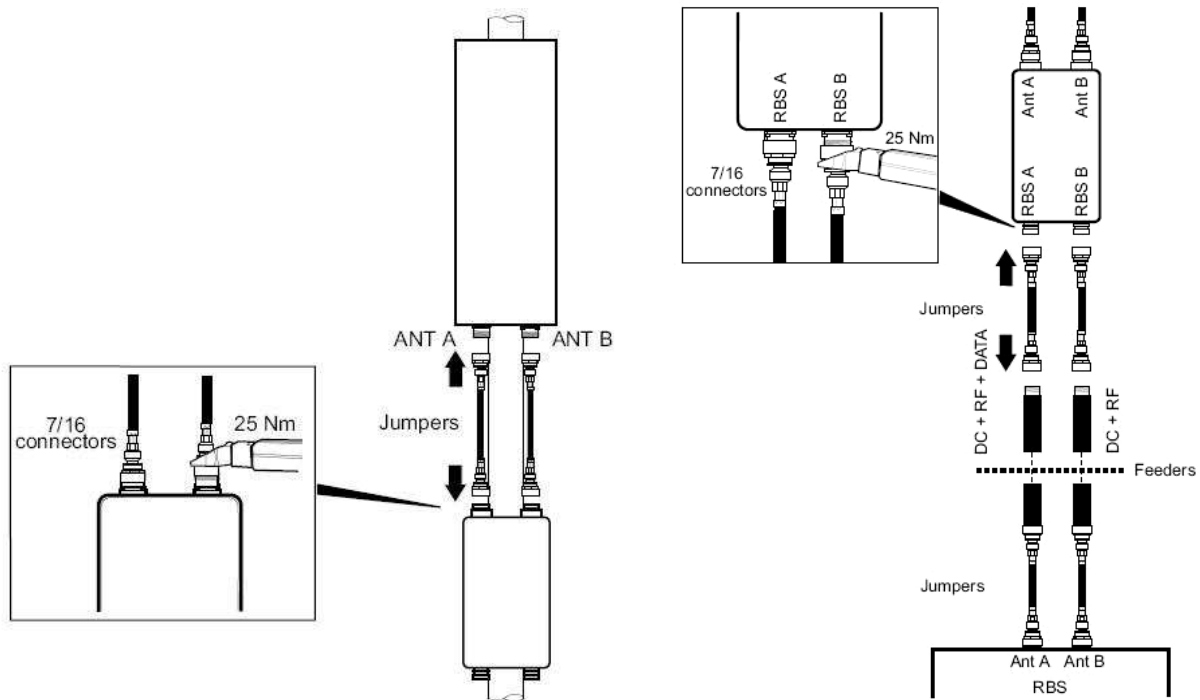


Figura 106. Conexión TMA a RBS y Antena [5].

3.2.2. INSTALACIÓN COMBINADOR DE SEÑAL RF

En el pasado apartado de este proyecto, “3.1.1.2 Utilización de combinadores externos para combinar G900 y W900”, se abordó este tema. Se explicó el caso en el que los utilizábamos para la instalación del sistema UMTS900, los modelos que disponíamos y de forma simplificada la manera de instalarlos.

Sólo se añadirá un aspecto más al respecto de la instalación de combinadores enlazando con el apartado anterior. La instalación de TMAs no repercute en la de los combinadores, cuando haya que instalar combinadores y TMAs en las mismas tiradas de cable coaxial se realizará como se muestra en el esquema de la izquierda a continuación en la Figura 107 y, en caso de que no se necesite amplificar la señal se conectarán combinadores y antena como el esquema de la derecha.

En este caso en los esquemas se representan combinadores híbridos, siendo igual la conexión para el modelo de cavidad utilizado en otras instalaciones.

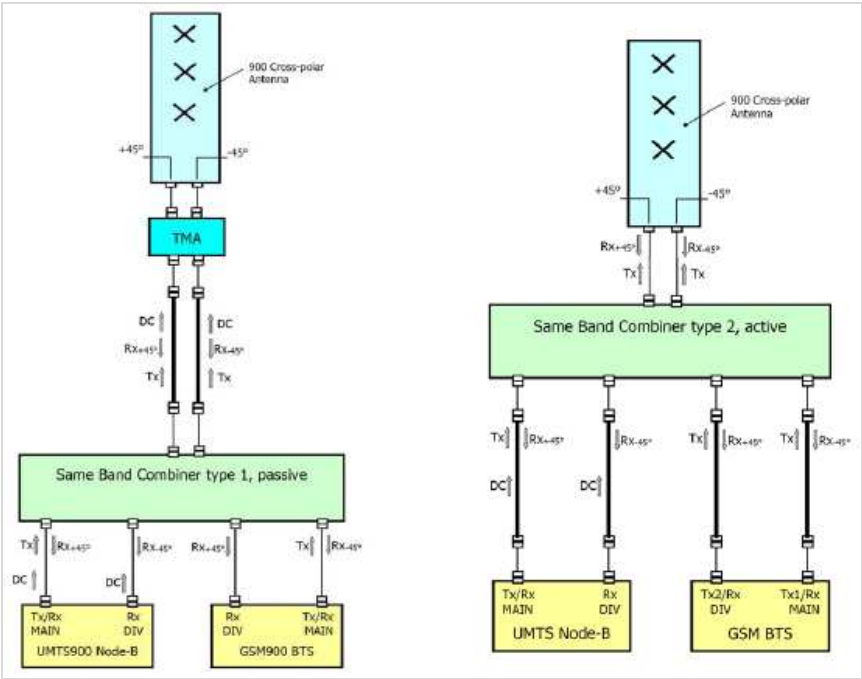


Figura 107. Conexión Combinador-Antena con y sin TMA [5].

3.2.3. GUÍA ONDA O TIRADA PRINCIPAL DE COAXIAL

El cable principal que cubre el camino desde la antena hasta el interior de la caseta o hasta el propio bastidor si es de intemperie, siguiendo la escalerilla, bandeja o camino de cables existente puede ser coaxial (de 1/2", 7/8" o 5/8") dependiendo prioritariamente de la longitud de tirada necesaria. Y se empleará F.O. (fibra óptica) cuando se emplee el modelo RBS6601.

Las curvas a realizar durante la instalación del cable no superarán en ningún momento el radio de curvatura máxima recomendada por el fabricante.

TIPO CABLE	MÁX. LONGITUD	RADIO CURVATURA	USO TÍPICO
1/2"	20 m	125 mm	DISTANCIAS CORTAS
7/8"	35 m	250 mm	CABLE POR DEFECTO
5/8"	>35 m	500 mm	ESPECIAL
F.O.	50 m y 70 m	40 mm	NODO DISTRIBUIDO

El cableado empleado en la instalación consta de diferentes capas, véase Figura 108, del interior hacia el exterior compuesto por: conductor interno, dieléctrico, conductor externo y forro.

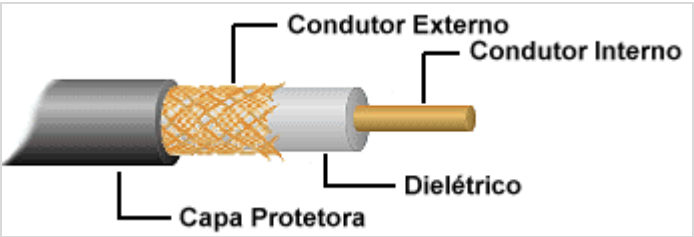


Figura 108. Capas del Cable Coaxial [18].

Respecto al coaxial de 1/2" que empleamos en este tipo de instalaciones existen un par de variedades que son, coaxial corrugado de 1/2"Semirrígido (SR) y corrugado de 1/2"Superflexible (SF). Cada uno utilizado para un caso concreto en base a sus especificaciones técnicas.

El coaxial corrugado SF se utiliza para solución en interior de edificio, sus capas son de diámetro inferior a las del coaxial corrugado normal y esto le proporciona una mayor flexibilidad. Por tanto, se empleará este modelo en interior y el corrugado SR para exterior. Siempre que la distancia entre el equipo y la antena sea inferior a 20 metros se empleará este tipo de cable, situación poco frecuente. El motivo por el que resulta incongruente emplearlo en distancias más largas es porque supone una atenuación muy elevada, para una frecuencia de 900 MHz conlleva una pérdida de (6,85 dB/100 metros).

Cuando no se pueda utilizar cable de 1/2" en la tirada principal, siempre que no sea superior a 35 metros, se empleará cable coaxial de 7/8". Este tiene una atenuación aproximada para una frecuencia de 900 MHz de (3,56 dB/100 metros); normalmente es el tipo de cable que se utiliza en las instalaciones. Si la distancia fuera superior a 35 metros, habría que plantearse realizar la instalación con cable coaxial de 5/8" por el mismo motivo que antes. Sin embargo, de todas las instalaciones realizadas no hemos encontrado ninguna que supere esta distancia límite de 35 metros; así que puedo considerarla por experiencia como poco habitual.

Y el último de los cableados empleados es el de F.O, caracterizado por su casi inexistente atenuación de señal y utilizado únicamente en las infraestructuras donde se instale un RBS 6601. Esto es exclusivamente cuando las pérdidas en el cableado RF superen los criterios marcados por la norma NIR-318 explicados más adelante en el apartado 4.1. Véase su estructura en la Figura 109 mostrada a continuación.

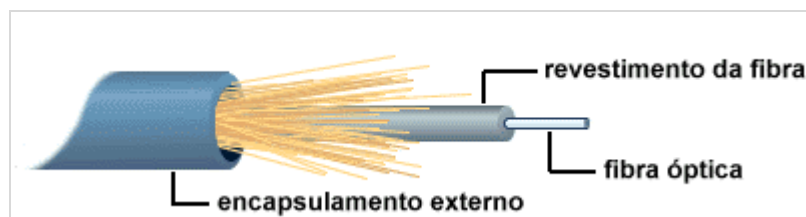


Figura 109. Capas del Cable de F.O [18].

Como ya explicamos anteriormente, este modelo consta de una unidad principal (MU) y de un número de unidades de radio remotas (RRUs). La conexión entre la MU y cada RRU se realiza a través de cable de fibra óptica. Se explicó en el apartado 2.2.2.4 de este proyecto su instalación detalladamente.

El cable de F.O nos lo proporciona Ericsson con el bastidor de radio y viene ya conectorizado de fábrica y con tapones protectores que se deben retirar inmediatamente cuando se realice su conexión y no antes para evitar dañar el cable. En la conexión del cable de F.O hay que tener especial cuidado, tal como ocurre en el coaxial no permite doblarse de forma indefinida, en este hay un radio de curvatura máximo de 40 mm.

Se nos han suministrado un par de medidas de longitud de tirada que son, 50 y 70 metros; normalmente se suele emplear la primera dejando arrollado en una coca el sobrante encima del propio bastidor de radio.

3.3. FEEDERS O LATIGUILLOS

La instalación de latiguillos en antenas tiene por objeto facilitar la interconexión de la antenna con el cable principal o guía onda, debido a la mayor flexibilidad de los latiguillos. Se emplean siempre latiguillos de cable coaxial de 1/2 “SR con conectores 7/16 en ambos extremos. Su longitud normalizada es de dos metros, salvo que en replanteo de obra se especifique que alguno o todos ellos tengan que ser de mayor longitud para evitar problemas de conexión o cruces en el trazado de cables.

Se realizan en suelo donde siempre hay menor dificultad en el manejo de los materiales; una vez instalada la antenna y rearmadas las tecnologías existentes se procede a instalar los latiguillos del nuevo sistema incorporado en la estación.

El latiguillo se sujeta al propio mástil de la antenna mediante grapas plásticas, bajando verticalmente desde la antenna y formando una curva sin forzar hasta el cable principal. Una vez interconectada la antenna al cable principal, se encantan los conectores con tres vueltas de cinta vulcanizable y otras tres de cinta aislante negra para evitar la entrada de agua al interior.

Los latiguillos se marcan en ambos extremos mediante cintas adhesivas de colores, mediante el código de colores establecido por su operador. Se muestra a continuación en la Figura 110 la rotulación que utiliza TME para las instalaciones UMTS 900, para el marcado sectorial (azul, blanco y verde) y para la definición de tecnología W900 (naranja).







SECTOR	ANTENA A	ANTENA B	COLOR
SECTOR 1			AZUL NARANJA
SECTOR 2			BLANCO NARANJA
SECTOR 3			VERDE NARANJA

Figura 110. Identificación de cables RF.

De este modo, podemos reconocer las antenas y sus respectivos sectores sin necesidad de seguir el cable desde el equipo hasta la antena. La señal TX/RX A se conecta al dipolo +45° C (conector de la derecha mirando la antena de frente) y la señal TX/RX B al dipolo -45° C

A parte del marcaje con cintas de colores se colocan etiquetas en cada uno de los latiguillos y también en la tirada principal donde, se debe leer la tecnología, el sector y la boca (A o B) de entrada (ej. U 900 S1 A). Cuando el UTMS900 vaya combinado con el GSM en todas las etiquetas desde la salida del combinador se pondrá una “G” (de GSM) delante para identificarlo (ej. G/U 900 S1 A).

En el exterior se emplean etiquetas metálicas troqueladas sujetas mediante bridas metálicas y para el interior se usan etiquetas plásticas escritas con rotulador indeleble.

Cuando hablo de latiguillos de interior me refiero a los que sirven para interconectar el cable principal con el equipo de radio y estos se realizan siempre con cable coaxial de 1/2 “SF de la longitud adecuada. El conector del extremo que se conecta al equipo de radio es acodado y el del otro extremo un conector 7/16. Los latiguillos se sujetan mediante grapas plásticas separadas una longitud máxima de 50 cm a la escalerilla o rejiban.

3.4. KITS DE TIERRA DE LA GUÍA ONDA

La puesta a tierra de las guías onda, se realiza con la finalidad de eliminar el ruido en la señal de RF y de evitar inducciones en la señal de RF en caso de una descarga atmosférica en cualquier punto de la torre. Para ello empleamos un kit (Grounding Kit) de puesta a tierra que consiste básicamente en una abrazadera que permite la unión eléctrica del conductor exterior del cable o guía de descenso de antena con la torre. Se pueden observar los modelos instalados según el tipo de cable en el apartado de Anexos: Anexo G. La vinculación en la parte superior se realiza después de la curva del cable y a nivel inferior, antes de la curva que ingresa a la caseta o directamente al equipo si es de intemperie para evitar curvas innecesarias. La conexión eléctrica a la torre no se realiza directamente sobre ésta sino sobre una pletina de tierra en la que se conectan los kits de puesta a tierra. Esta conexión debe de ser lo más corta posible y en posición vertical (descendente). Se aprovecha la pletina de tierra de la torre dispuesta en anteriores instalaciones de otras tecnologías; permite futuras ampliaciones puesto que dispone de puntos de conexión de sobra.

Como mínimo, se ha de realizar la conexión de kits de tierra en el descenso de la guía en dos lugares pero, de acuerdo a la altura de la estructura puede diferir del siguiente modo [27]:

ALTURA	CANTIDAD DE KIT DE TIERRA
<50 m	2
>50 m y <75 m	3
>75 m y <100 m	4

A continuación se muestran en la Figura 111 los pasos para instalar el kit de tierra en un modelo de guía cualquiera:

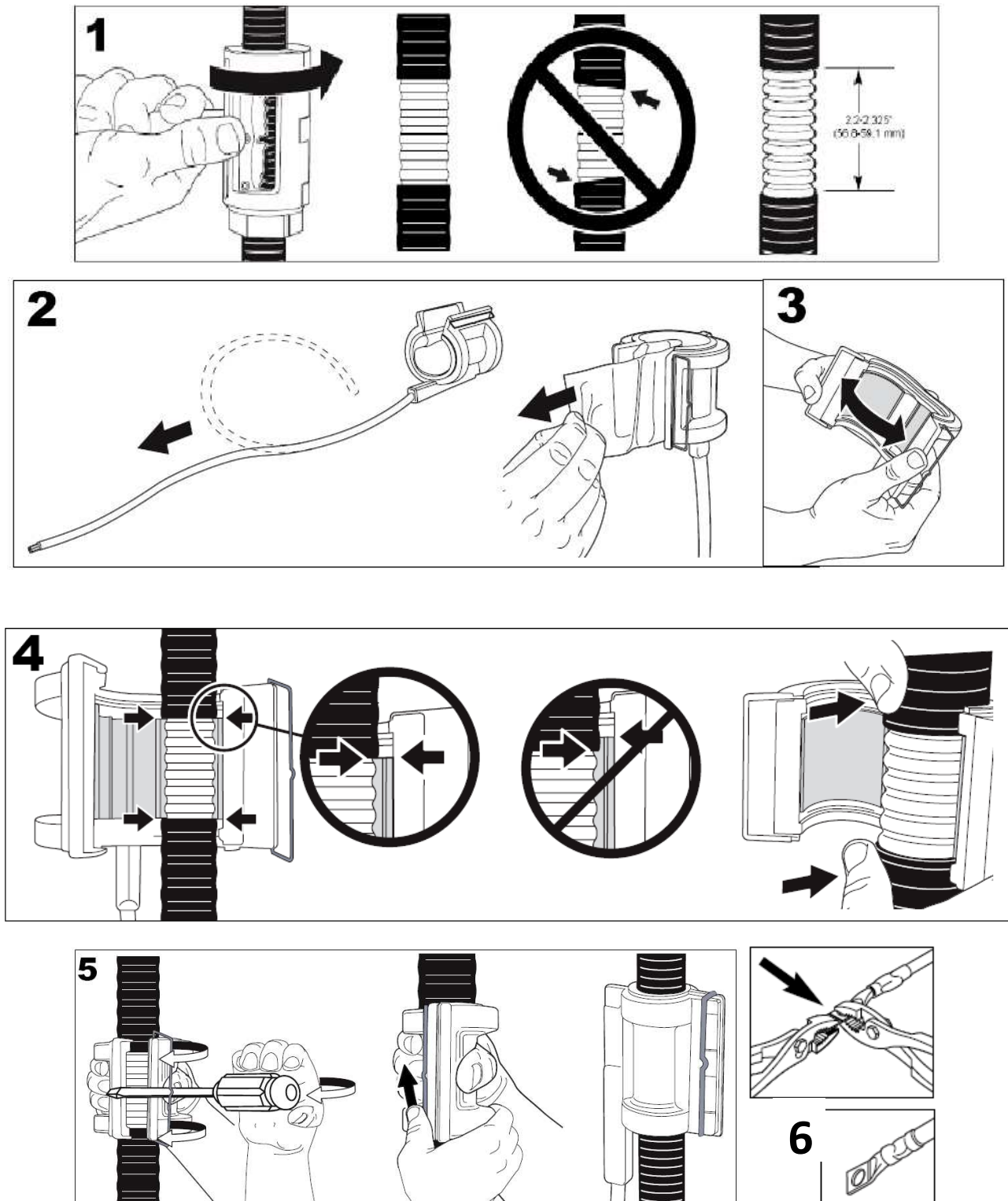


Figura 111. Instalación de kit de tierra en cable coaxial [19].

- 1- Se emplea herramienta apropiada para lograr un corte recto exacto y evitar posibles filtraciones de agua. Se cortará con ésta el forro del cable coaxial quedando al descubierto el conductor exterior de la guía que será la que se pondrá en contacto eléctrico con el interior de la abrazadera del kit.
- 2- Estirar el latiguillo de puesta a tierra que se conectará atornillado en la pletina de torre y retirar el precinto plástico del interior de la abrazadera.
- 3- Abrir la abrazadera para insertarla rodeando el corte realizado en la guía. Hay diferentes tamaños de abrazaderas dependiendo del diámetro de la guía donde se vaya a instalar.
- 4- Instalar el kit en la guía tal como se muestra en la imagen, de manera que sus ranuras coincidan con los extremos del tramo de corte del cable. Y presionar con las yemas de los dedos la guía para que quede encajada dentro de la abrazadera.
- 5- Ayudándonos de un destornillador y presionando alrededor de la abrazadera la cerraremos y pasaremos la pestaña de cierre de seguridad. En otros modelos o marcas el cierre de seguridad son un par de tornillos que deberán de apretarse para conseguir el cierre hermético de la abrazadera.
- 6- Por último recortar el latiguillo de puesta a tierra y colocar la puntera que se atornilla a la pletina de torre.

El resultado final se muestra en las imágenes mostradas en la siguiente Figura 112. Se pueden ver los kits de tierra completamente encintados en la imagen de la izquierda y las respectivas conexiones de cada kit en la pletina de cobre en la imagen de la derecha. Como se puede intuir, debido a la distancia reducida de esos latiguillos, los kits de tierra no pueden instalarse en cualquier tramo de la guía. Como ya hemos dicho, dependiendo de la longitud de la tirada de cable habrá que instalar más o menos kits de tierra pero lo que sí es seguro que como mínimo habrá que instalar uno al principio del recorrido y otro justo antes de las antenas.



Figura 112. Ejemplo instalación kits de tierra en guía onda.

3.5. CONECTORES

Según el calibre del cable tendrá que seleccionarse el conector adecuado, aplicando luego técnicas comunes para los distintos proveedores, Andrew, RFS, etc. Siempre teniendo especial cuidado en las terminaciones y en los cortes en el cableado.

Para evitar posteriores trabajos de corrección en altura, se ha de comprobar el correcto ensamblado de los conectores en la guía antes de proceder a instalarla. Y luego una vez instalado totalmente el sistema radiante, se volverá a revisar el ensamblado de conectores y estado de guía mediante la medición de ROE.

Se muestra a continuación en la Figura 113 indicaciones de los pasos a seguir para el ensamblado correcto de un conector en un cable coaxial cualquiera:

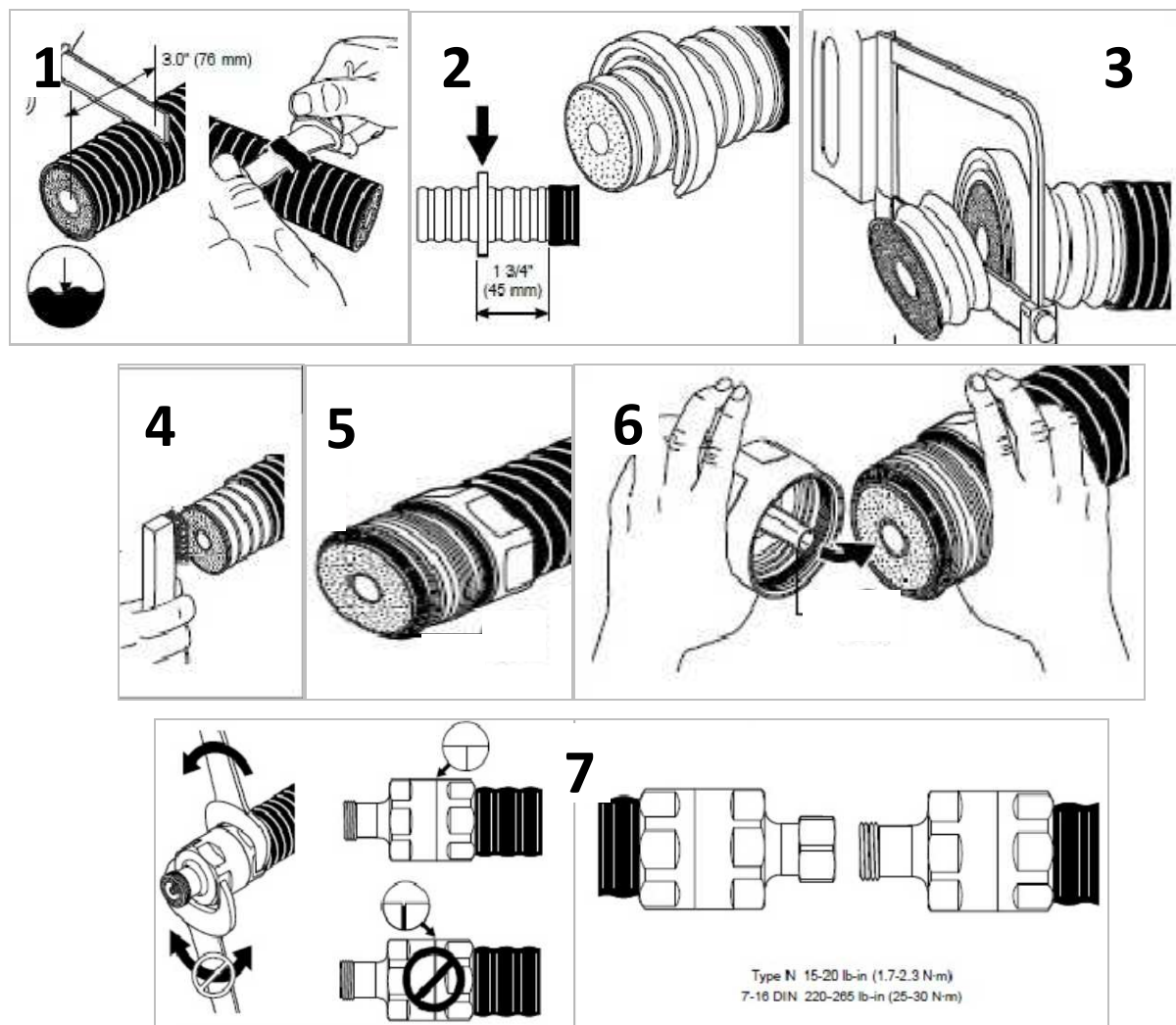


Figura 113. Ensamblaje de un conector en cable coaxial [19].

- 1- Se recorta el envoltorio o forro del cable empleando herramienta adecuada, la longitud del tramo a recortar dependerá del calibre del coaxial, por ejemplo para un 5/8" aproximadamente 70 mm.
- 2- Colocar en la posición señalada la guía para aserrar, dejando detrás el tramo de conductor exterior que encerrará el conector; por ejemplo para un 5/8" aproximadamente 41 mm.
- 3- Cortar el cable al nivel de la guía de la sierra e inspeccionar la superficie de asiento (tramo de coaxial sin envoltorio), si está dañada cortar de nuevo más atrás volviendo al paso nº 1.
- 4- Retirar las rebabas, limpiar las virutas del serrado con un cepillo.
- 5- Añadir la tuerca sujetadora encajándola al final de la superficie de asiento y luego añadir el anillo elástico al principio para evitar entrada de agua.
- 6- Comprimir el material de espuma que se encuentra en el dentro del conductor interno, al menos unos 3 mm.
- 7- Apretar el conector con una llave desde la tuerca de sujeción y no desde el propio conector para no dañarlo. El ensamblaje del conector es correcto cuando al introducirlo en el otro extremo/conector no existe apenas separación entre ambos.

En el caso extremo en que se tengan que dejar conectores libres en punta, estos serán completamente impermeabilizados en espera de su aplicación.

El encintado ha de garantizar la correcta protección de conectores en intemperie, mantener todos los conectores correctamente encintados supondrá que estén impermeabilizados y aislados de la intemperie. Tiene que realizarse un encintado firme puesto que los conectores y kits de tierra son puntos de quiebre de la estructura de la guía.

Por experiencia propia tengo que decir que, el principal inconveniente que surge en este tipo de instalaciones es debido a la mala ejecución en el ensamblaje y protección de conectores; garantía del deterioro de la impermeabilización y filtrado de agua a largo plazo.

3.6. SISTEMA CLAMPEADO Y SOPORTE GUÍA

Una vez se hayan instalado las guías de onda en su tramo vertical en la torre y en las escalerillas horizontales si las hubiese, nos encargaremos de darles un adecuado soporte mediante una combinación de "clamps" y grapas o amarres. El cableado siempre debe transcurrir sujeto al camino dispuesto para su recorrido, fijado mediante grapas homologadas con tuerca y contratuerca (a este tipo de grapas se las conoce también como morsetos de sujeción). El cableado se agrupa por sectores (s1, s2 y s3) con una separación máxima entre ellas de 80 cm para coaxial de 7/8" y de 60 cm para el de 1/2". [23]

Todo ello es indispensable para que las guías transcurran rectas en paralelo, evitando cruces entre ellas que puedan llevar a equivocaciones en la instalación o sobre todo en posteriores revisiones de la misma. Así como mantener las curvaturas y los conectores protegidos del movimiento causado por el viento. Se muestra a continuación en la Figura 114 una fotografía del sistema de amarre o soporte de las tiradas principales de una torre.



Figura 114. Grapa Exterior de sujeción para cables.

Además de sujetar las guías mediante el sistema de clampeado se emplearán bridas metálicas recubiertas añadidas a lo largo del recorrido de la torre y sobre todo en la sujeción de los latiguillos de las antenas. En el interior de caseta se emplearán bridas plásticas para la sujeción de cableados.

3.7. DESCARGADORES

La misión de los descargadores consiste en proteger el equipo de radio de las descargas eléctricas procedentes de rayos, etc., siendo ellos el último punto de protección del bastidor frente a una descarga procedente del exterior.

Se instalan intercalados entre el cable principal y el latiguillo de interconexión con el equipo. Tantas unidades como número de guías de onda, es decir para 3 sectores se necesitan 6 descargadores. Siempre se instalan modelos híbridos que permiten el paso de corriente continua. Y no deben estar conectados con el rejiband o escalerilla metálica por ello se instalan sobre una pletina con separadores, levantando los descargadores unos centímetros por encima de la superficie de la escalerilla. La pletina de los descargadores tiene que ir igualmente conectada a tierra. En el apartado de Anexos: Anexo D se encuentran las hojas de características de todos los modelos de descargadores permitidos por TME en este proyecto.

CAPÍTULO 4. PRUEBAS EN EL SISTEMA RADIANTE

4.1 PÉRDIDAS EN EL CABLEADO RF. CRITERIOS PERMITIDOS

Las pérdidas de señal introducidas por el cableado de RF no pueden superar los criterios establecidos por la norma NIR-318 en ninguna instalación.

En el siguiente gráfico de la Figura 115 se muestran las pérdidas admitidas por TME tanto para el caso en el que se instala un Nodo B Compacto de Ericsson (RBS6102 y RBS6201), como para cuando se instala un Nodo B Distribuido de Ericsson (RBS6601).

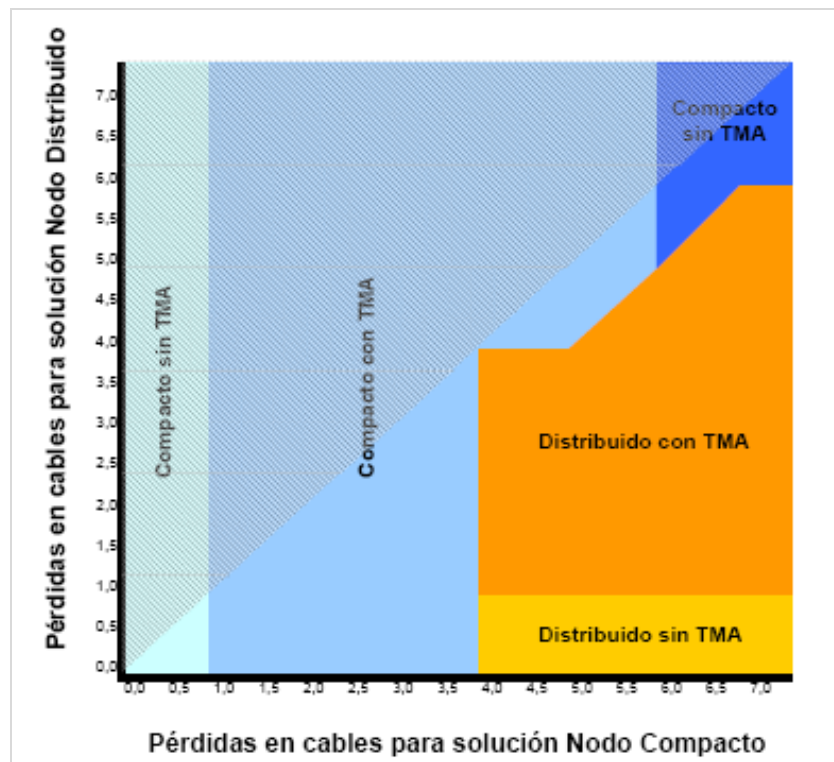


Figura 115. Gráfico Pérdidas cableado RF permitidas [15].

Cuando para añadir el nuevo sistema W900 se emplea un bastidor compacto, como puede ser el RBS6102 (de exterior) o el RBS6201 (de interior), el cableado utilizado para conectar antenas y bastidor es cable coaxial normalmente de 7/8". En cambio para la instalación de un nodo B Distribuido (RBS6601) se emplea fibra óptica (F.O.) con apenas pérdidas, es por tanto la opción empleada cuando la atenuación en el cableado RF supera los límites permitidos por la normativa.

Siendo **Lc** la atenuación introducida por el sistema radiante entre el bastidor compacto y la antena y **Ld** la atenuación introducida por el sistema radiante entre la RRU y la antena.

- Si $0\text{dB} < Lc < 1\text{dB}$ se instala equipo compacto sin TMA.
- Si $1\text{dB} < Lc < 4\text{dB}$ se instala equipo compacto con TMA.
- Si $Lc > 4\text{dB}$ (en este caso se instalará Nodo B Distribuido con F.O.):
 - Si $0\text{dB} < Ld < 1\text{dB}$ se instala equipo distribuido sin TMA.
 - Si $1\text{dB} < Ld < 4\text{dB}$ se instala equipo distribuido con TMA.
 - Si $4\text{dB} < Ld < 6\text{dB}$ y $Ld < Lc - 1$ se instala equipo distribuido con TMA.
 - Si $4\text{dB} < Ld < 6\text{dB}$, $4\text{dB} < Lc < 6\text{dB}$ y $Ld > Lc - 1$ se instala equipo compacto con TMA.
 - Si $Ld > 6\text{dB}$ y $Lc > 6\text{dB}$ se instala equipo compacto sin TMA.

4.1.1 CÁLCULO ESTIMATIVO DE PÉRDIDAS EN EL CABLEADO

Se dispone de una tabla, facilitada por el propio operador móvil TME, para realizar un cálculo estimativo de las pérdidas que se van a generar en el cableado y elementos intermedios.

Está preparada para introducir el número de elementos existentes en el sistema radiante y los metros de cada tipo de cable empleados. Véase Tabla 18.

Cálculo detallado de las pérdidas de transmisión en 900MHz	Unidades	Perd. por Unidad	Nº Unidades o longitud	Atenuación (dB)
Divisores 1:2	dB/unid.	3		0,00
Divisores 1:3	dB/unid.	4,7		0,00
Divisores 1:4	dB/unid.	6		0,00
Amplificador de torre (dWTMA)	dB/unid.	0,6		0,00
Diplexores (K793423 / K793424)	dB/unid.	0,2		0,00
Descargadores	dB/unid.	0,15		0,00
Cable 1-1/4"	dB/100 mts.	2,8		0,00
Cable 7/8"	dB/100 mts.	3,8		0,00
Cable 1/2"	dB/100 mts.	6,8		0,00
Cable 1/2" Superflexible	dB/100 mts.	10,4		0,00
Conectores	dB/unid.	0,08		0,00
Longitud de cables	mts		0	
Atenuación total	dB			0,00

Tabla 18. Cálculo detallado pérdidas transmisión 900 MHz [15].

Una vez se haya seleccionado la forma de instalación a llevar a cabo, mediante el cálculo previo de las pérdidas nos cercioraremos que la instalación resulte realmente viable y que cumpla con la normativa exigida.

4.2 MEDIDAS REALIZADAS EN EL SISTEMA RADIANTE

El papel que desempeña el sistema radiante en una estación base es fundamental, con ello no me refiero a que el resto de la instalación no tenga su papel y sea igualmente importante sino que, el operador exige en una instalación que el sistema radiante roce la perfección. Si un equipo de radio resulta defectuoso puede reemplazarse por otro sin demasiados inconvenientes sin embargo, no ocurre lo mismo cuando el fallo se encuentra en el sistema radiante. Por ello es importante desde el principio exigir una calidad en su instalación y luego mantenerlo dentro de las especificaciones en perfecto estado operativo.

Un deterioro en el sistema radiante podría causar cortes de llamadas o un empeoramiento en la calidad de voz y todo ello para el operador supone pérdidas económicas.

La herramienta básica con la que los técnicos desarrollamos nuestro trabajo de medición es el analizador portátil de cables (Medidor de ROE), utilizado para analizar el comportamiento del sistema y localizar fallos en caso de que existan.

Las medidas requeridas por TME en este tipo de instalaciones son:

- ROE
- Pérdida en el cable (Cable Loss, CL)

El medidor empleado también permite realizar otras medidas como las pérdidas de retorno (Return Loss, RL) y la localización de fallo (DTF) empleada sobre todo en revisiones de la instalación.

Siempre que se vaya a trabajar en el sistema radiante ya sea por ejemplo, una sustitución de antenas o una instalación de amplificadores etc. se realizará una medida de ROE (relación de onda estacionaria) antes de iniciar los trabajos. De este modo nos aseguraremos previamente que la situación actual no es inadecuada para que luego, nuestro trabajo no pueda ser el pretexto de una mala instalación.

Y según el resultado obtenido en la medida se actuará del siguiente modo:

- $ROE < 1,5$ es lo correcto, se continuará con el trabajo previsto
- $1,5 < ROE < 1,8$ se avisará de la situación y lo normal es que nos autoricen a continuar con el trabajo
- $ROE > 1,8$ se avisará y probablemente nos pedirán repararlo antes de seguir con nuestro trabajo

Explicemos por partes en qué consisten estas mediciones, en qué influyen en nuestra instalación y cómo realizamos las medidas.

4.2.1 DEFINICIÓN DE PÉRDIDAS DE RETORNO RL / ROE (VSWR)

Una antena es un elemento que radia o absorbe potencia en un cierto rango de frecuencia. Idealmente una antena perfectamente construida e instalada se comporta como una carga resistiva pura en la frecuencia de trabajo, convirtiendo toda la energía eléctrica de RF que envía el transmisor en energía electromagnética pero en la práctica, parte de la energía es reflejada hacia el transmisor y de este nuevamente devuelta a la antena, esto es técnicamente la ROE. Este desacople se produce por múltiples causas, una conexión defectuosa entre la antena y la línea de transmisión, cables dañados, grapas apretadas en exceso, antenas defectuosas, etc.

Si la impedancia de la antena es distinta de la impedancia del cable, la antena devolverá parte de la energía inducida a través del cable de alimentación al transmisor, lo que naturalmente no deseamos.

La ROE es la relación entre un máximo y un mínimo, consideremos V_i como el voltaje de la fuente de transmisión (voltaje incidente) y V_r como el voltaje de la señal reflejada (voltaje de retorno), quedando definida la ROE como se muestra en la ecuación (1):

$$ROE = \frac{V_i + V_r}{V_i - V_r} \quad (1)$$

La energía reflejada por la antena no solamente distorsiona la señal, sino que afecta al nivel de potencia transmitida y por consiguiente, el área de cobertura de la estación base se ve afectada. Por ejemplo, un sistema con una pérdida de retorno RL de 20 dB se considera muy eficiente puesto que se refleja el 1% de la potencia transmitiéndose el porcentaje restante. Y por el contrario, para un RL de 10 dB tendríamos una estación poco eficiente, se reflejaría el 10% de la señal. TME acepta valores de RL de hasta 14 dB para cualquier sistema.

Realmente tratamos las medidas RL y ROE como si fueran una sola puesto que en ambas sirven para mostrar la adaptación del sistema. De hecho, dependiendo del operador de telefonía móvil para el que se realice la instalación, nos pedirá entregar los resultados de la obra con un tipo u otro de gráfica. Orange prefiere las gráficas RL mientras que TME quiere medidas ROE; realizar la medida de un tipo u otro de gráfica con el analizador resulta indiferente puesto que existe una función que permite a posterior transformar las gráficas de RL a ROE o viceversa. Muestran lo mismo pero de manera diferente, la RL indica la relación entre la potencia reflejada y la incidente (salida de Tx) en escala logarítmica (dB) mientras que para el ROE se utiliza una escala lineal (es adimensional).

Para convertir ROE a RL se utilizan las siguientes expresiones mostradas en las ecuaciones (2) y (3):

$$ROE = 1 + 10^{-RL/20} / 1 - 10^{-RL/20} \quad (2)$$

$$RL = 20 \log |ROE + 1 / ROE - 1| \quad (3)$$

TME admite como máximo una medida de ROE de 1,5 en cada tirada completa del sistema radiante, más adelante veremos cómo se realiza la medida. Siendo este valor límite el más alto de toda la banda para una instalación sin TMA y el más alto de la banda de Tx para una instalación con TMA.

4.2.2 DEFINICIÓN DE PÉRDIDAS EN EL CABLE (CL)

La señal enviada por el transmisor recorre todo el trayecto hasta llegar a la antena, quedando parte de su energía disipada tanto en el cable como en el resto de componentes que lo conforman. La medida CL nos la reclama el operador al finalizar la instalación como prueba de que el cable instalado está dentro de las especificaciones indicadas por el fabricante.

El CL se puede determinar utilizando la función de RL colocando una carga en corto-circuito al final del cable consiguiendo con esto que la señal que llegue hasta ella se refleje por completo y, puesto que realizará dos veces el mismo recorrido, de ida y vuelta, la pérdida será la mitad de la calculada. Sin embargo para evitarnos realizar cálculos innecesarios, la mayoría de los fabricantes de analizadores incorporan ya en sus equipos de medida una función específica que permite calcular directamente la pérdida media de un cable en la banda de trabajo que se seleccione.

Es importante tener en cuenta las pérdidas en el cable (CL) a la hora de determinar la pérdida de retorno global del sistema (RL) puesto que incrementan su valor, aunque esto es un concepto que los diseñadores de antenas tienen en cuenta a la hora de definir las especificaciones de la antena para que puedan cumplir con los requisitos de instalación exigidos por los operadores de telefonía móvil.

Cuanto mayor sea la longitud del cable las pérdidas aumentan, siendo más elevadas cuanto menor sea la sección del cable instalado y por lo tanto peor rendimiento de potencia.

TME admite como máximo una medida de CL de 4 dB en cada tirada completa del sistema radiante, más adelante veremos cómo se realiza la medida. Siendo este valor límite el punto peor de toda la banda para una instalación sin TMA y el peor de la banda de Tx para una instalación con TMA.

4.2.3 DEFINICIÓN DE DISTANCIA AL FALLO (DTF)

Si los resultados obtenidos en las medidas de RL o ROE y de CL no son los que se esperaban, se tendrá que revisar el sistema para dar con el problema realizando una medida DTF. Esta medida únicamente se utiliza como una herramienta de ayuda que permite comparar datos y monitorizar cambios en el dominio del tiempo, para poder localizar puntos donde aparezcan discontinuidades y medir la distancia a la que se encuentran con respecto al punto desde el que se realiza la medida. Conociendo la distancia aproximada donde se encuentra el fallo, ahorraremos mucho tiempo en la resolución del problema.

La constante dieléctrica del cable afecta a la velocidad de propagación (v_p) de la señal por el cable y la precisión con la que se determina, condiciona la exactitud con que se localiza el problema. La contribución a esta imprecisión es principalmente debida al cable principal de antena y luego en menor medida, debida al resto de elementos como pueden ser puentes, adaptadores, filtros, etc. Como ya hemos dicho, realmente esta medida sirve de ayuda así que, a esta imprecisión no debemos darle mayor importancia. Algunos de los equipos de medida incorporan en sus manuales de usuario, tablas que incluyen valores de v_p y pérdidas de inserción para diferentes frecuencias según el modelo y marca de cable utilizado. Pero seamos conscientes de que el trabajador en campo va a atajar el camino, revisando el tramo entero donde obtengamos la medida hasta dar con el fallo antes que ponerse a realizar cálculos para dar con el punto exacto.

4.2.4 MÉTODOS DE MEDICIÓN DE PRUEBAS DE ANTENAS Y CABLES

Las pruebas del Sistema Radiante incrementan la confiabilidad de la instalación. Como ya hemos mencionado en repetidas ocasiones, cuando se habla de sistema radiante se incluye la antena y todos los cables unidos a ella. Un sistema de comunicación inalámbrica típico se muestra en la siguiente Figura 116:

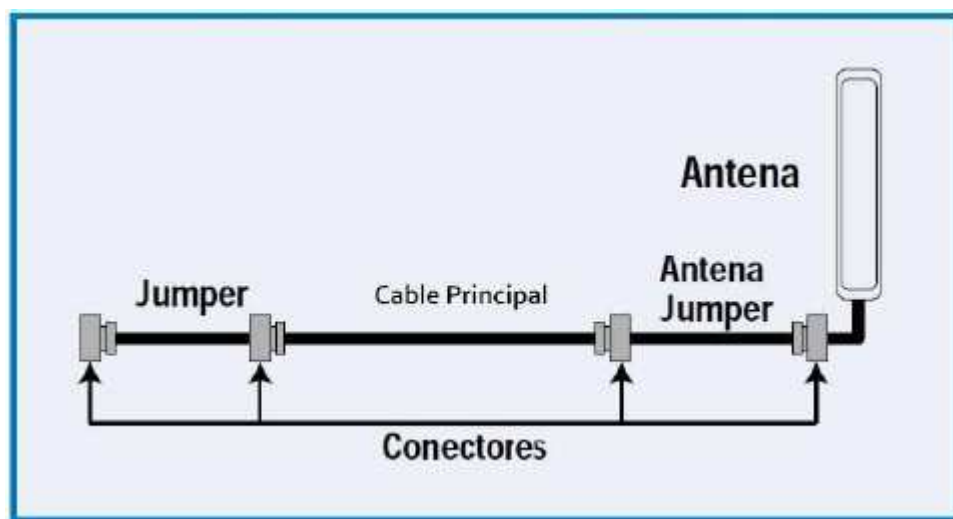


Figura 116. Típica línea de transmisión [20].

Las pruebas se realizan conectando el analizador de red, en nuestro caso de la serie Anritsu modelo S332D, en el punto de partida del sistema radiante para comprobar toda la tirada, es decir en el extremo opuesto a la antena. El equipo de medida genera una señal en el rango de frecuencias deseado y plasma en pantalla la señal reflejada por medio de cálculos matemáticos, ya sea (RL, VSWR, CL o DTF).

Los márgenes de transmisión y recepción en los que se realizará el muestreo según el sistema del equipo son los expuestos a continuación en la Tabla 19:

SISTEMA	RECEPCIÓN	TRANSMISIÓN
GSM/ UMTS900	880 a 915 MHz	935 a 960 MHz
DCS	1710 a 1785 MHz	1805 a 1880 MHz
UMTS	1920 a 1980 MHz	2110 a 2170 MHz

Tabla 19. Banda frecuencias por tecnología.

Una vez se hayan terminado los trabajos en el sistema radiante se realizarán medidas de pérdidas del cable soltando la antena y haciendo un cortocircuito y nuevamente de ROE con la antena conectada. Se grabarán todas las gráficas obtenidas para luego entregarlas junto con la documentación final de obra.

Si las pruebas se realizan en una tecnología con tráfico, hay que solicitar al operador móvil que nos bloquee los sectores de la tecnología donde se van a efectuar las medidas. Si no ejecutásemos este paso convenientemente, al cortar de golpe caería la tecnología completa pudiendo tener luego problemas a la hora de restablecerla.

4.2.5 PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Antes de realizar cualquier medición, para asegurar los resultados, el medidor debe ser calibrado con el cable de extensión de fase estable y nuevamente recalibrado si se cambiara la configuración de la frecuencia o si se reemplazara el cable de extensión. El cable de extensión de fase estable se emplea como cable de extensión del puerto de prueba del analizador asegurando mediciones precisas y repetibles cuantas veces se precise. El cable viene incorporado en el kit del medidor junto con algunos conectores y cargas de prueba.

Este cable puede doblarse cuando se realizan las mediciones sin causar errores en el resultado de la gráfica siempre que sea de calidad suficiente, a peor calidad mayores errores introducidos en la medición. El operador TME exige que todos los medidores junto con el cable de extensión pasen un examen anual de calibrado que certifique que sigue siendo apto para continuar realizando mediciones. El aprobado o certificado siempre tiene que ir guardado en el maletín del medidor por si nos solicitasen comprobarlo.

Se muestra en las siguientes Figura 117 y Figura 118 la estructura del medidor empleado, en la primera de ellas se puede ver el frontal donde se encuentra el teclado y la pantalla, y en la siguiente su parte superior donde se realizan las conexiones exteriores:



Figura 117. Analizador de red Anritsu S332D [20].



Figura 118. Analizador de red Anritsu S332D [20].

Para calibrarlos, conectaríamos el cable de extensión al puerto RF del medidor y procederíamos siguiendo los pasos que se enumeran a continuación:

Paso 1: Encenderemos el Equipo (ON/OFF).

Paso 2: Seleccionaremos el rango de frecuencias apropiado.

Paso 3: Conectaremos el cable de extensión de fase estable al puerto de prueba RF.

Paso 4: Presionaremos el botón de iniciar calibración (Start Cal) y presionar (ENTER).

Paso 5: Conectaremos la terminación abierta (OPEN) al final del cable de extensión del puerto de prueba y presionaremos (ENTER).

Paso 6: Transcurrido un instante, aparecerá un mensaje en la pantalla dando por finalizada la medición en circuito abierto e indicando el siguiente paso.

Paso 7: Retirar la terminación abierta (OPEN) y conectar la terminación de cortocircuito SHORT al final del cable de extensión. Presionar (ENTER) nuevamente.

Paso 8: Transcurrido un instante, aparecerá un mensaje en la pantalla dando por finalizada la medición en cortocircuito e indicando el siguiente paso.

Paso 9: Retiraremos la terminación en corto (SHORT) y conectaremos la terminación de carga (LOAD) al final del cable de extensión. Presionaremos (ENTER).

Paso 10: Transcurrido un instante, el mensaje de calibración apagada (CAL OFF) de la esquina superior izquierda de la pantalla cambiará a calibración encendida (CAL ON), dando por finalizada la calibración.

La terminación OSL (OPEN/SHORT/LOAD) tiene la forma mostrada en la Figura 119, existen varios modelos y normalmente viene incorporado uno de ellos en el kit de trabajo del analizador.



Figura 119. Ejemplo de terminación OSL Anritsu [20].

Como se puede observar en la imagen que se acaba de mostrar, la terminación OSL cuenta con tres entradas que son las que hay que ir conectando por orden en el cable de extensión del analizador para calibrarlo. Cada entrada lleva serigrafiada su función.

4.2.6 MEDICIÓN DE PÉRDIDAS EN EL CABLE (CL)

Para la medición de CL en un sistema típico de línea de transmisión, se opera según lo que se puede apreciar en la Figura 120 mostrada a continuación. Se desconecta el latiguillo de la antena, dejando la antena aislada del sistema y, se coloca en el extremo del latiguillo una carga formando un cortocircuito.

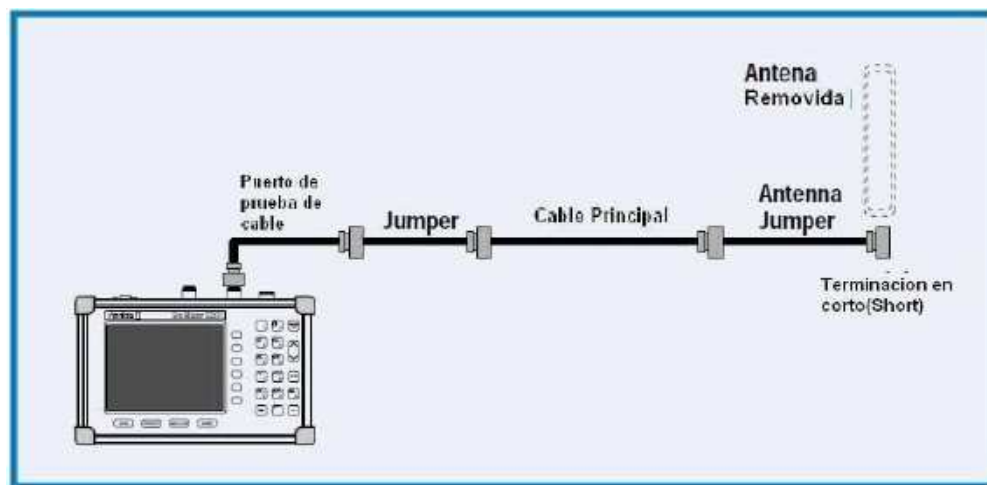


Figura 120. Medición pérdidas en el cable aislando la antena [20].

Ya tenemos el cable de transmisión aislado de la antena para poder medir las pérdidas únicamente en él. Ahora se conecta el analizador mediante un cable de extensión de fase estable al conector del latiguillo que sale del equipo de radio donde se quieran realizar las pruebas. Con lo dicho, queda de manifiesto lo importante que resulta el marcaje de los cables para no cometer errores y medir los sectores de forma equivocada.

Si tuviéramos algún amplificador montado en torre (TMA), nos encontraríamos en la situación mostrada en la Figura 121, estaría dentro de la línea de transmisión. En este caso se procedería igual que con la antena, a retirar el TMA y conectar la terminación en cortocircuito al final de la línea sin embargo, TME nos pide que aparezca reflejado en la gráfica es decir, que no se retire el TMA cuando se realice la medida.

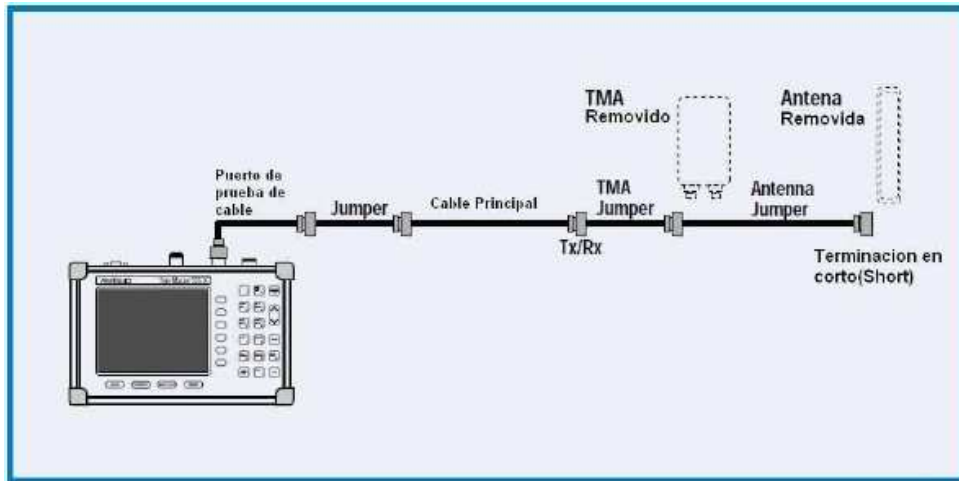


Figura 121. Medición pérdidas en el cable aislando la antena y el TMA [20].

Una vez dispuesto todo según lo explicado, sólo quedará tomar la medida mediante nuestro analizador con el cable de fase estable conectado, ambos previamente calibrados. Se enumeran a continuación los pasos a seguir para la medición de CL:

Paso 1: Encenderemos el equipo de medida y presionaremos el botón modo (MODE).

Paso 2: Seleccionaremos pérdida de la frecuencia-cable (FREQ-CABLE-LOSS) desplazándonos con la flechas de arriba abajo y presionaremos (ENTER).

Paso 3: Configuraremos la frecuencia de inicio y fin F1 y F2. Para nuestro caso, F1=880 MHz y F2=960 MHz, banda de muestreo según el sistema UMTS 900.

Paso 4: Desconectaremos la antena y conectaremos la terminación en corto (SHORT) al final de la línea de transmisión.

Paso 5: Conectaremos el otro extremo de la línea de transmisión al cable de fase estable del analizador.

Paso 6: Presionaremos el botón de la amplitud (AMPLITUDE) y colocaremos el mayor (TOP) y menor (BOTTOM) valor a visualizar. La otra alternativa es presionar la tecla de auto escalado (AUTO ESCALE), función que incorpora el equipo.

Paso 7: Presionaremos el botón de marcador (MARKER) para configurar los puntos de referencia de la gráfica. Aunque realmente los marcadores podrán desplazarse siempre que se quiera, cambiarse de nombre, añadir nuevos, etc. a posteriori siempre que se guarde la gráfica.

Paso 8: Configuraremos el marcador 1 para señalar el pico máximo (M1 to MARKER TO PEAK).

Paso 9: Configuraremos el marcador 2 para indicar el valle (M2 to MARKER TO VALLEY).

Paso 10: En el modo CL, el medidor automáticamente considera el recorrido de ida y vuelta de la señal por la línea de transmisión, calculando la pérdida de inserción del cable como promedio de los valores de M1 y M2; indicándonos el resultado en la esquina superior izquierda de la pantalla.

Paso 11: Guardaremos la pantalla presionando (SAVE DISPLAY) y nombraremos la gráfica usando las teclas que se encuentran entre la pantalla y el teclado numérico. Al terminar, presionaremos (ENTER).

El guardado de las gráficas es obligatorio para luego presentarlas en .dat como parte de la documentación final de obra. Los archivos o gráficas podrán abrirse mediante el programa de ordenador del mismo proveedor que el equipo de medida, pudiéndose modificar en ellas datos como títulos, escalas, marcadores, etc.

Veamos a continuación en la Figura 122 un ejemplo de gráfica de Cable Loss, para una línea con TMA instalado, se indican en esta las principales marcas que la representan que son:

-Marcador tipo línea: se pueden representar hasta 6 marcadores (M1, M2...) para indicar el valor de cualquier punto de la gráfica, normalmente los picos altos de la banda Rx o Tx.

-Línea de limitación: normalmente se señala con una línea horizontal el punto crítico que según el operador no debe superar la gráfica.

-Título prueba y subtítulo: el título aparece directamente en la grabación de la gráfica según la prueba que se haya realizado y el subtítulo nos permite darle un nombre para luego reconocer la gráfica. Se suele indicar el código de la estación base y el sector en el que se realiza la medida.

-Escala: Amplitud ajustada para que no se pierda visión de la gráfica en todo su ancho de banda y ancho de muestreo según la tecnología del equipo que se mida.

-Información de gráfica: siempre debe aparecer la fecha y el horario de la realización de la gráfica así como, el modelo y número de serie del medidor con el que se toma la medida. Luego en este tipo de prueba se nos pide también que aparezca el valor *Avg. Cable Loss* proporcionado por el propio equipo del promedio entre el pico máximo y mínimo. Sin embargo el valor que se tomará como la peor medida será el que señale el marcador tipo línea, cuyo valor aparecerá en la parte superior izquierda de la gráfica.



Paso 5: Presionaremos el botón de la amplitud (AMPLITUDE) y colocaremos el mayor (TOP) y menor (BOTTOM) valor a visualizar. La otra alternativa es presionar la tecla de auto escalado (AUTO ESCALE), función que incorpora el equipo.

Paso 6: Presionaremos el botón de marcador (MARKER) para configurar los puntos de referencia de la gráfica.

Paso 7: Configuraremos el marcador 1 para señalar el pico máximo (M1 to MARKER TO PEAK) para toda la banda de frecuencia si es una instalación sin TMA o si los hay, sólo para la banda de transmisión. Se podrá observar en el margen superior izquierdo de la pantalla el valor del punto máximo marcado como M1.

Paso 8: Guardaremos la pantalla presionando (SAVE DISPLAY) y nombraremos la gráfica usando las teclas que se encuentran entre la pantalla y el teclado numérico. Al terminar, presionaremos (ENTER).

Se puede ver a continuación, en la Figura 123, un ejemplo de gráfica ROE con TMA en su línea de transmisión. Las marcas son las mismas que las comentadas en el apartado anterior para la gráfica de CL.

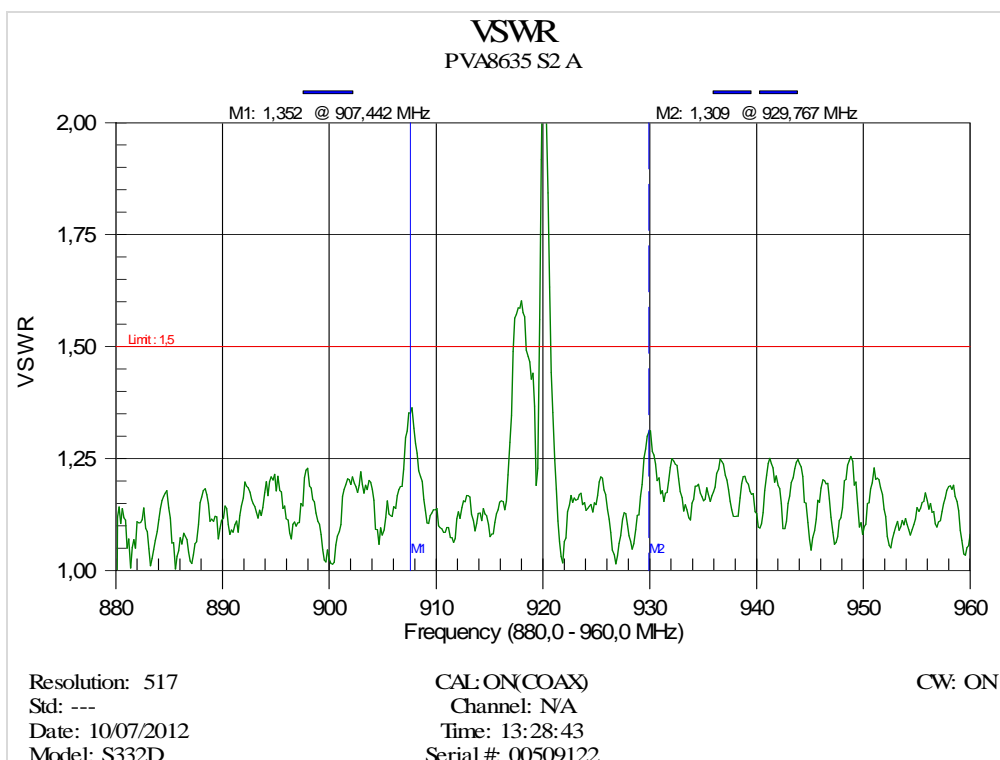


Figura 123. Gráfica ROE.

CAPÍTULO 5. INSTALACIÓN SISTEMA UMTS 900 EN ESTACIÓN BASE DE SUANCES (CANTABRIA)

5.1 REPLANTEO DE OBRA

5.1.1 LOCALIZACIÓN

El emplazamiento se encuentra situado en el Término Municipal de Suances, en Cantabria, según se indica en el plano mostrado en la Figura 124.



Figura 124. Situación de Suances (Cantabria) [21].

Los datos característicos del emplazamiento son los siguientes:

- **CÓDIGO DEL EMPLAZAMIENTO:** 3900162
- **DIRECCIÓN:** CALLE DE SOBREMAR
- **POBLACIÓN:** SUANCES
- **PROVINCIA:** CANTABRIA

Sus coordenadas UTM son las siguientes:

- X: 0415200 -Y: 4809842 -COTA: 15 -HUSO: 30

Además de situar la estación mediante coordenadas, este apartado del replanteo de obra ha de contener una ruta suficientemente detallada como para que alguien que jamás haya visitado esa zona pueda localizar la estación base con facilidad. Se tomará como punto de referencia o partida la ciudad que a priori sea más conocida del entorno y en caso de ubicarse la estación dentro una ciudad, se tomará alguna de las entradas a la misma. En este caso en concreto puede parecer irrelevante la ruta que se sugiere a continuación puesto que aunque no se hubiera visitado Suances anteriormente, colocando la dirección o las coordenadas en un buen GPS actualizado no habría problema alguno en dar con el punto que buscamos. Sin embargo TME pide que se añada este apartado porque no siempre resulta tan sencillo encontrar la ubicación de las estaciones dado que no todas se encuentran situadas en zonas urbanas. Cuando se trata de alguna estación situada en lo alto de algún monte o en el interior de algún bosque, normalmente se suelen tomar incluso imágenes que sirvan luego para explicar cómo llegar hasta el centro.

Se indica a continuación la ruta desde Santander hasta la Calle Sobremar en Suances, trayecto descrito a continuación y siguiendo la indicación señalada en el mapa de la Figura 125 que se muestra a continuación.

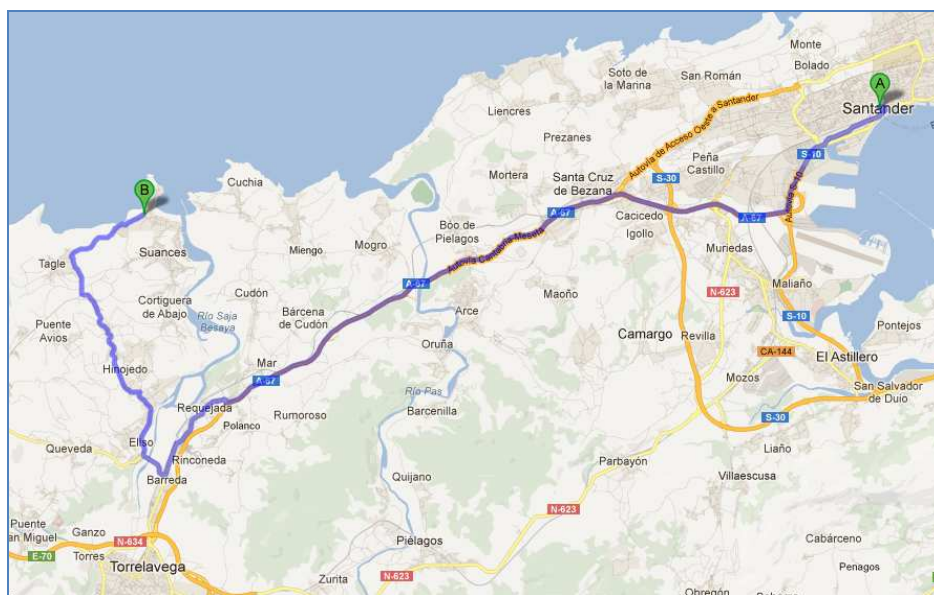


Figura 125. Trayecto Santander-Suances (calle Sobremar) [21].

RUTA SUGERIDA /A-67 33,5 km. (A)->(B)

1. Dirígete hacia el nordeste en Calle de Somorrostro hacia Plaza de la Asunción

60 m

2. Gira a la derecha hacia Calle de Alfonso XIII

4 m

3. En la rotonda, toma la primera salida en dirección Calle de Antonio López	50 m
4. Gira ligeramente a la derecha para continuar por Calle de Antonio López	6 m
5. Continúa por Av. de Castilla.	1,6 km
6. Continúa por Autovía S-10/S-10. (indicaciones para N-635/Bilbao/A-67/Burgos/Torrelavega)	1,4 km
7. Toma la salida 1 para incorporarte a A-67 en dirección Burgos/Torrelavega.	7,2 km
8. Toma la salida 187 hacia CA-330/Polanco/Suances/N-611/Santillana/Comillas.	350 m
9. Gira a la derecha hacia CA-300 (indicaciones para Polanco / Requejada/ Suances / Santillana / Comillas).	57 m
10. En Barrio de la Requejada, toma la tercera salida e incorpórate a Barrio de la Requejada en dirección N-611/Requejada/Suances/Santillana/Comillas.	1,6 km
11. Continúa por N-611. (Pasa una rotonda)	1,2 km
12. En la rotonda, toma la primera salida en dirección CA-131.	850 m
13. En la rotonda, toma la primera salida en dirección Barrio de Viveda-Valleja/CA-132 (Continúa hacia CA-132)	1,5 km
14. Continúa por Av de San Saturnino.	400 m

15. Gira a la izquierda hacia Av. Constitución

800 m

16. Continúa por Av Hinojedo-Constitución/CA-341. (Continúa hacia CA-341)

2,6 km

**17. En la rotonda, toma la primera salida en dirección Ctra. de Ongayo/CA-341
Continúa hacia CA-341**

450 m

18. Continúa por Calle de las Pelias.

600 m

19. Gira a la derecha hacia Calle de San Pedro/S-474. (Continúa hacia S-474)

2,2 km

20. Gira ligeramente a la izquierda hacia Calle de Sobremar.

200 m

Véase en las imágenes mostradas en Figura 126, la vista aérea del emplazamiento:



Figura 126. Vista aérea de la Estación Base de Suances/Depósito [21].

5.1.2 DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN BASE

La Estación Base cuenta con una sala acondicionada tipo EB-5 fijada sobre una losa de hormigón y el sistema radiante está formado por un mástil de sección uniforme y altura de 10 metros. Todo ello dispuesto en el interior de un cerramiento formado por un murete de hormigón que bordea todo el perímetro de la parcela.

Dicha estación base encuadra dentro de la tipología urbana BTS de interior, puesto que los equipos de RF y el resto de equipos auxiliares se encuentran distribuidos en el interior de la referida caseta de dimensiones 2,50 x 2,2 x 2,50m. Tanto el espacio de la caseta como el del sistema radiante está compartido con el operador de telefonía móvil Yoigo.

El emplazamiento de TME donde se encuentra encerrado en una parcela de propiedad municipal, junto al “Club Deportivo y Social de Suances” y compartiendo terreno con uno de los depósitos de agua del municipio.

A continuación en la Figura 127, se muestran un par de fotografías donde se pueden ver las condiciones del acceso al recinto. El murete que rodea la parcela tiene un tramo abierto por donde podemos acceder al interior, suficientemente ancho como para poder introducir todos los elementos y materiales para la instalación. No existe una entrada directa accesible con vehículo hasta la caseta, además el recorrido hasta la puerta de acceso a la caseta cuenta con dificultades debido al exceso de vegetación.



Figura 127. Acceso de la Estación Base Suances/Depósito.

5.1.3 CONFIGURACIÓN EXISTENTE: ELECCIÓN DEL EQUIPO DE RADIO

Al ser una estación con caseta y con todos sus equipos de radio instalados en el interior, inicialmente descartamos la opción de instalar un RBS 6102 (equipo para instalaciones de intemperie). Ahora bien, tenemos que observar la situación actual de los bastidores y las tecnologías que TME tiene instaladas en esta estación para poder tomar una determinación respecto al bastidor a emplear.

Tenemos que hay instalados equipos con tecnología GSM, DCS y UMTS. Los dos bastidores 2G (GSM y DCS) son Nokia Ultrasite mientras que el de UMTS es un equipo RBS 3206. Sabemos entonces que el UMTS no opera con fibra y por tanto podemos empezar a descartar la posibilidad de emplear un RBS 6601 a no ser que las pérdidas en el cableado resulten excesivas pero, viendo que el sistema radiante está situado en un mástil y no en torre no va a ser así.

Si nos remontamos al Capítulo 2 de este mismo documento, exactamente en el apartado 2.1 se enumeraron los cuatro casos más comunes de configuración en una BTS previo al montaje de UMTS 900. Veamos de nuevo recapitulados cuáles eran esos casos:

- CASO 1: 2G en RBS 6000 y 3G en cualquier otro bastidor
- CASO 2: 2G en RBS 2000 o NSN y 3G en RBS 6000
- CASO 3: 2G en RBS 2000 o NSN y 3G en RBS Main Remote (RBS 6601)
- CASO 4: 2G en RBS 2000 o NSN y 3G en RBS 3000 macro

Según los bastidores encontrados en este emplazamiento, tenemos que la configuración corresponde al CASO 4 de los citados arriba. Como ya he comentado anteriormente, el 2G está instalado en bastidores NSN (Nokia) y el UMTS en uno de Ericsson de la serie 3000. En este caso, el nuevo sistema UMTS 900 normalmente viene a instalarse en un nuevo bastidor de la serie 6000, modelo macro de interior (RBS 6201). Y en el caso de no disponer espacio suficiente en el emplazamiento, entonces se tiene que realizar un “*swap*” sustituyendo el RBS 3000 que aloja el 3G por el nuevo RBS 6000, instalando en él dos kits de tarjetas (las del nuevo W900 y las del W2100).

Se muestra en la Figura 128 una imagen tomada durante la realización del replanteo, en ella se puede observar la disposición de los bastidores de radio existentes en el emplazamiento. Se puede observar que no quedan huellas libres para colocar un nuevo bastidor de radio; más adelante se mostrará un plano básico donde quedará detalla la ubicación de todos los elementos más relevantes encontrados en el interior de la caseta. Los bastidores de radio por defecto siempre están instalados en línea en uno de los laterales de la sala y el otro lateral se emplea para la instalación de equipos de fuerza, baterías, equipos de transmisión, etc. El lateral que tiene el hueco pasamuros más cerca, por el que se extraen los cableados al exterior de la caseta, es por lógica el mismo en el que se instalan los equipos de radio.

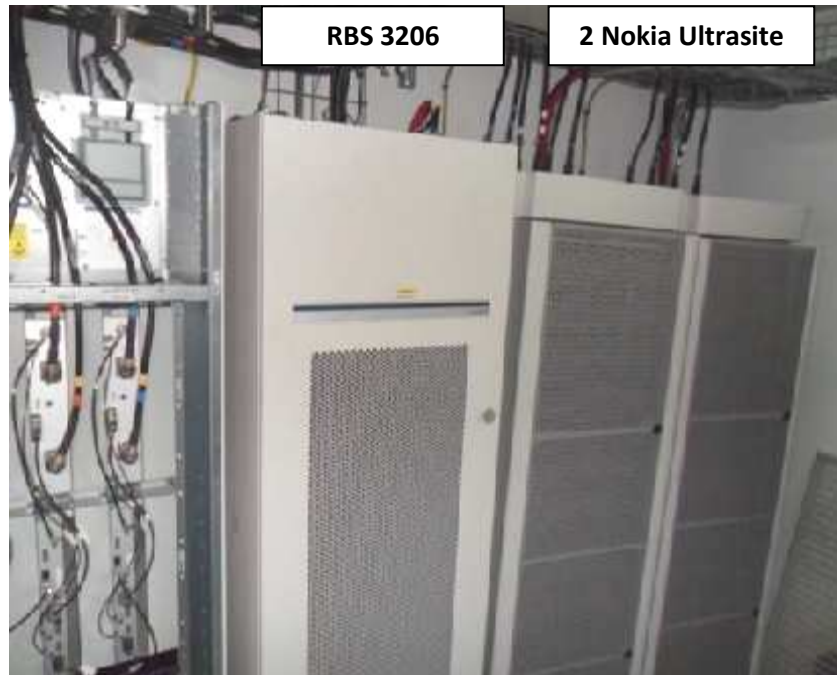


Figura 128. Bastidores de radio existentes en el emplazamiento.

Sin espacio suficiente para colocar un nuevo bastidor para el W900 habrá que realizar un *swap*, desmontar el RBS 3206 (W2100) e instalar en su huella técnica el nuevo RBS 6201 para albergar ambas tecnologías. Ya tenemos resuelto el dilema de qué bastidor de radio emplear y dónde habrá que ubicarlo.

En todo replanteo de obra, hay que dibujar un croquis o un plano básico donde se pueda apreciar la disposición de todos los equipos y elementos existentes, sean o no del operador móvil para el que se va a realizar la instalación. Es importante conocer si otros operadores tienen alquilado espacio en la caseta y qué tecnología tienen instalada; también habrá que observar luego si compartimos sistema radiante o si por el contrario es propio de cada operador. En este caso, como ya hemos dicho anteriormente, compartimos caseta con el operador de telefonía móvil Yoigo, tiene instalado un bastidor RBS 3206 con tecnología UMTS.

Véase la Figura 129 para apreciar la ubicación de todos los equipos. No es necesario que este plano se realice al detalle aunque sí que es conveniente que represente una visión global del conjunto, esto es provechoso para que el instalador pueda estudiar la situación antes de empezar la obra.

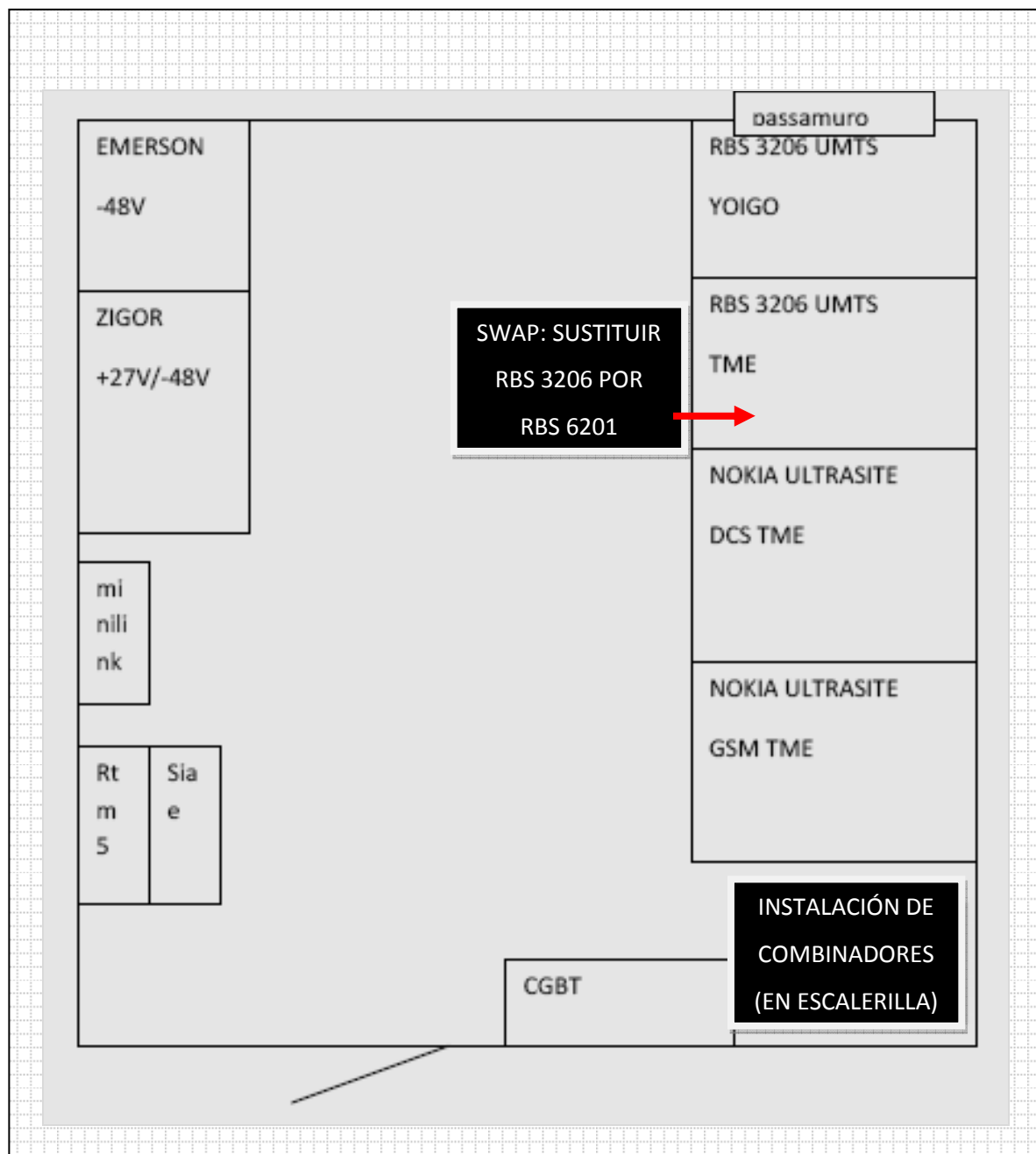


Figura 129. Situación existente en el interior de la caseta.

Se muestra en el croquis los trabajos iniciales que se pretenden realizar en el interior de la caseta, estos son: la realización del swap y la instalación de combinadores de cavidad como más adelante se explicará.

Aunque no lo he dicho anteriormente, el replanteo normalmente lo realiza un único técnico y no tiene porqué ser luego participe de la instalación llevada a cabo en ese emplazamiento. De manera que todos los obstáculos o pegas que se aprecien durante el replanteo, deben ser reflejados como advertencias en el acta.

En un momento puntual se nos comunicó que TME había decidido que era necesario agilizar la fase de replanteos y que había contratado a través de Ericsson a otras empresas del sector para que realizaran parte de los replanteos de las obras que luego nosotros íbamos a realizar en este proyecto. Siempre he oído decir que las prisas no son buenas y en este caso no fue para menos, resultó ser un grave error que no sirvió en absoluto para nada y terminó repercutiéndonos a nosotros. Alguno de los replanteos había sido realizado de mala manera, faltos de información básica que luego supusieron retrasos, viajes innecesarios, etc. En principio, los replanteos son supervisados por TME antes de comenzar la instalación y son ellos los que dan el visto bueno o los que realizan las modificaciones que creen convenientes así que no sabría decir quién tuvo realmente la culpa de lo sucedido. Pero sin duda, este ha sido uno de los inconvenientes que nos ha acarreado más problemas a posterior y por el que hemos tenido que pelear mucho para conseguir realizar nuestros propios replanteos de obra.

5.1.4 ALIMENTACIÓN EXISTENTE: ELECCIÓN DE ALIMENTACIÓN

Observamos que existe alimentación continua a -48 Vcc por tanto el modelo de bastidor RBS 6201 no va a necesitar diferir del que normalmente se emplea, recordemos que este bastidor dispone de otra versión que se alimenta a +24 Vcc.

El equipo de fuerza que existe es un modelo de Emerson System Power equipado con tres rectificadores (modelo R48-800) con salida en continua de -48 Vcc y una potencia de salida de 800 W cada uno. El equipo de fuerza está instalado sobre un módulo de baterías de 12 V que garantizan el funcionamiento de la estación en situación de fallo de suministro. Hay instalada una cadena de cuatro monobloques de 12 V y 160 Ah cada uno (modelo Monolite 12UMTB160). Véase la imagen mostrada en la Figura 130.

Una vez comprobado que alimentaremos el bastidor de radio a -48 Vcc, lo que realmente nos interesa es ver si existen disyuntores libres en la regleta de distribución del cuadro para poder alimentar el nuevo bastidor. Ya comentamos en el apartado 2.2.1.3 de este documento los fusibles recomendados por Ericsson para la alimentación de este tipo de bastidor. Sin embargo, las recomendaciones de Ericsson como fabricante y las exigencias de TME son diferentes, evidentemente nosotros siempre vamos a trabajar consecuentemente con el operador de telefonía móvil que realmente es el que tendrá la última palabra en la instalación. Según lo que conocemos, a no ser que el equipo de fuerza disponga de algún disyuntor libre de 150 A, deberemos paralelar dos disyuntores de 100 A (para este tipo de Mepo de Emerson, mediante el código de peine NEY94313/3 obligatoriamente para evitar puentear magnetotérmicos).



Figura 130. Equipo de Fuerza.

Al revisar la regleta de distribución del equipo de fuerza (véase Figura 131), vemos que hay libre un disyuntor de 150 A y que además el RBS 3206 que vamos a desmontar está alimentado desde otro disyuntor del mismo calibre. Por tanto, no hay problemas para alimentar el nuevo equipo convenientemente desde uno u otro disyuntor.



Figura 131. Disyuntores libres en Equipo de fuerza.

En los casos que se realiza un *swap*, donde hay un desmontaje previo a la instalación del nuevo bastidor, hay partes aprovechables de la instalación anterior como puede ser el cable de alimentación. Siempre que éste se encuentre en buenas condiciones y sabiendo que la longitud del cable va a ser la adecuada puesto que el nuevo equipo va a ocupar la misma posición que el retirado. En este caso, observamos que el cable de alimentación rojo-negro está en buenas condiciones pero no es el adecuado, actualmente TME exige que se instale la alimentación con cable de 70 mm² y el actual es de 50 mm² así que habrá de sustituirlo. Se calcula el recorrido que tendrá el cable de alimentación desde la posición que ocupará el bastidor de radio hasta el equipo de fuerza, se necesitarán calculando al alza 10 m de cable rojo-negro aproximadamente.

Además hemos visto que los cables de alimentación existentes no van cubiertos mediante tubo corrugado y es obligatorio que vayan protegidos a lo largo de todo el recorrido. Por tanto, se necesitará también la misma longitud en tubo corrugado PG-29 con dos terminaciones para cada uno de los extremos. Puede parecer absurdo pensar que la falta de una simple terminación de PVC como ésta, pueda resultar un gran inconveniente dentro del conjunto completo de la instalación. Y aunque no ocurrió en Suances sí en otra instalación donde tuvimos que volver a colocarla otro día, lo que supuso un viaje adicional, una pérdida de tiempo innecesaria y lo peor de todo un corte innecesario. Una vez alimentado el bastidor de radio, se puede comisionar o “cargar en local” y una vez hecho esto, cuando TME decida puede ponerlo en servicio. De modo que, tener que colocar un racor en el extremo del tubo supone tener que cortar la señal de la tecnología o tecnologías del bastidor si están puestas en servicio, además habría que anular la alimentación del bastidor y soltar nuevamente el cable de alimentación para pasarlo por el interior del racor hasta encajarlo en el extremo del tubo. Por último, repetir nuevamente todos los pasos pero al contrario, restableciendo finalmente el tráfico. Todo esto dicho así puede parecer que no supone mucho tiempo pero realmente sí que lo hace y por eso, aunque el material se nos ha suministrado a cuentagotas desde el principio, es interesante disponer remanente de material de obra por lo que pueda suceder.

5.1.5 TRANSMISIÓN EXISTENTE

El sistema UMTS 2100 actual tiene transmisión por Ethernet eléctrica como suele ser lo habitual y además tiene instaladas sus dos tramas hasta el repartidor.

Si recordamos en el apartado 2.4 ya dijimos que la salida de transmisión de la nueva tecnología W900 se realizaría a través de Ethernet compartiendo la salida Ethernet del sistema W2100 existente. De los posibles casos que dijimos que había, enumeremos cuáles eran:

- CASO 1: W900 y W2100 en RBS6000 con una única DUW (cuando hay instaladas 3 RUW)
- CASO 2: W900 y W2100 en RBS6000 con dos DUW (cuando hay más de 3 RUW instaladas)
- CASO 3: W900 en RBS6000 y W2100 en RBS3000
- CASO 4: W900 y W2100 en RBS3000
- CASO 5: Emplazamientos en los que sólo haya 2G

Ericsson es el que nos suministra los bastidores de radio asignados a cada obra y por defecto para los *swap*, por indicaciones de TME, nos va a proveer de dos DUW, una para el W2100 y otra para el nuevo W900. Por tanto nos encontraríamos en el CASO 2. Nos tendrán que suministrar una SIU para cablear los puertos TN-A de ambas DUW a los puertos de entrada de la SIU y la salida WLAN de la SIU al equipo de transmisión TX al que actualmente está cableado el RBS 3206 (UMTS 2100).

Realmente nosotros tan sólo instalaremos 3 RUW para el W900 y las 2 RUW del W2100 así que, perfectamente podría realizarse la instalación de tarjetas con una única DUW. Como ya he dicho, el hecho de instalar 2 DUW, una para cada tecnología, viene a ser la operativa que quiere que sigamos TME con vistas a futuras ampliaciones en los mismos bastidores.

Lo siguiente que habría que revisar conforme a este apartado es comprobar si hay espacio suficiente en el repartidor de tramas para instalar las nuevas del W900. Vemos en la Figura 132 que efectivamente es así, existe un benjamín prácticamente libre y el recorrido desde el bastidor de radio hasta él es de una longitud inferior a 10 m por tanto, será suficiente con cables de tramas estándar TSRE431 1318/10.



Figura 132. Repartidor de tramas.

5.1.6 ALARMAS EXTERNAS

Las alarmas no se van a ver afectadas por la introducción del nuevo W900, de modo que continuarán reportándose por donde estuvieran cableadas previamente. Ya comentamos que esto sería así siempre que existiera en el emplazamiento al menos un equipo de radio de tecnología GSM. De manera que no solicitaremos tarjeta SAU para instalarla en el nuevo bastidor, el equipo que se ha de retirar tampoco lleva instalada ninguna tarjeta de alarmas.

5.1.7 PUESTA A TIERRA

Para la puesta a tierra del nuevo bastidor mediante cable amarillo-verde de 35 mm² de sección se calcula que se necesitarán aproximadamente 3 metros. El recorrido del cable de tierra partirá del frontal del equipo, desde donde se sujetará mediante puntera y tornillo, hasta el anillo de tierra de la caseta donde se asirá mediante un perrillo de tierra. El cable de tierra existente para la puesta a tierra del bastidor de UMTS 2100 es de 25 mm² de sección, permitido en instalaciones antiguas, de manera que no podrá aprovecharse aunque esté en buenas condiciones.

Todos los elementos instalados tendrán que llevar su puesta a tierra para cumplir con la normativa de instalación, por ello habrá que tener en cuenta que se necesitará más cantidad de cable a parte del necesario para el equipo de radio. Aunque se suele realizar una estimación del cable de tierra que se tendrá que emplear, lo que realmente se suele hacer es llevar un rollo de suficiente longitud y luego de ahí ir cortando los tramos necesarios según se vaya empleando.

5.1.8 SISTEMA RADIANTE EXISTENTE

El sistema radiante de la estación base está formado por seis antenas dispuestas tres a top de mástil y tres inmediatamente debajo. Las tres de la parte alta son antenas del operador móvil TME mientras que las de abajo pertenecen a Yoigo; los operadores comparten caseta y mástil pero no equipos ni antenas. El mástil cuenta con escalera de acceso para el personal de mantenimiento con su respectivo sistema de seguridad anticaídas denominado game-system, y además con sistema antiescalo en el primer tramo de escalera para evitar la subida por personal ajeno a la instalación.

En el replanteo se debe también realizar un croquis del sistema radiante encontrado que sirva de ayuda para poder diferenciar los sectores y la existencia de antenas de otros operadores o la compartición de alguna. En la Figura 133 se muestra el croquis realizado en el replanteo de Suances Depósito.

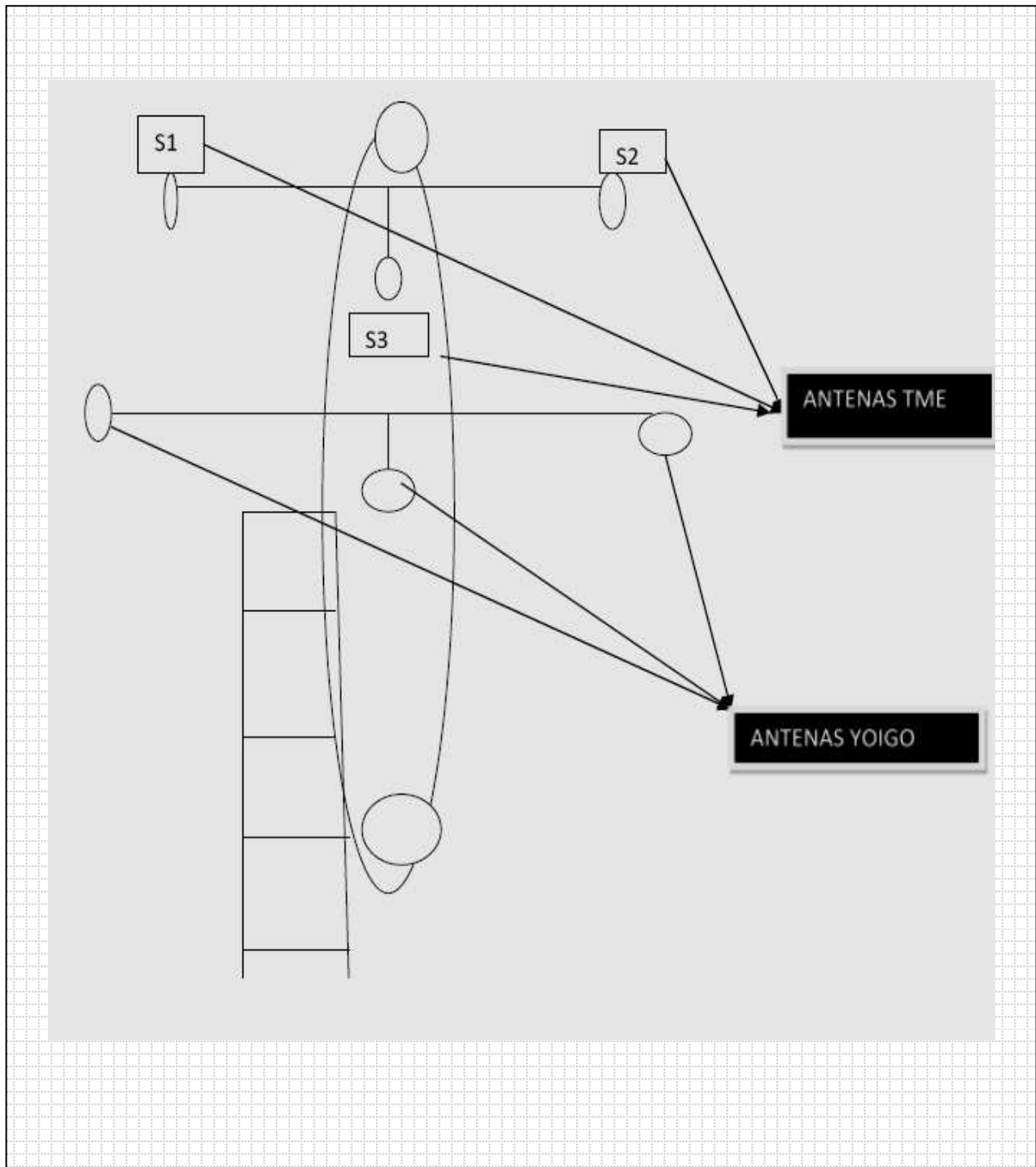


Figura 133. Situación existente en el sistema radiante.

Puede verse a continuación en la Figura 134, un par de fotografías realizadas durante el replanteo, donde se observa la disposición de las antenas en el mástil:



Figura 134. Sistema radiante.

Nos centramos en las antenas correspondientes a TME, para el que se realiza la instalación, siendo éstas antenas de panel tribanda modelo TTD3-800 TV del proveedor Ryma. Este modelo cuenta con dos bocas de entrada en la banda 900 MHz y con cuatro en la banda 1.710-2.170 MHz; todas las entradas de las antenas están ocupadas con los sistemas GSM, DCS y UMTS salvo la del tercer sector que únicamente tiene instalado sistema GSM.

En el capítulo 3, apartado 3.1 se enumeraron las situaciones que se encuentran frecuentemente en el sistema radiante de las estaciones base. Recopilemos cuáles eran:

- CASO 1: Reutilización de antenas existentes
 - CASO 1.1: Utilización de bocas de entrada a antena libres en la banda 900 MHz.
 - CASO 1.2: Utilización de combinadores externos para combinar G900 con W900.
- CASO 2: Presencia de una única antena por sector y espacio disponible en torre/mástil para añadir nuevas antenas.
- CASO 3: Presencia de una única antena por sector y sin espacio suficiente en torre/mástil para añadir nuevas antenas.
- CASO 4: Presencia de dos antenas por sector.

El caso 4 fue descartado desde el principio puesto que cada sector únicamente contaba con una antena. Lo mismo ocurrió con el caso 2, puesto que no estábamos tratando con un sistema radiante dispuesto en torre, al estar las antenas instaladas sobre un mástil y además compartiendo espacio con otro operador era imposible pretender instalar una segunda antena por sector.

Teníamos entonces la posibilidad de trabajar según el caso 1.2 (el 1.1 descartado puesto que no hay bocas de entrada libres como ya hemos dicho) y emplear combinadores o bien sobre el caso 3 y sustituir las antenas existentes por otras que dispongan un par de bocas más en la banda de 900 MHz.

De los modelos suministrados por TME, nombrados en el apartado 3.1 de este mismo documento, hay dos que podrían utilizarse para sustituirse por las antenas existentes y que añadirían además dos bocas de entrada en la banda 900 MHz para conectar el nuevo sistema UMTS 900. Los modelos de antena son el TNA190A12 y el TNA190A02, ambos del proveedor Telnet y con un peso similar al de las existentes. El peso de las antenas es casi tan importante como las dimensiones de las mismas, no podrían sustituirse las antenas existentes por otras de mucho más peso y, con más razón aún cuando estamos tratando de ubicarlas en un mástil. La cantidad que difieren entre ellas es:

- **MODELO ACTUAL: TTD3-800TV**
 - PESO: 37 Kg
 - DIMENSIONES: 2615x345x145
- **MODELO DE SUSTITUCIÓN: TNA190A12**
 - PESO: 38 Kg
 - DIMENSIONES: 2700x500x164
- **MODELO DE SUSTITUCIÓN: TNA190A02**
 - PESO: 35 Kg
 - DIMENSIONES: 2230x500x164

Con el modelo TNA190A02 evitaríamos problemas de longitud de antena puesto que es incluso más corta que la actual sin embargo, el ancho de la antena es bastante superior. La diferencia en la amplitud de las antenas respecto al modelo actual nos hizo pensar que podría generar problemas de espacio a la hora de orientar las antenas, sumado esto al hecho de que la sustitución de antenas supone tener que parar la cobertura de la zona en este caso de todas las tecnologías existentes, nos hace decantarnos por creer más conveniente la instalación de combinadores para adicción del sistema UMTS 900.

He de decir que en un replanteo de obra, lo que se hace es barajar las posibilidades para la futura instalación, anotar los posibles inconvenientes que pueden presentar cada una de ellas y por último dar la solución que a nuestro parecer resulte más adecuada; sin ser nosotros nunca los que tomamos las decisiones finales.

Una vez terminado el replanteo se redactarán todas las observaciones en una plantilla facilitada por TME, y ellos la revisarán para aprobar lo que nosotros hayamos replanteado como opción más conveniente o realizar las modificaciones que vean convenientes.

Tengo que decir que el suministro de antenas ha resultado en muchas ocasiones el quebradero de cabeza de Ericsson. Se han tenido que redistribuir antenas que ya estaban asignadas a determinadas obras a otras que tenían prioridad por acabarse. Han sido varias las instalaciones que se han tenido que ejecutar en dos fases debido a que no se disponía de antenas el día en que se programaba el corte. Dentro de las tareas que se nos han encomendado, no ha estado incluida la de hacernos cargo del suministro del material de obra, sin embargo ha terminado repercutiéndonos en varias ocasiones. Así que, suponer en Suances que el aprovechamiento de las antenas existentes con la colocación de combinadores como mejor opción, iba a evitarnos, al menos en esta ocasión, problemas de suministro de antena.

Se midió la orientación de las antenas correspondientes a TME y la altura aproximada de las mismas, valores expuestos a continuación en la Tabla 20:

ANTENAS RF				
SECTOR	MODELO	ORIENTACIÓN	TECNOLOGÍA	ALTURA BASE ANTENA
S1	TTD3-800TV	340º	GSM/DCS/UMTS	8 m
S2	TTD3-800TV	60º	GSM/DCS/UMTS	8 m
S3	TTD3-800TV	160º	GSM	8 m

Tabla 20. Datos Antenas existentes.

Como se había optado por combinar el sistema GSM existente con el nuevo UMTS 900, teníamos que ver si existía espacio suficiente en el interior de la caseta para instalar los combinadores. Como se puede observar en la Figura 135, junto al equipo Nokia de GSM tenemos espacio suficiente para instalar los combinadores sobre la escalerilla perimetral de la caseta, se indica en la imagen la ubicación propuesta para su instalación. Se instalarán combinadores de cavidad puesto que el espacio disponible es suficiente y como ya explicamos en el apartado 3.1.1.2, éstos minimizaban las pérdidas frente al modelo híbrido.

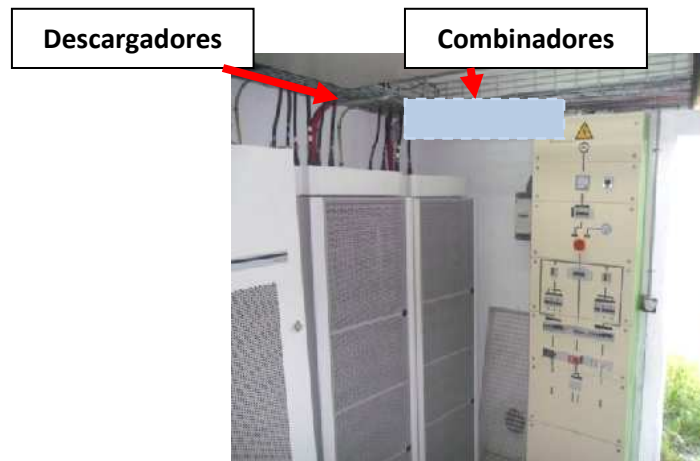


Figura 135. Vista del interior de la caseta (ubicación propuesta para los combinadores).

La ubicación de los combinadores es idónea para el acceso a los descargadores GSM, que se encuentran instalados justo encima del bastidor Nokia de la misma tecnología. Hay más espacio disponible sobre la escalerilla perimetral donde se podrían haber colocado pero siempre hay que intentar ubicarlos lo más próximos posible a los descargadores puesto que se van a interconectar con ellos. De este modo evitaremos tener que hacer las tiradas de cable demasiado largas entre combinadores y descargadores.

Los descargadores que había para el sistema GSM, no eran de paso de corriente así que tendrían que ser reemplazados puesto que la normativa de instalación de TME exige que sean con paso de corriente. Se podría instalar cualquiera de los modelos presentados en la Tabla 21 expuesta a continuación, según TME:

ELEMENTO	CÓDIGO	SUMINISTRADOR
DESCARGADOR HÍBRIDO	3409.41.0047	SUHNER
DESCARGADOR HÍBRIDO	APTDC-BDFDF-DB	ANDREW
DESCARGADOR HÍBRIDO	60BK561-K00N1	ROSEMBERGER
DESCARGADOR HÍBRIDO	J01125A0029	TELEGARTNER

Tabla 21. Modelos de descargador de paso de corriente permitidos [14].

Por último, relativo al sistema radiante, nos quedaba calcular una aproximación de las pérdidas introducidas por el cableado para comprobar si era necesario o no instalar TMAs junto a las antenas. Si nos remontamos al apartado 4.1.1, donde se explicó la forma de evaluar las pérdidas introducidas por el sistema radiante, se dijo que para la instalación de equipos compactos:

- Si $0\text{dB} < L_c < 1\text{dB}$ se instalaba el equipo compacto sin TMA
- Si $1\text{dB} < L_c < 4\text{dB}$ se instala el equipo compacto con TMA

Siendo L_c , las pérdidas introducidas por el sistema radiante en instalaciones con equipo compacto.

Calculemos las pérdidas totales de transmisión de la futura instalación de UMTS 900 MHz, según las distancias medidas en el replanteo para la longitud de las tiradas de cable coaxial y los elementos intermedios. Resultados obtenidos mostrados en la siguiente Tabla 22, tabla proporcionada por el propio operador de telefonía móvil.

Cálculo detallado de las pérdidas de transmisión en 900MHz	Unidades	Perd. por Unidad	Nº Unidades o longitud	Atenuación (dB)
Divisores 1:2	dB/unid.	3		0,00
Divisores 1:3	dB/unid.	4,7		0,00
Divisores 1:4	dB/unid.	6		0,00
Amplificador de torre (dWTMA)	dB/unid.	0,60	0,60	0,60
Diplexores (K793423 / K793424)	dB/unid.	0,2		0,00
Descargadores	dB/unid.	0,15	1	0,15
Cable 1-1/4"	dB/100 mts.	2,8		0,00
Cable 7/8"	dB/100 mts.	3,8	0	0,00
Cable 1/2"	dB/100 mts.	6,8	15	1,02
Cable 1/2" Superflexible	dB/100 mts.	10,4	5	0,52
Conectores	dB/unid.	0,08	8	0,64
Longitud de cables	mts		20	
Atenuación total	dB			2,93

Tabla 22. Estimación de pérdidas introducidas por el sistema UMTS 900 MHZ.

El cálculo se realiza para una tirada completa desde el equipo de radio hasta la antena:

- Se incluye en la estimación de pérdidas la instalación de TMA's puesto que éstas van a ser superiores a 1dB. Por lo general sabemos que en instalaciones donde las tiradas principales de coaxial son de longitud inferior a 25 metros, TME suele prescindir de los amplificadores en la instalación. En caso de que así lo decida, nos lo deberá notificar en la revisión del replanteo de obra.

- Cada tirada de coaxial tendrá que pasar por uno de los descargadores de paso de corriente.

- Al tratarse de un recorrido corto (inferior a 20 metros como ya se comentó en el apartado 3.3 de este documento) donde las antenas están relativamente a poca altura sobre mástil, las tiradas principales de coaxial están realizadas con cable coaxial de ½". Se estiman unos 13 metros al alza, desde la salida del combinador hasta la entrada de la antena, que serían reutilizados puesto que no se sustituyen las antenas y por tanto serían empleados los mismos que ahora dan tecnología GSM. Y se cuentan un par de metros más para los latiguillos de cable de los nuevos TMA's.

- Los latiguillos realizados en el interior, desde los conectores RF del bastidor de radio hasta la entrada a los descargadores y, desde la salida de los descargadores hasta la entrada a los combinadores. Se estiman unos 5 metros de cable coaxial de ½" SR.

- El total de conectores empleados corresponde por tirada de cable completa a lo siguiente:

- 1 conector bastidor radio
- 1 conector entrada descargador
- 1 conector salida descargador
- 1 conector entrada combinador
- 1 conector salida combinador
- 1 conector entrada TMA

- 1 conector salida TMA
- 1 conector entrada antena

5.1.9 RESUMEN DE TRABAJOS

Para terminar con el replanteo, se resumirán los trabajos que iba a conllevar la instalación para implantación del nuevo sistema UMTS 900 MHz en la estación base de Suances/Depósito siempre que TME aprobase el replanteo tal cual se había realizado. Sin efectuarse modificaciones, la obra supondría los siguientes trabajos:

INTERIOR DE LA CASETA

- Realización de swap: desmontaje del equipo RBS 3206 y montaje del nuevo RBS 6201.
- Instalación de sistemas W2100 y W900 en RBS 6201
- Alimentación del RBS 6201
- Instalación de tramas de transmisión Tx
- Sustitución descargadores existentes de GSM por modelo de paso de corriente
- Instalación combinadores de cavidad

SISTEMA RADIANTE

- Instalación de TMAs para UMTS 900

5.2 PLAN DE MEDIDAS PREVENTIVAS

La semana previa al comienzo de los trabajos, TME nos envió a través de Ericsson el Plan de Medidas Preventivas (PMP) donde nosotros como empresa subcontratada teníamos que devolver una copia firmada declarando que habíamos recibido el correspondiente documento y que estábamos comprometidos a realizar los contenidos descritos en dicho documento.

Se muestra a continuación de forma reducida el contenido del PMP, en él se tratan los siguientes puntos:

DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DE TRABAJO

Emplazamiento de TME, con caseta acondicionada, y con vallado perimetral que necesitaría desbroce.

DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR

Desinstalar un RBS 3206 e Instalar una RBS 6201

Instalar alimentaciones y tramas

Instalar 6 latiguillos de s/f

Instalar 3 TMAs

RIESGOS DETECTADOS

Caídas de personas al mismo nivel (por tropiezos, por desniveles de la zona de trabajo, etc.)

Caída de objetos en manipulación (equipos, herramientas, etc.)

Golpes o cortes por objetos o herramientas.

Sobreesfuerzos (debido a posturas de trabajo forzadas, manipulación manual de cargas, etc.)

Exposición a agentes físicos: radiaciones no ionizantes (microondas, radiofrecuencias, etc.)

MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

- 1- Evitar la acumulación de material, herramientas, manteniendo las zonas de trabajo en perfecto estado de orden y limpieza. Disponer de una zona reservada para acopio de material.
- 2- Utilización de los EPIs adecuados para cada trabajo. Mantener los EPIs en perfecto estado de conservación y realizar revisiones periódicas
- 3- Si se trata de un emplazamiento en el que se encuentra instalado otro operador se seguirá la Instrucción de trabajo relativa a la “Exposición Laboral: Radiaciones no ionizantes”. Se realizarán los trabajos en ausencia de radiación o a la mínima potencia.
- 4- Siempre que sea posible, los trabajos se realizarán en ausencia de tensión. En caso contrario, se aplicará lo establecido por el Anexo III del R.D. 614/2001 para la ejecución de trabajos en tensión.

Para trabajos con riesgo eléctrico se seguirá la Instrucción de trabajo de Riesgo Eléctrico.

- 5- Para trabajos en proximidad de elementos en tensión será de aplicación lo establecido en el Anexo V del R.D. 614/2001.
- 6- Señalizar las zonas de trabajo con riesgo de caída de objetos desde niveles superiores a dichas zonas y prohibir el paso por ellas. Limitar las alturas de apilado de material y comprobar su estabilidad.

Para el izado de antenas, herrajes, etc. se seguirá la instrucción de trabajo “Procedimiento de Trabajo de Izado de Cargas”.

- 7- Utilizar las herramientas sólo en las tareas para las que fueron diseñadas. Comprobar y mantenerlas en buen estado.
- 8- Para la utilización de escaleras de mano se seguirá lo establecido por la Norma de Trabajo: “Normas de seguridad para la utilización de las escaleras de mano”, así como las disposiciones del R.D. 2177/ 2004.

FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES

Formación de trabajadores en:

- Instalación, Operación y Mantenimiento (GR2)
- Trabajos en torres y mástiles (GR3)
- Trabajos en cubiertas y azoteas (GR4) (cuando se trata de azoteas o cubiertas no transitables).
- Frente a Riesgo Eléctrico (GR7, trabajador autorizado o cualificado).
- Trabajos de carga y descarga (GR8).
- Recurso Preventivo (GR9).
- Primeros auxilios.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Trabajos de Instalación, operación y mantenimiento: Casco de Seguridad EN 397, Guantes categoría II para operaciones precisas y de resistencia mecánica EN 388, categoría II de resistencia mecánica EN 388, gafas de protección EN 166, calzado de seguridad EN 345, chaleco reflectante EN 471.

Trabajos en torres y mástiles: Arnés clase C, EN 358 y EN 361, Elemento de amarre en Y EN 354 y absorbedor de energía EN 355, elemento de amarre EN 354 EN 358, casco con barbuquejo EN 397, guantes categoría II EN 388, calzado de seguridad categoría II S5 EN 345, chaleco reflectante EN 471. Equipo de uso colectivo: Carros anticaídas, Papillón (Game System).

Para trabajos en tejados y azoteas: Arnés clase C, EN 358 y EN 361, Elemento de amarre en Y EN 354 y absorbedor de energía EN 355, elemento de amarre EN 354 EN 358, casco con barbuquejo EN 397, guantes categoría II EN 388, calzado de seguridad categoría II S5 EN 345, chaleco reflectante EN 471. Cuerdas, mosquetones, cintas, aseguradores, etc.

Para trabajos con riesgo eléctrico:

Para trabajos en baja tensión => Calzado de seguridad EN 345, Guantes categoría II de resistencia mecánica EN 388 (aislamiento hasta 1000v), gafas de protección EN 166, casco de seguridad EN 397 con aislamiento eléctrico (para trabajar en Centros de Transformación, será con barbuquejo y sin visera), chaleco reflectante EN 471.

Carga y descarga de materiales: Calzado de seguridad EN 345, guantes categoría II de resistencia mecánica EN 388, casco de seguridad EN 397 y chaleco reflectante EN 471.

VIGILANCIA DE LA SALUD

Reconocimientos médicos anuales generales y específicos de trabajos en altura.

INSTRUCCIONES DE TRABAJO DE APLICACIÓN

Trabajos en Altura con condiciones climatológicas adversas.

Procedimiento para el izado de cargas.

Procedimiento de trabajo en torres y mástiles.

Instrucción de Trabajo Riesgo Eléctrico.

Instrucción, Exposición laboral: Radiaciones No Ionizantes.

Escaleras manuales.

Manejo manual de cargas.

MEDIOS AUXILIARES NECESARIOS

Uso de máquinas herramientas en general, herramientas manuales, comprobadores de tensión, escaleras manuales, etc.

5.3 APROBACIÓN DEL REPLANTEO DE OBRA Y RECOGIDA DE MATERIAL

Una vez TME tuvo revisado el replanteo de obra, dio el visto bueno con la salvedad de que no se incorporarían TMAs en esta instalación. Por tanto, el resto de trabajos contemplados en el replanteo seguirían realizándose de acuerdo a lo planificado.

La obra comenzó a ejecutarse una semana después de realizarse el replanteo, tras haber recogido el material de obra en las dependencias de nuestro contratista y los elementos de radio en una de las dependencias que Ericsson tiene en la provincia de Cantabria. Como ya he comentado anteriormente, el material se nos suministra por lotes para cada obra según el replanteo realizado en cada una. Cuando se recoge el lote en cualquiera de las empresas para las que se ha estado trabajando, se revisa a groso modo sin parar a contar por ejemplo el número de etiquetas o bridas. Esto es una labor que no nos compete según el acuerdo que firmamos desde un principio con ambos, sin embargo la confianza en la entrega nos ha resultado cara en algunas ocasiones. Por ello, se tomó la decisión consensuada con ellos de disponer de un remanente, igualmente proporcionado por ellos, para emplearse en caso de que se necesitara.

Revisar los elementos de radio que son siempre suministrados por Ericsson ha sido bastante más simple, puesto que se trata de pequeñas unidades y de volumen importante. Para que llegue todo en perfecto estado a la estación base en cuestión, no se ha desembalado nunca ningún elemento (Antenas, TMAs, combinadores, equipos de radio...) de su embalaje original. Todos ellos vienen protegidos con cajas de cartón precintadas y porexpan en su interior para evitar daños frente a cualquier golpe. En esta ocasión, para Suances/ Depósito seguimos la misma operativa que de costumbre y transportamos todo el material hasta la obra manteniendo su embalaje intacto.

La ejecución de obra conlleva un proceso de trabajos llevados a cabo de forma progresiva, para la que contamos con 48 horas de manera que hay que administrar correctamente las labores para no demorarnos demasiado en la terminación de la obra. Todo lo que exceda al tiempo mencionado empieza a ser un retraso en la ejecución que puede conllevar a penalizaciones por parte de TME. Las penalizaciones suponen una reducción del 10% del valor acordado por obra y, en el caso de acumular varias penalizaciones seguidas, la retirada definitiva del proyecto.

5.4 SWAP

5.4.1 PREPARACIÓN PARA EL SWAP

La puesta en práctica para realizar el cambio de un RBS 3000 por un RBS 6000 requiere seguir unas pautas o requisitos previos antes de comenzar con el desmontaje del equipo existente. Lo primero de todo es comprobar el material de instalación, que no existan desperfectos que luego puedan ocasionar problemas en la secuencia de trabajos. Además de los materiales será importante revisar el equipo de radio, que los kits de tarjetas sean los adecuados a la instalación y no presenten golpes o roturas. En el caso de encontrar cualquier deficiencia, habría que hacérselo saber de inmediato al supervisor de Ericsson.

En el caso concreto de Suances, al desembalar el nuevo bastidor de radio, nos percatamos que en su interior no venía la tarjeta SIU para interconectar las dos DUW con el equipo de transmisión. De manera que inmediatamente nos pusimos en contacto con la empresa que nos contrató y con Ericsson para hacérselos saber. Finalmente tras ser consultado con TME, se nos ordenó que el *swap* tenía que realizarse ese día y que había que proseguir los trabajos sin SIU, enlazando las DUW de los dos sistemas UMTS y manteniendo el más antiguo como enlace con el equipo de transmisión. De este modo la transmisión del UMTS 900 no sería independiente al de UMTS 2100.

Normalmente cuando se realiza un *swap* no suele ocurrir lo que aquí sucedió porque TME, como ya dije anteriormente, es partidario de que se instale una DUW para cada tecnología aunque la cantidad de RUWs instaladas en total permita realizar la instalación con una única y la transmisión de cada una vaya por separado y no enlazada. Así que la instalación del bastidor tuvo que variar de lo que en principio se replanteó, los motivos no puedo comentar cuáles fueron en esta ocasión. Sabemos que Ericsson con TME trabajan por objetivos mensuales y probablemente decidirían que se prosiguiera de la manera mencionada por no disponer en ese momento de SIU. Pero esto tan sólo es una suposición mía y como realmente no cambia nada, fuera por lo que fuera hubo que acatar las órdenes y continuar el *swap* como estaba previsto.

Para poder realizar un *swap* un día concreto, necesitamos disponer de un número conocido como BTP, proporcionado por Ericsson para una fecha y un horario específico. Con este código podremos bloquear las tecnologías que se vayan a ver afectadas por el *swap*. En la Figura 136 se muestra una captura de imagen del archivo Excel de donde semanalmente extraemos el número de BTP. Como se puede ver, es un listado en el que aparecen todos los cortes concedidos por TME para el mismo proyecto en una semana concreta.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Provincia	Cód. emplazamiento	Emplazamiento	Fecha corte	BTP	C.A.T.	
2	NAVARRA	3100017	CORELLA EB	26/06/2012	1140778	491140778	
3	GUIPUZCOA	2000347	IRUN/HIFRAMASA	26/06/2012	1140817	251140817	
4	GUIPUZCOA	2000157	ALEGIA	26/06/2012	1140818	691140818	
5	GUIPUZCOA	2000045	INTXAURRONGO EB	26/06/2012	1140780	451140780	
6	GUIPUZCOA	2000058	ALZA EB	26/06/2012	1140819	371140819	
7	CANTABRIA	3900508	SAN VICENTE/ENCRUCIADA	26/06/2012	1140812	921140812	
8	LA RIOJA	2600026	HERVIAS EB	26/06/2012	1140779	391140779	
9	LA RIOJA	2600048	BAÑOS EB	26/06/2012	1140781	891140781	
10	ZARAGOZA	5000038	ALAGON CT	27/06/2012	1140791	131140791	
11	TERUEL	4400034	MONREAL DEL CAMPO EB	27/06/2012	1140795	261140795	
12	TERUEL	4400037	MORA DE RUBIELOS EB	27/06/2012	1140796	651140796	
13	TERUEL	4400059	VALDERROBRES EB	27/06/2012	1140789	181140789	
14	CANTABRIA	3900162	SUANCES/DEPOSITO	27/06/2012	1140820	831140820	
15	CANTABRIA	3900121	BARCENA DE CICERO	27/06/2012	1140821	931140821	
16	NAVARRA	3100296	CINTRUENIGO/CULTURA	27/06/2012	1140776	261140776	
17	NAVARRA	3100017	CORELLA EB	27/06/2012	1140792	571140792	
18	HUESCA	2200038	CASTILLAZUELO	27/06/2012	1140822	121140822	
19	HUESCA	2200081	CASTEJON EB	27/06/2012	1140797	491140797	
20	GUIPUZCOA	2000002	BIDEBIETA CT	27/06/2012	1140793	141140793	
21	GUIPUZCOA	2000045	INTXAURRONGO EB	27/06/2012	1140790	671140790	
22	CANTABRIA	3900508	SAN VICENTE/ENCRUCIADA	27/06/2012	1140811	711140811	
23	LA RIOJA	2600026	HERVIAS EB	27/06/2012	1140798	391140798	
24	LA RIOJA	2600048	BAÑOS EB	27/06/2012	1140794	581140794	
25	ZARAGOZA	5000038	ALAGON CT	28/06/2012	1140808	471140808	
26	TERUEL	4400034	MONREAL DEL CAMPO EB	28/06/2012	1140803	121140803	
27	TERUEL	4400037	MORA DE RUBIELOS EB	28/06/2012	1140806	461140806	
28	TERUEL	4400059	VALDERROBRES EB	28/06/2012	1140804	561140804	
29	NAVARRA	3100296	CINTRUENIGO/CULTURA	28/06/2012	1140777	651140777	
30	NAVARRA	3100017	CORELLA EB	28/06/2012	1140801	831140801	
31	HUESCA	2200081	CASTEJON EB	28/06/2012	1140802	931140802	
32	GUIPUZCOA	2000002	BIDEBIETA CT	28/06/2012	1140807	831140807	
33	GUIPUZCOA	2000843	BELAUNTZA/POLIGONO BEOTIBAR	28/06/2012	1140823	561140823	
34	NAVARRA	3100932	ARANO/POLIGONO IRAKURRI	28/06/2012	1140824	921140824	
35	LA RIOJA	2600026	HERVIAS EB	28/06/2012	1140800	841140800	
36	LA RIOJA	2600048	BAÑOS EB	28/06/2012	1140805	921140805	
37	LA RIOJA	2600338	LO/CORONILLA	28/06/2012	1140844	461140844	
38	CANTABRIA	3900023	S/PEREDA CT	29/06/2012	1140826	831140826	
39	CANTABRIA	3900122	ARENAS DE IGÜÑA EB	29/06/2012	1140825	461140825	
40							
41							
42							
43							

Figura 136. Listado BTPs.

Es una tabla muy simple en la que únicamente aparece por orden de izquierda a derecha: la provincia a la que pertenece la estación, el código del emplazamiento (siempre los dos primeros números se corresponden con el código postal de la ubicación), el nombre con el que se reconoce la estación base. Y luego en el resto de columnas aparecen los datos del corte que son, la fecha en la que se debe ejecutar, el número de BTP y el número de CAT (siempre es el mismo número que el BTP con dos dígitos más añadidos al principio).

En caso de no realizar el corte siguiendo el procedimiento que se va a explicar a continuación, la cobertura de la zona quedaría totalmente caída pudiendo incluso repercutir a otras estaciones base, etc. Durante el tiempo que tengamos cortada la tecnología que sea, mientras estamos trabajando, el tráfico es desviado por otras estaciones intentando repercutir lo mínimo posible a los clientes del operador de telefonía.

Antes de proceder a bloquear la estación, nos ponemos en contacto con OORR (Centro de supervisión de Ericsson), estos se encargan de comprobar que la estación donde se va a efectuar el trabajo está sin alarmas importantes y además revisar el tráfico de todas las tecnologías existentes mediante estadísticas, comprobando la cantidad de llamadas aproximadamente durante 15 minutos. Una vez comprobado, se ponen en contacto con nosotros para darnos el visto bueno y la confirmación de que se puede seguir adelante con la instalación.

Recibida la aprobación de Ericsson, se puede comenzar a bloquear la estación o las tecnologías que se deseen. Lo primero es activar el BTP, mediante el envío de un *sms* a una centralita propia de Telefónica que autoriza o deniega la puesta en servicio del BTP dependiendo de que este cumpla con el día y horario establecido para efectuar el corte. Si no existen problemas, la centralita nos devuelve un *sms* confirmando la activación del BTP y, entonces es cuando tenemos que ponernos en contacto con el Centro Nacional de Acceso Inalámbrico (CNAI). El CNAI mediante el número de BTP, localiza la estación en la que vamos a realizar el trabajo y, remotamente desde su puesto de control nos bloquea las tecnologías que deseemos.

En este caso, solicitamos que bloqueara el nodo de UMTS puesto que se iba a retirar el equipo RBS 3206. Además necesitamos también bloquear la tecnología GSM ya que se iban a manipular los cables de RF de esta tecnología para la instalación de los combinadores. Cuando se trata de tecnología 2G, es decir GSM o DCS, Nokia es el encargado de bloquear el nodo siguiendo el mismo procedimiento que con CNAI. Así que se efectuó la misma llamada a Nokia para que nos bloqueara también el sistema GSM de la estación base. En este caso fue necesario bloquear todos los sectores puesto que se iba a trabajar en todos ellos, normalmente en estos casos lo que suelen hacer es bloquear directamente el nodo entero. Cuando tan sólo se quiere trabajar en un sector específico, lo que se hace es solicitar que bloqueen ese en concreto y mientras tanto el resto de sectores quedan disponibles para repartirse las llamadas que habitualmente entrarían por el sector bloqueado.

5.4.2 DESMONTAJE DEL RBS 3206

Como se trataba de un *swap* había que contactar con un departamento de Ericsson específico para ello antes de comenzar el desmontaje. Ellos estuvieron como siempre al corriente del cambio de bastidores en todo momento, y los mismos se encargaron de enviarnos por correo electrónico el archivo O&M que se cargó en el nuevo bastidor una vez reemplazado por el viejo. Antes de desmontar el equipo antiguo también nos conectamos mediante un portátil al RBS 3206 y, tomamos un registro de la configuración existente y de las alarmas por si surgía algún problema y había que retornar a la situación de origen.

Una vez tuvimos guardada una copia de ambos, se procedió al apagado del equipo bajando todos los disyuntores de la Unidad de Distribución de Alimentación del RBS 3206 (se muestra imagen en la Figura 137) y a la desconexión del disyuntor de 150 A del equipo de fuerza desde el que se alimentaba el bastidor quedando completamente aislado de tensión para poder retirar los cables de alimentación del equipo.

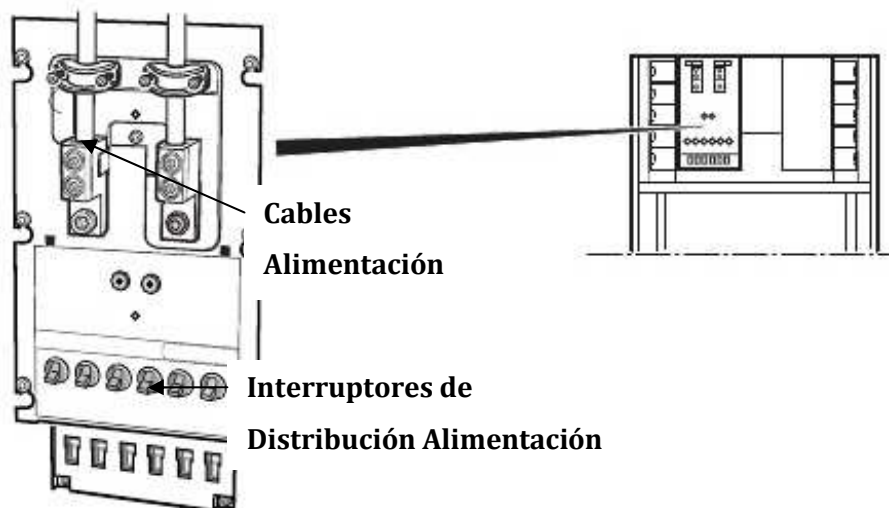


Figura 137. Unidad de distribución de Alimentación del RBS 3206 [22].

Como ya comentamos en el replanteo, el cable de alimentación existente no se pudo reaprovechar puesto que la normativa actual exige que para alimentar un RBS 6201 se utilice cable de 70 mm². Por tanto se retiraron las dos tiradas de cable de alimentación rojo-negro completas. Después lo siguiente que se desconectó fue el cable de puesta a tierra del equipo y a continuación la transmisión, se retiraron todos los cables de la unidad PCF. Se terminó desmontando los cables de RF del extremo del bastidor sin soltarlos de los descargadores puesto que iban a volver a ser conectados de nuevo los mismos en el RBS 6201.

Por último se comenzó con el desmontaje del bastidor, desatornillando en todos los puntos de anclaje. Ver Figura 138. Una vez retirados todos los tornillos de sujeción del bastidor, tanto los de la base como los que lo sujetan a la pared, se da por concluido el desmontaje del RBS 3206 quedando libre para poder extraerlo hacia afuera.

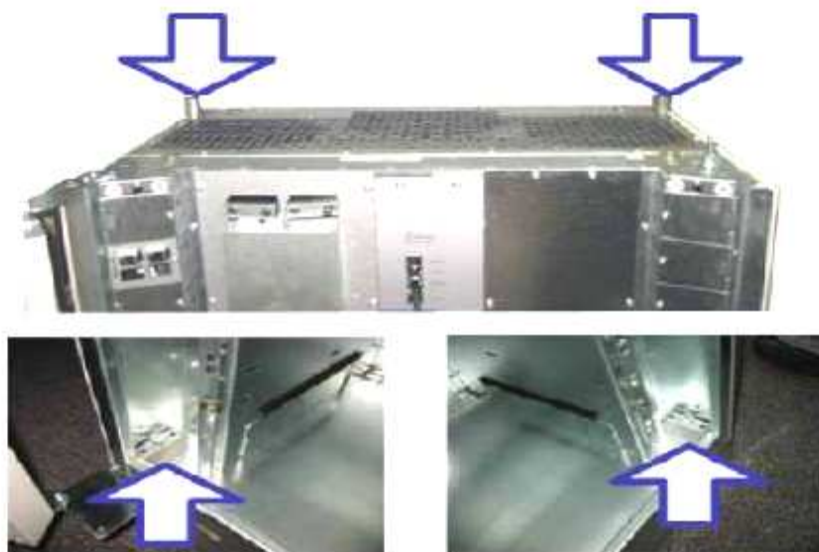


Figura 138. Puntos de anclaje de RBS 3206 [22].

Se retiró de la huella técnica que ocupaba con sumo cuidado, para que no se viera afectado ni el propio equipo ni ninguno de los que estaban ubicados en sus laterales. El equipo retirado tiene que permanecer siempre presente en el centro mientras no esté restablecido el tráfico de la tecnología desmontada (UMTS 2100) en el nuevo equipo. Por tanto, lo que se hizo es sacar el equipo a la intemperie donde había espacio suficiente para dejarlo aparcado el tiempo que hiciera falta. Normalmente dentro de la caseta no se suele disponer de demasiado espacio y resulta bastante agobiante trabajar varios en un espacio tan reducido.

El equipo retirado fue devuelto a las inmediaciones de Ericsson una vez se concluyó el montaje del nuevo y quedó funcionando correctamente. Se devolvió junto con todos los elementos de sujeción, las tarjetas, las conexiones y la base.

5.4.3 MONTAJE DEL RBS 6201

Para el montaje del RBS 6201 se sigue un proceso continuado y organizado que normalmente facilita el trabajo y lo agiliza. Una vez se tuvo desembalado el nuevo bastidor y se habían comprobado las tarjetas de radio, con el espacio libre para instalar el nuevo RBS 6201, se comenzó colocando la base del equipo para más adelante colocar el bastidor sobre la misma. Se ancló el equipo a la base y a la pared tal cual se explicó en el capítulo 2 de este mismo documento. Para evitar en la medida de lo posible levantar cargas pesadas, las tarjetas DUW y RUs se instalan en el interior del equipo una vez ya está posicionado el bastidor sobre la bancada.

Con el equipo ubicado en su posición y las tarjetas colocadas en su interior, lo siguiente fue empezar la instalación de cableados. Se empezó conectando el bastidor a tierra, luego se procedió a instalar el cableado de alimentación pero sin rearmar de momento la corriente. Lo siguiente fue instalar el cableado de transmisión y por último el de RF. En este caso no se tuvieron que cablear las alarmas externas en el bastidor pero de haber sido así, se suelen instalar después de cablear la transmisión dejando siempre para el final los cables de RF.

De aquí en adelante, se irá argumentando la ejecución del montaje conforme se van mostrando las imágenes tomadas de la instalación. De esta forma se podrán ir viendo los resultados según se trate cada uno.

En la siguiente imagen de la Figura 139, se puede ver efectuada la sustitución del equipo RBS 3206 (UMTS 2100) por el RBS 6201 (UMTS 2100 y UMTS 900), ubicado justamente entre el equipo de Yoigo y el de TME con tecnología DCS. La altura y la anchura del antiguo equipo eran algo superiores a las del nuevo instalado sin embargo, esto no supone ningún inconveniente a la hora de instalarlo. Más bien al revés, puesto que facilita el encaje del nuevo equipo en el espacio desocupado.



Figura 139. Ubicación RBS 6201 en caseta.

Al tratarse de un *swap* y no de una instalación nueva, tuvimos la ventaja de tener instalado el tramo de rejilla que va desde el equipo de radio hasta la escalerilla perimetral del techo de la caseta por la que se realizan los recorridos de cable. Los cables que salen del bastidor de radio salvo los de RF es decir, los cables de alimentación bajo tubo, el de tierra y los de tramas han de ir sujetos a este tramo de rejilla para subir ordenadamente hasta la escalerilla superior. Además tal como se puede ver en la Figura 140, el cable de tierra ha de subir conjuntamente con el tubo corrugado de alimentación embridado por el lateral izquierdo de la rejilla y los cables de tramas siempre por el lateral opuesto igualmente embridados.

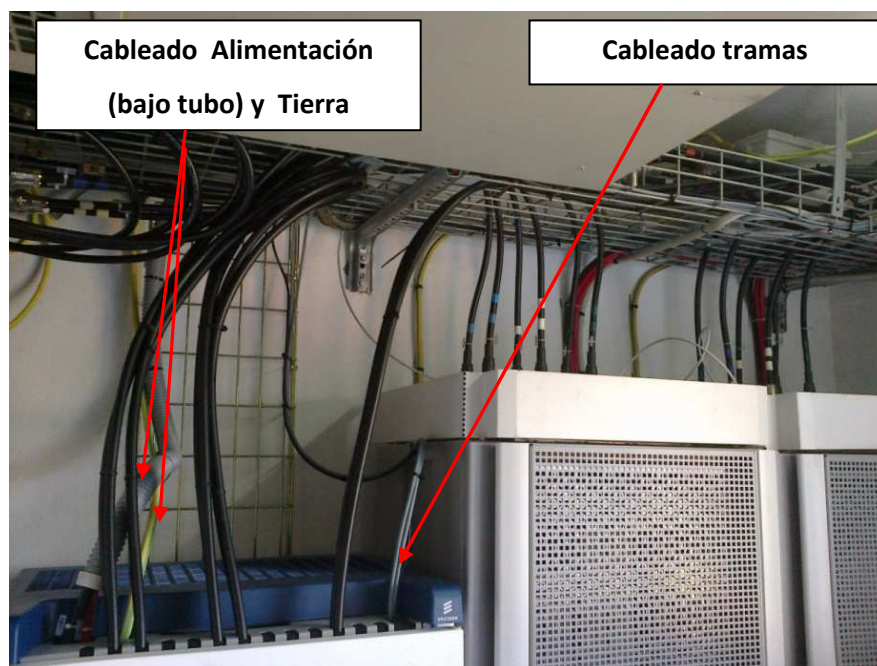


Figura 140. Salida de cableados desde el bastidor de radio.

5.5 INSTALACIÓN CABLEADO RF/ DESCARGADORES Y COMBINADORES

Empecemos explicando la instalación y el recorrido de los coaxiales de $\frac{1}{2}$ "de RF, probablemente la parte más compleja de la instalación. Los cables de RF se pasaron por la guía de pasacables bajando de dos en dos ordenadamente por el hueco correspondiente, para que no se entremezclaran en el frontal del equipo entre ellos y para que no intercedieran con el cierre de la puerta del bastidor. Para poder pasar los cables por la guía se ha de retirar hacia afuera el embellecedor del frontal girando los seguros que se encuentran en ambos extremos, ver Figura 141.

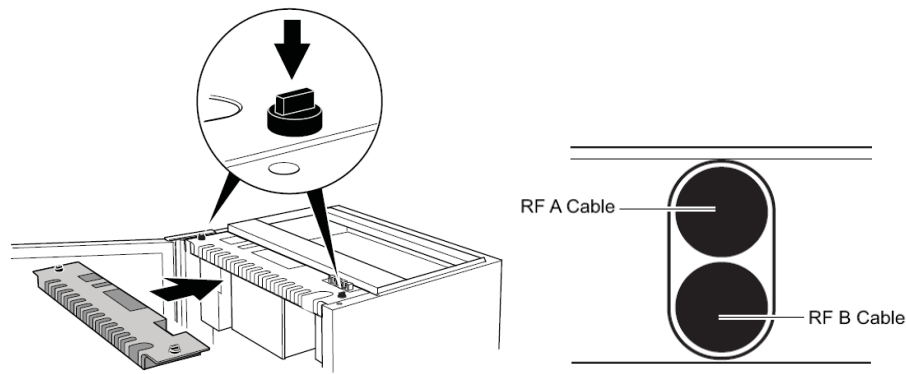


Figura 141. Pasacables de RF en RBS 6201 [5].

Los cables de $\frac{1}{2}$ " bajan directamente por el interior del bastidor, entre las tarjetas y la puerta, acabando en los conectores de 7/16 acodados de las tarjetas. Por lógica hay que seguir un orden a la hora de ocupar un hueco u otro en la guía pasacables para evitar que se entrecrucen los latiguillos de RF. Como ya dijimos el bastidor RBS 6201 dispone de dos *subrack* para la instalación de las tarjetas de radio, para este caso concreto empleamos ambos puesto que se instalaron dos tecnologías en el mismo bastidor (UMTS 2100 y 900). Según el manual de instalación se deben utilizar para el *subrack* superior los huecos del pasacables 3, 5, 7, 9, 11 y 13 empezando a contar por la izquierda dejando el primero libre y, para el *subrack* inferior los huecos 2, 4, 6, 8, 10 y 12. Se puede ver en detalle en la Figura 142 cómo se realizó la salida de los coaxiales de RF, del primer y segundo sector de ambos sistemas, para ver la salida completa de los latiguillos se puede volver a observar la Figura 140. También se puede apreciar en la imagen aquí presente, la puesta a tierra del equipo con cable verde-amarillo de 35 mm².



Figura 142. Salida cables RF y puesta a tierra.

Para poder visualizar la instalación del cableado RF que se realizó, sigamos el recorrido de los cables desde su salida del nuevo bastidor de radio. Para ello véase primeramente cómo quedaron instalados los kits de tarjetas en el RBS 6201 en la Figura 143. Se puede observar el sistema W2100 instalado en la parte superior del bastidor y el W900 en la parte inferior, siempre se sigue el mismo orden cuando ambas tecnologías comparten bastidor. Siempre ha de instalarse la tecnología más reciente en el *subrack* inferior independientemente del número de tarjetas.

Ericsson nos facilitó dos tarjetas DUW tal como se había planificado en el replanteo, una de las DUW modelo 30 01 que se empleó para el UMTS 2100 y la otra, modelo 20 01, para el UMTS 900. Normalmente se nos facilitan estos modelos para emplearlos tal como hemos descrito, siempre que sea éste el caso se empleará la DUW modelo 30 01 (con más canales) para el sistema ya existente salvo que TME nos indicase lo contrario.

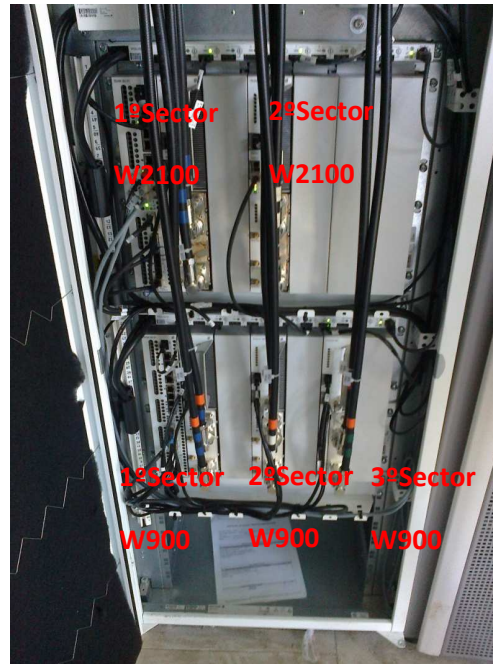


Figura 143. Instalación Tarjetas W2100 y W900 en RBS 6201.

Hay que priorizar los trabajos para restablecer lo antes posible el tráfico del UMTS 2100, por eso lo primero fue llevar desde el equipo de radio los latiguillos de coaxial de $\frac{1}{2}$ "SF del sistema W2100 a los descargadores existentes de la instalación de UMTS previa a la nuestra. Se puede ver la situación de los mismos en la imagen de la Figura 144, los latiguillos de este sistema fueron reaprovechados del antiguo equipo RBS 3206 puesto que la distancia era la misma y se encontraban en buenas condiciones. En cambio para el W900 tanto los latiguillos como los descargadores fueron instalados nuevos. Los descargadores que existían para el GSM fueron sustituidos por nuevos de paso de corriente, del fabricante HUBER SUHNER y se empleó la misma pletina de tierra donde se ubicaban los antiguos para instalar los nuevos.

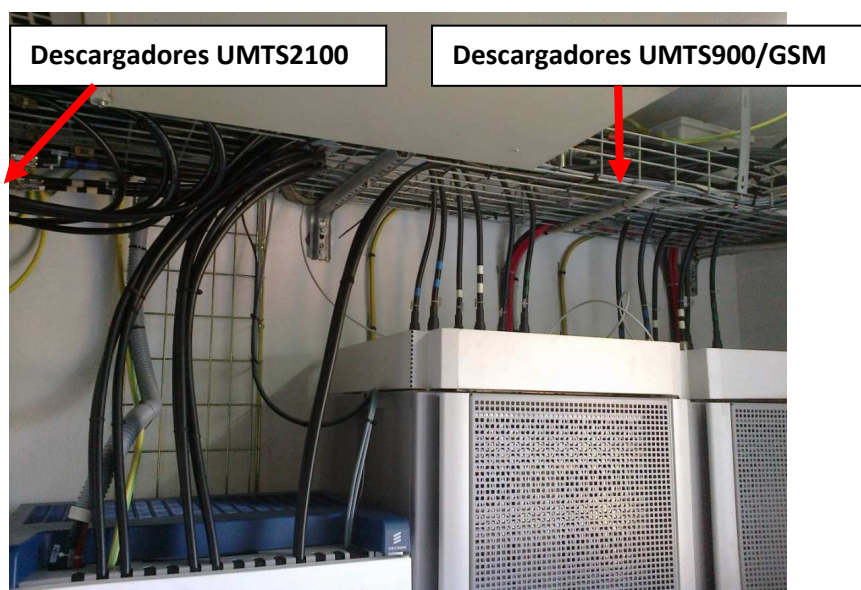


Figura 144. Situación de los descargadores.

Los nuevos descargadores instalados sirven tanto para proteger el sistema GSM como el UMTS 900 puesto que si recordamos, ambas tecnologías fueron combinadas. Antes de ver cómo se instalaron los descargadores y los combinadores, para comprender de manera sencilla el recorrido que siguieron los cables de W900 he considerado oportuno realizar un esquema de conexión muy básico en el que se puede apreciar el camino completo que sigue el cableado del W900 entrelazado con el GSM mediante los combinadores; véase en la siguiente Figura 145 mostrada a continuación. Si finalmente se hubieran tenido que instalar los amplificadores de señal como se replanteó, se tendrían que haber intercalado entre los descargadores y las antenas, instalándose en el mismo herraje que cada una de las antenas.

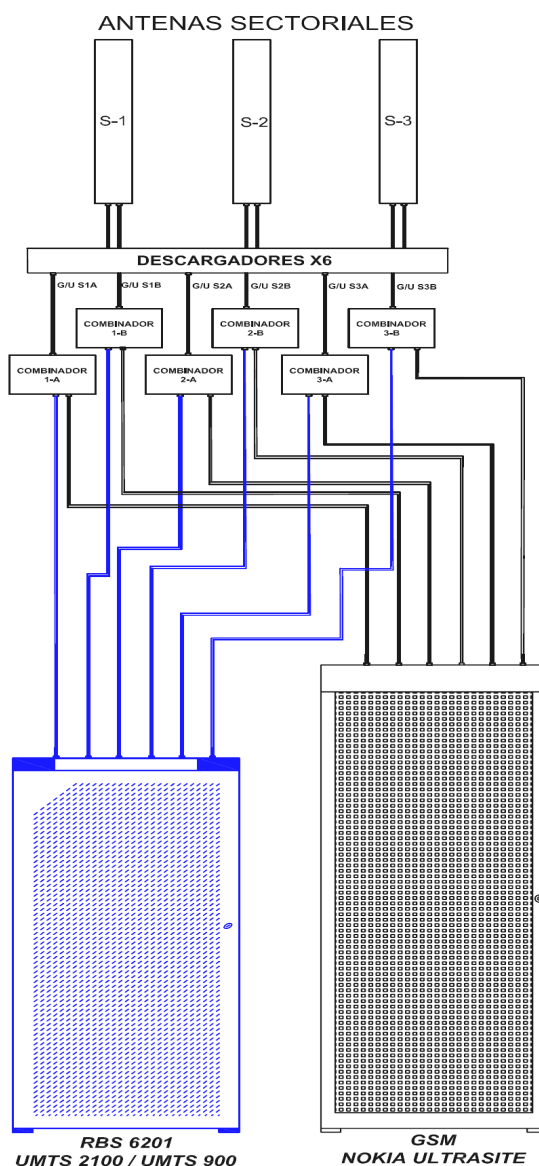


Figura 145. Esquema recorrido cables coaxiales.

La señal combinada (GSM y UMTS 900) es la que pasa por los descargadores y directamente de allí se lleva a las antenas. Se puede ver con más detalle la conexión de los cables RF a los descargadores en la Figura 146; la imagen de la izquierda muestra la salida de los descargadores hacia las antenas y la de la derecha es la entrada de la señal combinada a los descargadores.

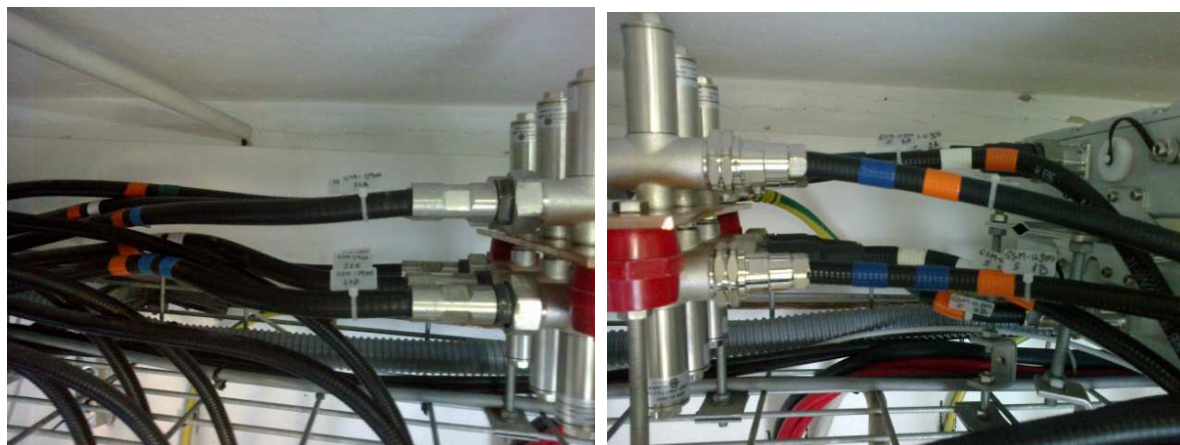


Figura 146. Descargador de paso de corriente GSM/UMTS 900.

Los coaxiales de $\frac{1}{2}$ "SR que van de los descargadores hasta las entradas de la banda 900 MHz de las antenas son reutilizados. Al combinar la señal UMTS 900 con la del GSM, las tiradas principales de coaxial serán las mismas que ya existían anteriormente para GSM. Se puede apreciar en las imágenes mostrada la diferencia notable entre los conectores reutilizados de la izquierda y los de la derecha, que fueron instalados nuevos. Por otro lado, los latiguillos que parten del RBS 6201 (W900) y terminan en la entrada de los descargadores, pasando por los combinadores, son de cable coaxial de $\frac{1}{2}$ "SF igualmente instalados nuevos. Los latiguillos del mismo coaxial que van desde el equipo Nokia de GSM hasta los combinadores también son instalados nuevos, no se pueden reutilizar los existentes.

Se puede ver también en las imágenes anteriores, sea o no reutilizado el cableado, cómo se reetiquetaron tanto las entradas como las salidas de los descargadores convenientemente con ambas tecnologías (GSM y UMTS 900) y se marcaron con su identificación sectorial de colores. Recordemos que para TME el marcado sectorial por orden se correspondía con los colores azul, blanco y verde, a parte el color naranja especificaba la tecnología a la que pertenecía (UMTS 900).

Aunque los descargadores fueron sustituidos por nuevos con paso de corriente, la pletina para el mismo número de descargadores se pudo aprovechar de la antigua instalación, lo que sí se reemplazó fue la puesta a tierra, uniendo la pletina de los descargadores con el anillo de tierra de la caseta mediante cable amarillo-verde de tierra de 35 mm².

Se instalaron los combinadores de cavidad sobre la escalerilla perimetral de la caseta con el sistema que traen de anclaje, quedando instalados en tres grupos de dos combinadores cada uno, separados por sectores. Sirva de muestra la instalación de los combinadores pertenecientes al segundo sector, que pueden verse en imágenes en la Figura 147.



Figura 147. Instalación Combinadores de Cavidad (Sector 2).

El kit de sujeción de los combinadores a la escalerilla consiste en unas varillas que se enroscan en las orejas de los combinadores por ambos extremos y unos soportes de fijación que anclan el grupo de elementos a la escalerilla. En ambos extremos de las varillas se colocan un par de tuercas de sujeción, tal como se muestra en las imágenes mostradas.

Para la puesta a tierra de los combinadores, se unen los terminales de ambos combinadores mediante cable de tierra amarillo-verde y, se conecta el terminal de tierra del combinator que queda por encima con la línea de tierra perimetral de la caseta consiguiendo que ambos elementos tengan su conexión a tierra.

El orden de instalación de los combinadores es siempre el mismo, los que combinan la señal A (S1A, S2A y S3A) son los que quedan en la parte alta y los de la señal B debajo. La misma posición se emplea para instalar los descargadores, los A en la parte de arriba de la pletina y los B en la de abajo, de esta forma los cables entran y salen lo más rectos posible para evitar curvaturas innecesarias. Se sigue siempre el mismo patrón para conseguir mantener un orden, tan necesario cuando hay varias personas trabajando en la misma tarea en un espacio reducido.

Para que pueda apreciarse con más detalle la instalación de los combinadores sobre la escalerilla, se muestra en la siguiente Figura 148 una imagen que abarca una panorámica más amplia. Se puede ver cómo se instalaron de dos en dos por sectores, el tercer grupo de combinadores se instaló inmediatamente detrás del que se ve más a la derecha de la imagen. Se dejó una distancia considerable entre los grupos para en caso de avería no hubiera problemas de manipulación, pero sin ser demasiado amplio el hueco para evitar tener que instalar metros de cable coaxial de ½" innecesarios.



Figura 148. Instalación combinadores de cavidad.

5.6 INSTALACIÓN DE ALIMENTACIÓN

El nuevo bastidor de radio se alimentó desde el mismo disyuntor que estaba siendo alimentado el RBS 3206 desmontado. El calibre del disyuntor es de 150 A, estando ubicado en la regleta de distribución de alimentación del equipo de fuerza. Se muestra en la siguiente imagen recogida en la Figura 149 la ubicación del disyuntor empleado, etiquetado como RBS 6201.

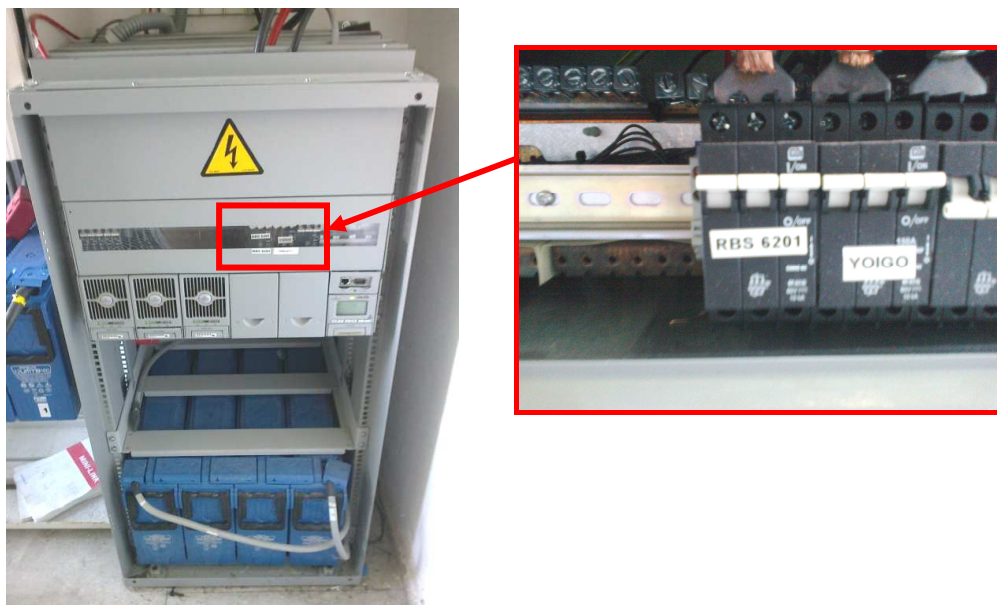


Figura 149. Alimentación del RBS 6201.

La identificación del disyuntor es obligatoria en todas las instalaciones realizadas, además ha de realizarse siempre mediante dymo y etiquetarse tanto por dentro el propio disyuntor como, por fuera la carcasa de protección. De esta forma se asegura un sencillo y rápido reconocimiento del disyuntor de partida, sin necesidad de haber realizado la instalación con vistas a futuras revisiones de mantenimiento. Si hubiera varios bastidores del mismo modelo, se hubiera añadido en el etiquetado la tecnología del equipo.

El cable de alimentación rojo-negro ya dijimos que había sido instalado nuevo, de sección 70 mm², bajo tubo corrugado PG-29 y siguiendo el recorrido más corto, desde el RBS 6201 hasta el equipo de fuerza. El tubo corrugado cuenta en sus extremos con dos terminaciones de tubo, de instalación obligada, para evitar que ningún técnico se corte al manipularlo. Los cables de alimentación irán igualmente identificados mediante etiquetas plásticas en ambos extremos, siendo el cable negro etiquetado con (-48 V) y el rojo con (0 V). TME con el etiquetado es bastante exigente y no permite como en tiempo atrás emplear cualquier tipo de etiqueta sino que, han de emplearse para el interior etiquetas de banderola plásticas y escribir en ellas con un rotulador permanente. Antes, en las instalaciones antiguas se empleaban diferentes modelos de etiquetas, imagino que no se requeriría un modelo determinado y por eso ahora se pueden observar etiquetados desiguales en los equipos de GSM/DCS y UMTS 2100. Muchas de esas etiquetas por ejemplo las de pegatina pueden encontrarse por el suelo, en principio las nuevas asidas con brida tienen un amarre mucho más seguro que evitará que se desprendan del cable.

5.7 INSTALACIÓN DE TRANSMISIÓN

En el apartado 2.4 de este proyecto se comentaron los diferentes casos que había de conexionado de transmisión Ethernet para el nuevo sistema UMTS 900. Lo que se comentó ahí de forma teórica y lo que luego en el caso práctico se dedujo puede llevar a malas interpretaciones.

Teóricamente, centrándonos únicamente en los casos donde W900 y W2100 comparten bastidor, se dijo que existían dos posibilidades concretas, recordémoslas para que quede correctamente explicado:

- CASO 1: W900 y W2100 en RBS6000 con una única DUW (cuando hay instaladas máximo 3 RUW)
- CASO 2: W900 y W2100 en RBS6000 con dos DUW

El primer caso dijimos que normalmente se daba cuando se realizaba un swap que efectivamente es el caso concreto en el que nos encontrábamos. Sin embargo por experiencia tras haber realizado diversos montajes similares, se sabe que TME suele decidir que la transmisión no vaya encadenada con la del W2100 y que se instalen tarjetas DUW para cada sistema (CASO 2), así lo hice saber en los comentarios realizados durante el replanteo.

De esta forma, como en tantas otras, se dedujo que la opción adecuada sería la que solía tomar el propio operador como preferencia. De ahí que se solicitará una tarjeta SIU y los cables adicionales correspondientes. Pero en esta ocasión, TME decidió que al menos de momento se instalarían las dos tarjetas DUW pero con una única salida de transmisión, por la DUW 30 01 del W2100. El tráfico moderado de UMTS en la estación no suponía a priori añadir una SIU o al menos así lo decidió TME, de manera que se acató su parecer. Como ya dije en anteriores comentarios, los motivos como éste normalmente no suelen llegar hasta nuestros oídos así que realmente si el motivo fue que no se disponía de una tarjeta SIU en esos momentos, si se olvidaron de suministrarla, etc. no lo podemos saber. Sinceramente no es que no nos importe el motivo por el que se dejó de instalar la SIU en este emplazamiento cuando se había aprobado en el replanteo su montaje, pero cuando estás trabajando en campo y aparecen este tipo de imprevistos lo mejor es acatar la orden y continuar según el acuerdo. El no tener que instalar una tarjeta SIU en el bastidor, a nosotros nos supuso un trabajo menos en la lista de tareas por realizar.

De este modo, no se instaló tarjeta SIU ni hubo que realizar ningún cableado adicional. Tanto el tráfico de W900 como el de W2100 saldrían por la DUW 30 01, encadenada para ello con la DUW 20 01. No hubo problema alguno puesto que como ya dijimos, una misma DUW puede controlar hasta 6 RUS y en este caso tan sólo había 5 unidades.

Se pueden ver correctamente etiquetas las salidas de transmisión en la siguiente Figura 150, TNA como salida Ethernet y ETA y ETB salidas E1, tramas de 2 Mbit/s.



Figura 150. Conexiones de transmisión DUW 30 01 (RBS 6201).

La transmisión del antiguo RBS 3206 (UMTS 2100) iba conectada directamente en el SIAE (Figura 151) radioenlace de transmisión, ubicado en la bandeja o estante justo debajo del RTM-5. Se mantuvo la transmisión existente, cableando el puerto TN-A de la DUW 30 01 (RBS 6201) perteneciente al sistema UMTS 2100 por medio de un cable de red (ET-MFX RPM 777 71) hasta la entrada número 2 del radioenlace.

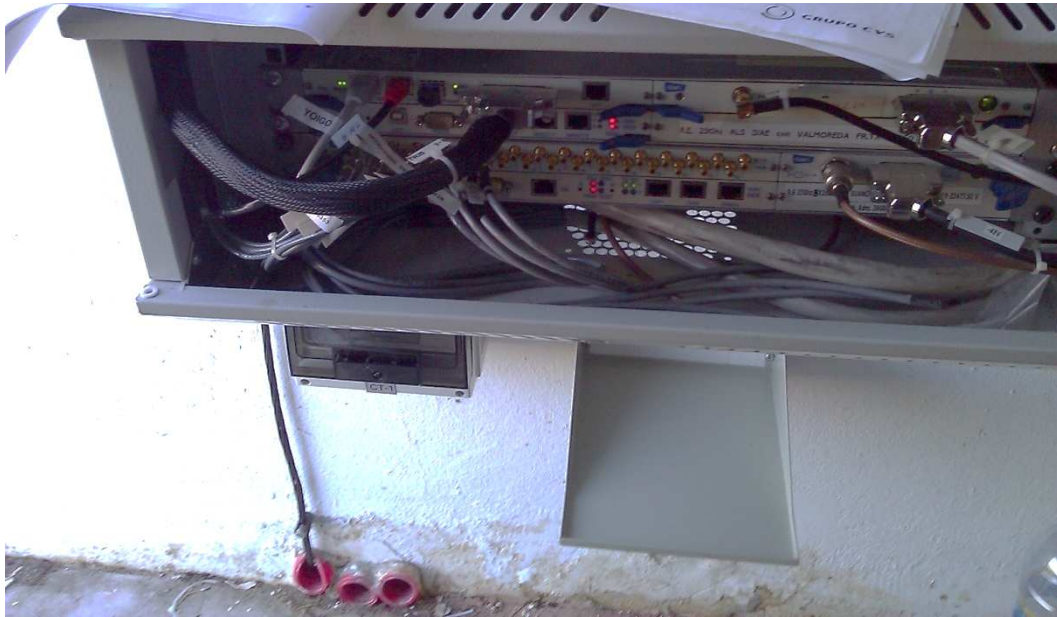


Figura 151. Conexión transmisión Ethernet en equipo SIAE (TX).

Para que se pueda apreciar más en detalle la conexión realizada entre el bastidor RBS 6201 y el equipo de transmisión SIAE, se muestra en la Figura 152 la unión realizada en el SIAE.



Figura 152. Detalle conexión transmisión UMTS en SIAE.

Como no hubo que realizar nuevas salidas de transmisión, por la falta de SIU, tampoco hubo que conectar nuevos cables de tramas al benjamín. En el replanteó se había revisado que había espacio suficiente para instalar las nuevas pero como la transmisión iba a ser controlada desde la misma DUW del UMTS 2100 fue suficiente con las tramas ya instaladas del UMTS anterior. Aunque el frontal del repartidor estaba correctamente identificado, se comprobó que no estaban etiquetadas ninguna de las ocho tramas por la parte trasera así que se etiquetaron según la normativa mediante banderolas plásticas de la siguiente forma: UMTS.RX1, UMTS.TX1...UMTS.RX4, UMTS.TX4. Pueden verse un par de imágenes tomadas del frontal y de la parte trasera en la Figura 153.

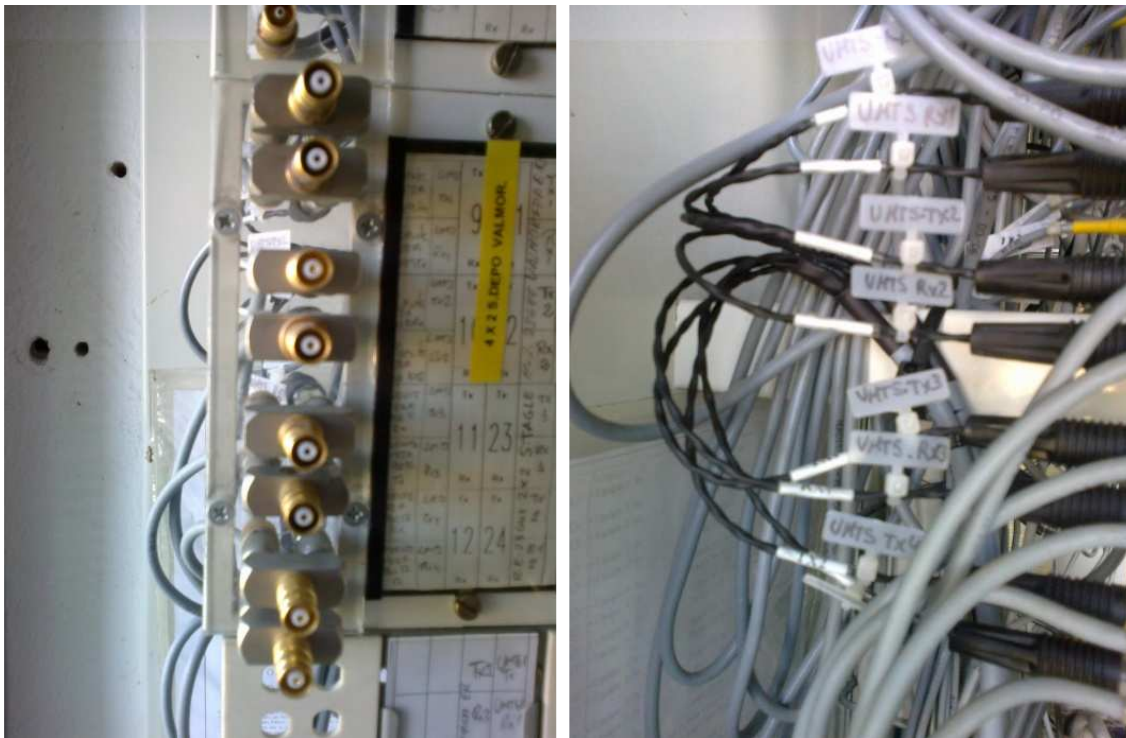


Figura 153. Repartidor de tramas.

Para concluir con la instalación que fue realizada en el interior de la caseta, se exponen a continuación un par de planos que simplifican de manera visual los trabajos realizados en el interior. En el primero de la Figura 154 se muestra la situación final en la que queda la caseta tras terminarse la instalación del sistema UMTS 900 y en el siguiente de la Figura 155, las conexiones realizadas desde el nuevo bastidor.

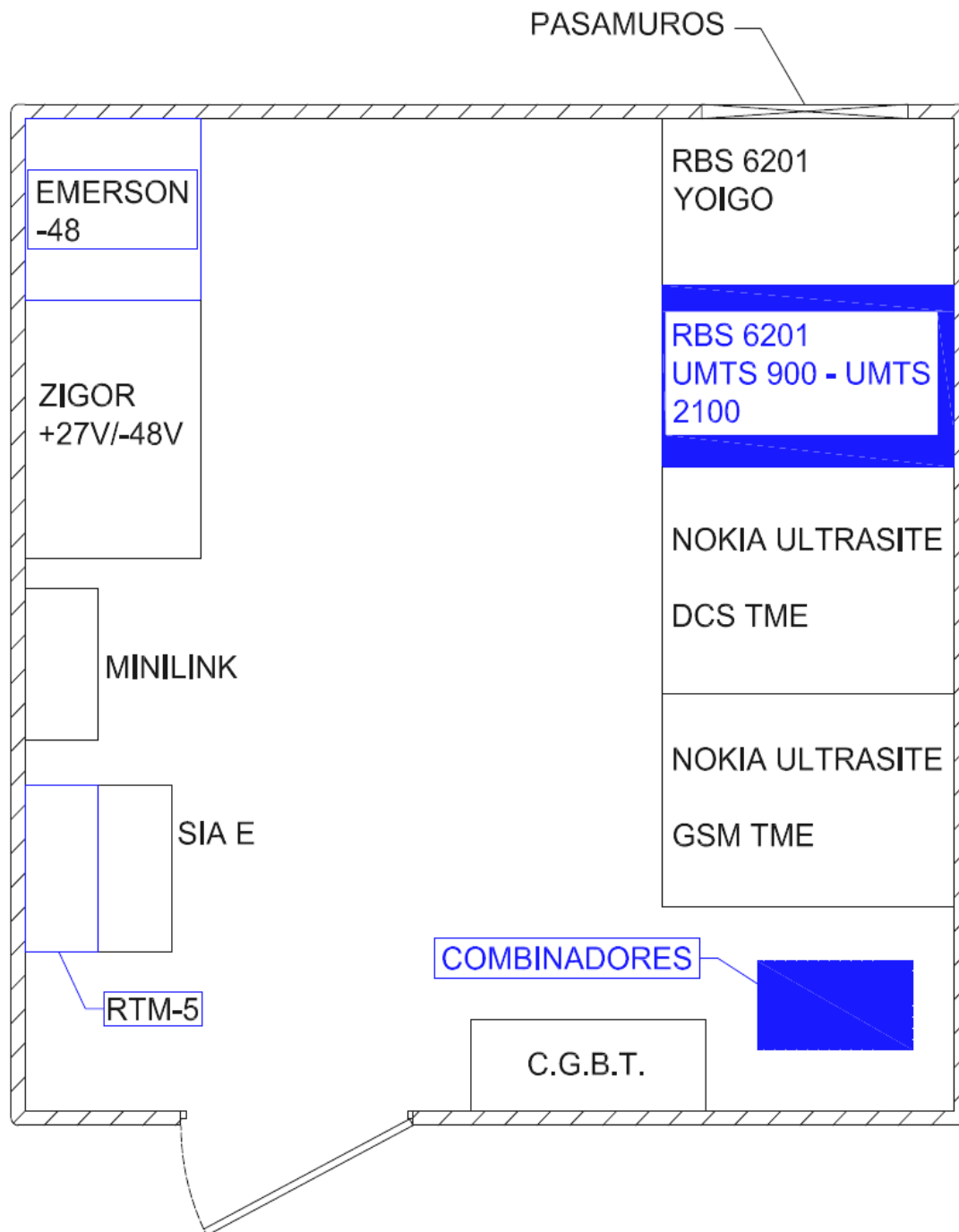


Figura 154. Situación final en la caseta de Suances/Depósito.

Como ya he comentado en anteriores apartados de esta memoria, este y el resto de instalaciones han sido realizadas para Ericsson/TME pero nosotros no hemos sido contratados directamente para realizar los trabajos sino que, han sido otras empresas de telecomunicaciones las que han contado con nosotros como refuerzo. Esto viene a tema para contar que todos los planos que se han de añadir en la documentación, tales como el que se muestra abajo, siguen unas pautas impuestas por la contrata y no son elección nuestra.

No existe una metodología estricta para el diseño de estos planos, sin embargo cada empresa tiene su manera de realizarlos y nosotros como subcontrata nos hemos de adaptar a cada una de esas formas. En este caso, la conexión de alimentación se realizó en rojo, la de transmisión en verde y los coaxiales de RF en azul. Mientras que se requería que todos los elementos que entraban a formar parte de la instalación fueran sombreados en naranja y la posición de los descargadores dibujada en magenta.

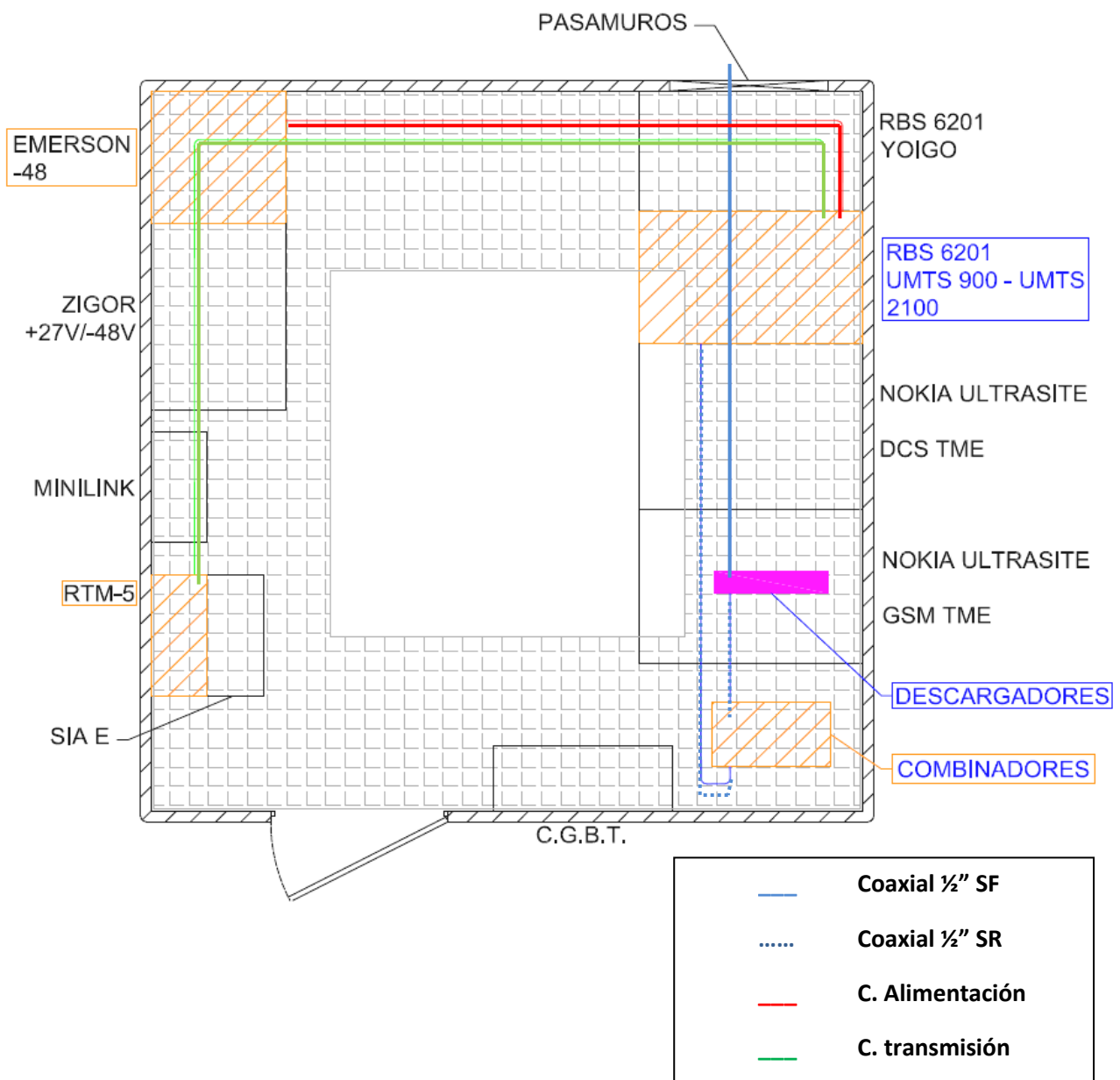


Figura 155. Conexiones realizadas en caseta de Suances/Depósito.

5.8 CABLEADO DE PUESTA A TIERRA

Teniendo en cuenta que todos los elementos instalados han de derivarse a tierra, se realizaron las conexiones a tierra del bastidor de radio, de los combinadores de cavidad y de la pletina de tierra de los descargadores. El resto de elementos ya llevaban incorporada su puesta a tierra de instalaciones anteriores a la nuestra, aunque la pletina de los descargadores ya contaba con su puesta a tierra de la instalación existente de GSM hubo que reemplazarla por otra de sección 35 mm².

El cable de tierra que se empleó fue amarillo-verde de sección 35 mm² cortado según la longitud necesaria para unir cada elemento con la línea perimetral de tierra de la caseta, mediante perrillos de cobre. Se puede ver en la Figura 156 y Figura 157, las puestas a tierra del bastidor y de uno de los grupos de combinadores instalado; se recuadra en ambas imágenes los dos extremos de conexión del cable de tierra.



Figura 156. Puesta a tierra del bastidor de radio RBS 6201.

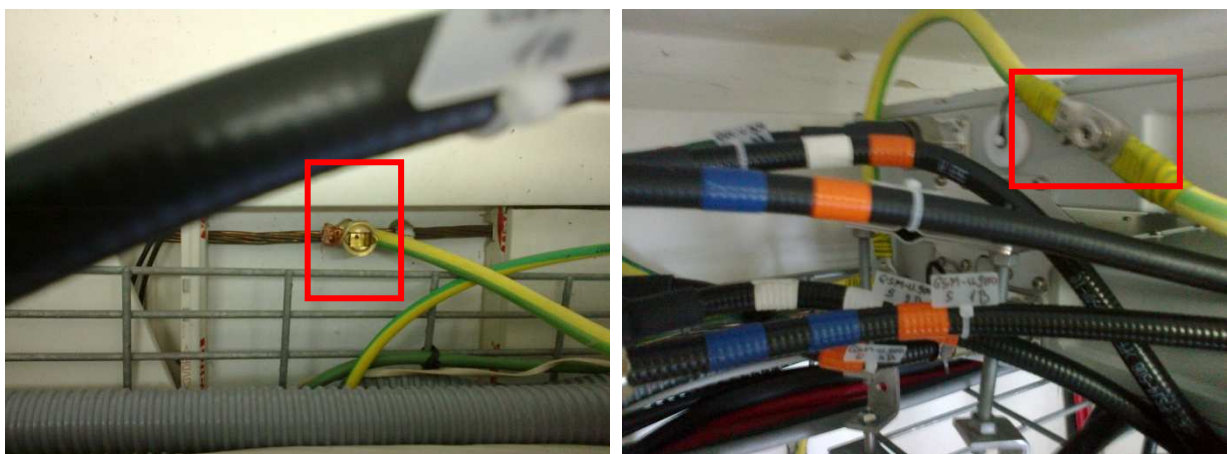


Figura 157. Puesta a tierra de los combinadores de cavidad (ejemplo con sector 1).

En estas próximas imágenes de la Figura 158 se puede observa la última de las puestas a tierra nombradas, la de la pletina de los descargadores igualmente unida al anillo interior de la caseta.

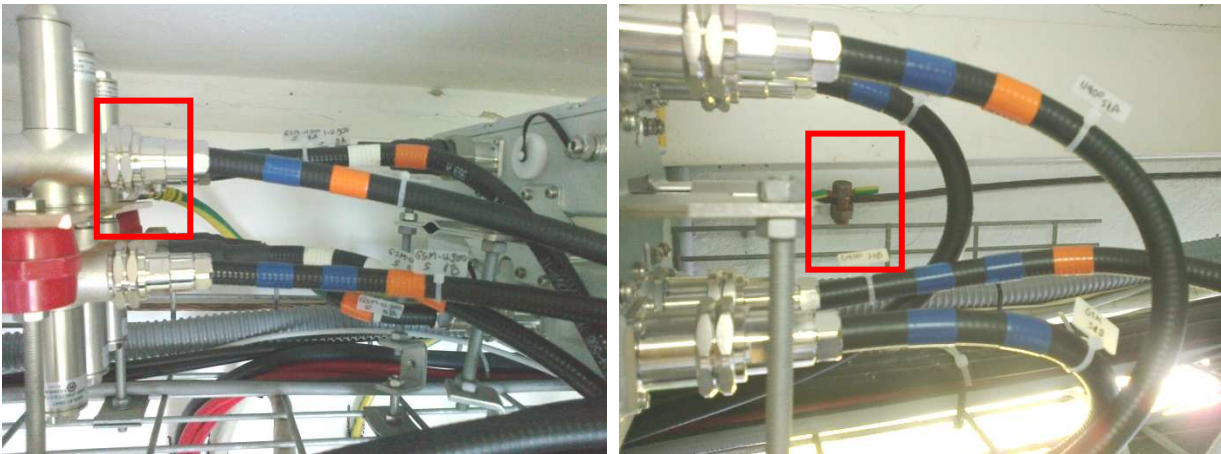


Figura 158. Puesta a tierra de la pletina de los descargadores UMTS 900/GSM.

Se puede ver que los perrillos de cobre son diferentes para las conexiones mostradas anteriormente siendo todos ellos autorizados por TME.

5.9 SISTEMA RADIANTE

Aunque en este caso no hubo que realizar sustitución de antenas porque se optó por la opción de combinar la señal con la de GSM, igualmente tuvimos que tomar los datos de radio de las antenas y constatar con el optimizador de TME de la zona que no quisiera realizar algún cambio respecto a la situación encontrada. Los datos anotados fueron los que se muestran a continuación en la Tabla 23.

Orientación e Inclinación de Antenas				
SECTOR	DWE	DWM	AZIMUT	ALTURA
SECTOR 1	GSM: 3º DCS: 3º UMTS: 5º	0º	340º	8 m
SECTOR 2	GSM: 2º DCS: 2º UMTS: 6º	0º	60º	8 m
SECTOR 3	GSM: 3º	0º	160º	8 m

Tabla 23. Datos Sistema Radiante.

Una vez revisados los datos de radio, nos pusimos en contacto con el optimizador de TME para hacerle saber las orientaciones y los *downtilts* de las antenas. Confirmó con nosotros que en su registro de datos tenía anotadas las mismas medidas y que no debían modificarse por la adicción del sistema UMTS 900 en la estación. De todas formas, como en el resto de instalaciones, TME cuenta con 48 horas para realizar pruebas de tráfico.

En el caso de que el tráfico se viera afectado tras la instalación del nuevo sistema, procederían a abrir lo que se conoce como “avería” y directamente nos la adjudicarían a nosotros como responsables de la instalación. En el caso de que la avería surgiera transcurrido el periodo de tiempo citado, TME tendría que asegurarse de que la avería procede de algún fallo en nuestra instalación; en el caso de no ser así tendría que resolverla el personal propio de mantenimiento de TME.

Como comprenderéis este es un debate abierto entre nosotros y ellos continuo, en esta estación en concreto no hubo que volver por motivos de averías encontradas pero, han sido múltiples los sitios que hemos tenido que acudir con urgencia a revisar una avería y luego no ser nuestra instalación la causante del problema.

Retomando con la medición de datos del sistema radiante, distinguir los sectores a los que pertenece cada antena suele parecer sencillo, bastaría con fijarnos en el etiquetado existente. Sin embargo, no podemos fiarnos del todo puesto que a veces no está correctamente identificado o incluso ni existen etiquetas. La mejor comprobación para asegurarnos la obtenemos después de medir mediante brújula las orientaciones de las antenas, teniendo siempre presente que el primer sector será el más cercano al Norte geográfico (0° o 360°). Es importante realizar una medición tal cual dijimos, apartándonos del sistema radiante un tramo considerable, para que la brújula magnética no se vea afectada por el hierro de la torre/mástil. En la estación de Suances/Depósito, un error en la medición fácilmente nos hubiera podido llevar a suponer que el sector 2 era el sector 1, por la cercanía con el norte geográfico de ambos. Se muestra a continuación, en la Figura 159, una imagen del sistema radiante donde se indica el sector al que pertenece cada una de las antenas de TME.

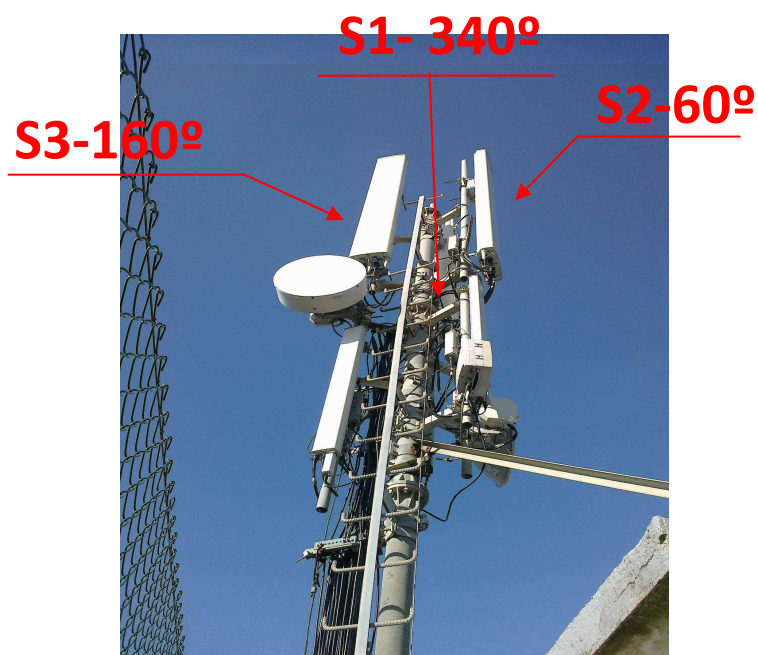


Figura 159. Sistema Radiante en Suances/Depósito.

El modelo de antenas TTD3-800TV tiene el ajuste de tilt eléctrico en forma de varilla, se muestra como ejemplo en la Figura 160 las bocas de entrada de la antenna del sector 2.



Figura 160. Antena Sector 2.

Para cada una de las antenas, lo que realmente nos concernía a nosotros era etiquetar correctamente las dos entradas correspondientes a la banda de 900 MHz para dejar constancia de que la señal llegaba combinada (GSM/UMTS). Se colocaron las etiquetas metálicas correspondientes al sistema combinado en cada una de las entradas y además se añadió el marcado naranja para referenciar el nuevo sistema UMTS 900.

Como siempre se anotaron los valores de *downtilts* encontrados para añadirlos en la entrega de documentación de la obra, donde en el caso de haber tenido que efectuar modificaciones habríamos tenido que anotarlas. Se realizó como es costumbre también un registro fotográfico para corroborar los datos anotados, en la Figura 161 se muestran las fotografías recopiladas para la antena del sector 2 mostrada como ejemplo en la Figura 160 del sistema radiante existente en Suances Depósito.

S2 – DWE UMTS (6º)



S2 – DWE GSM/UMTS 900 (2º)



S2 – DWE DCS (2º)



S2 – DWM (0º)



Figura 161. Datos Radio Antena sector 2.

Este modelo de antena permite regular el *downtilt* eléctrico de 2º a 10º en las tres entradas de frecuencia. Se ha incluido en el Anexo A la hoja de características de este panel multibanda de Ryma por tratarse del modelo del ejemplo tratado, aunque no sea uno de los modelos instalados en el proyecto de evolución.

Ya hemos comentado que para esta instalación no se realizaron nuevas tiradas principales. Al combinarse la señal con la de GSM las tiradas de coaxial corrugado de ½" SR del sistema GSM servían directamente para la nueva tecnología. Y además al situarse el bastidor nuevo de radio RBS 6201 en la misma huella técnica del antiguo RBS 3206, las tiradas principales de coaxial del UMTS 2100 tampoco tuvieron que sustituirse. Aún que no se hayan modificado, veamos en la Figura 162 el recorrido desde su salida de la caseta atravesando el pasamuros hasta llegar a las antenas.



Figura 162. Recorrido Tiradas principales de coaxial.

Puede verse en la imagen que se acaba de mostrar la salida de los coaxiales RF al exterior de la caseta. Normalmente el tramo que hay desde el pasamuros (por donde salen los coaxiales) hasta la torre, tiene instalado un tramo de rejiband o rejilla para que el recorrido de cables sea ordenado y no queden colgando. Pero en esta ocasión, el mástil estaba inmediatamente pegado a la fachada de la caseta por lo que los cables subían directamente a las antenas por el lateral izquierdo del mástil –observando el mástil de frente a la escalerilla de ascenso- sin pasar por ningún soporte.

Por supuesto el recorrido de cables por el lateral del mástil iba por detrás de la escalerilla para permitir el ascenso de cualquier técnico hasta las antenas.

Los posibles errores o carencias correspondientes a montajes previos al nuestro tanto del sistema radiante como de la instalación en el interior de la caseta, según la normativa actual de TME no es responsabilidad nuestra. Me explico, si por ejemplo hubiésemos visto que los coaxiales estaban sin conexión a tierra se debería haber notificado la situación pero no haberse solucionado. Por tanto y sabiendo que nuestra instalación sería al finalizar revisada con lupa, se comprobó que las antenas y los coaxiales tuvieran las puestas a tierra correctamente instaladas, véanse recuadradas en rojo en la Figura 162 los kits de tierra instalados en los coaxiales y la pletina a la que van conectados. En la siguiente Figura 163 se muestran ambas con más detalle.

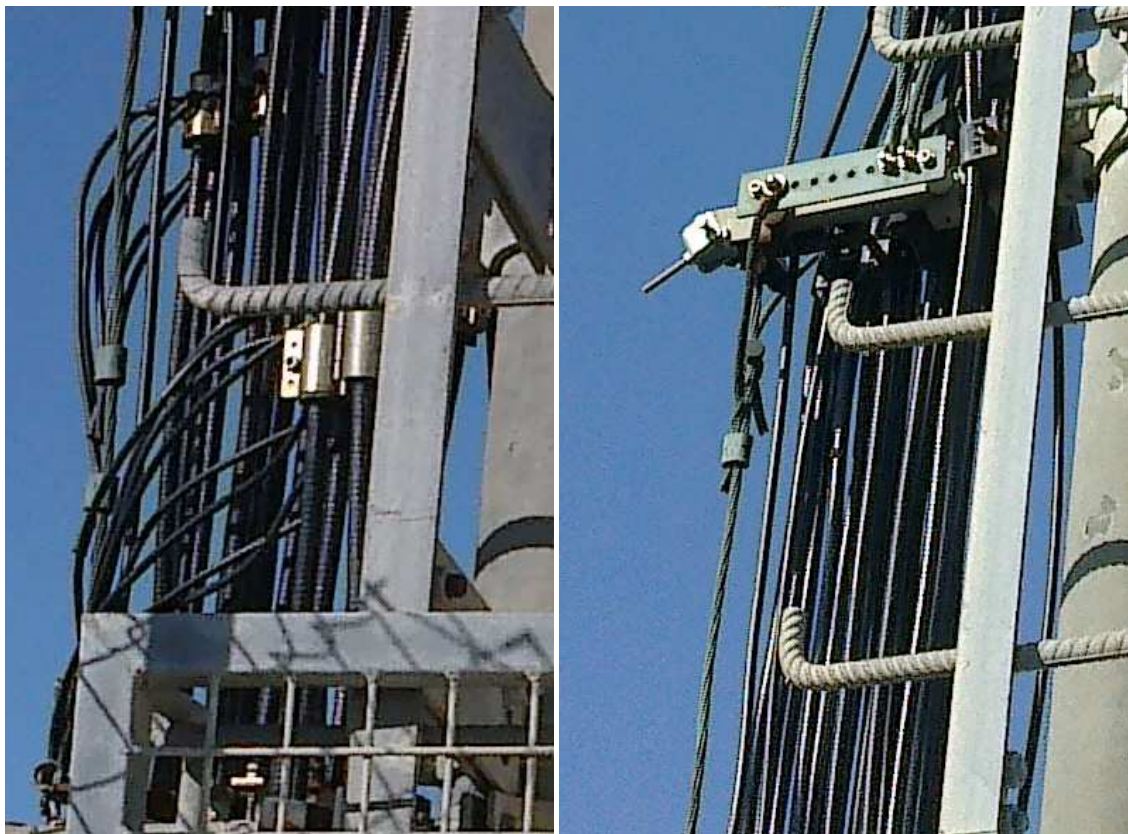


Figura 163. Detalle de puesta a tierra de los coaxiales.

Del mismo modo que se añade un par de planos del interior de la caseta en la documentación final de obra, se ha de añadir alguno que muestre la situación final del sistema radiante. Se muestra en la siguiente Figura 164 y Figura 165 los añadidos en la cartografía realizada para Suances/Depósito.

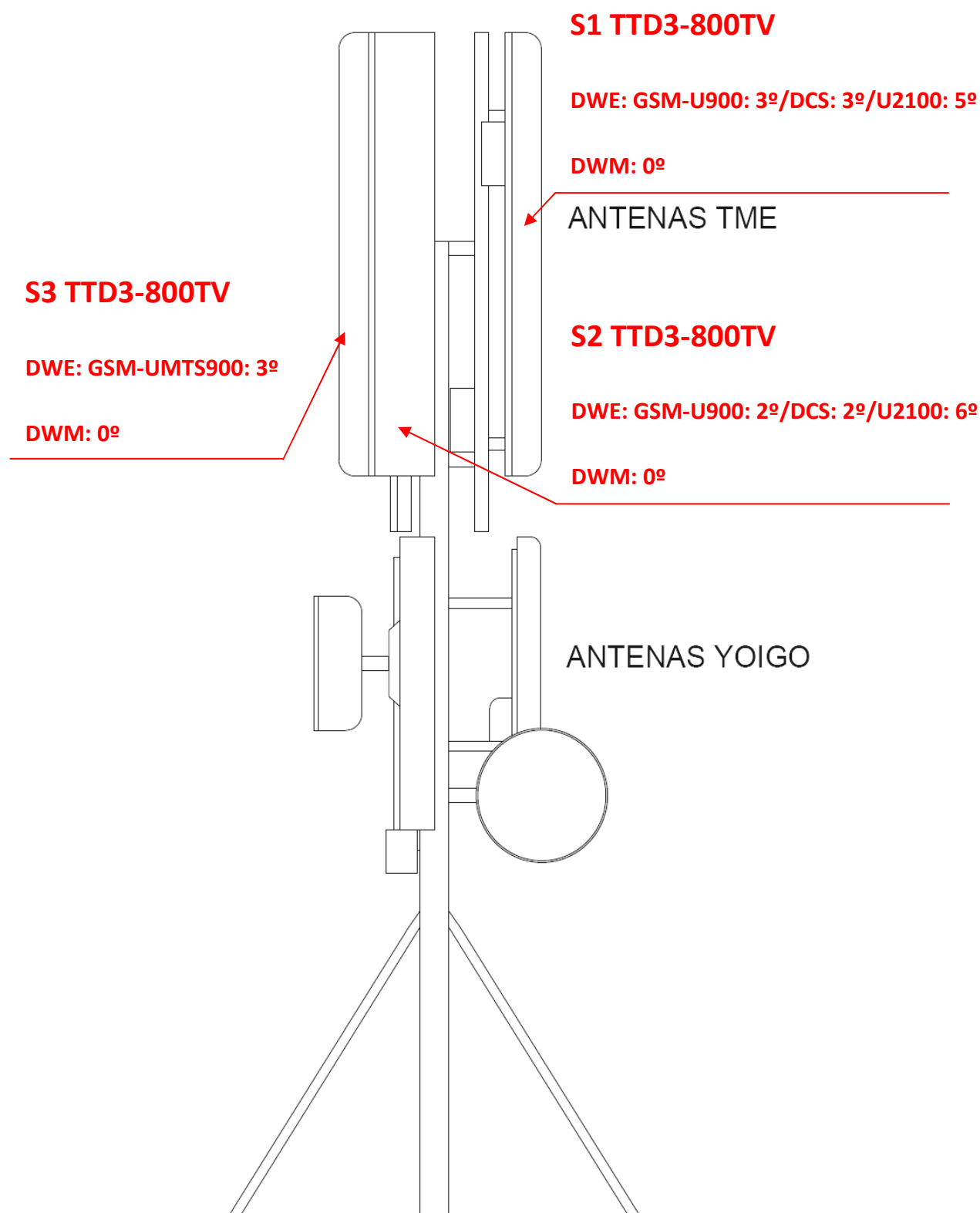


Figura 164. Situación Final Sistema Radiante Suances/Depósito.

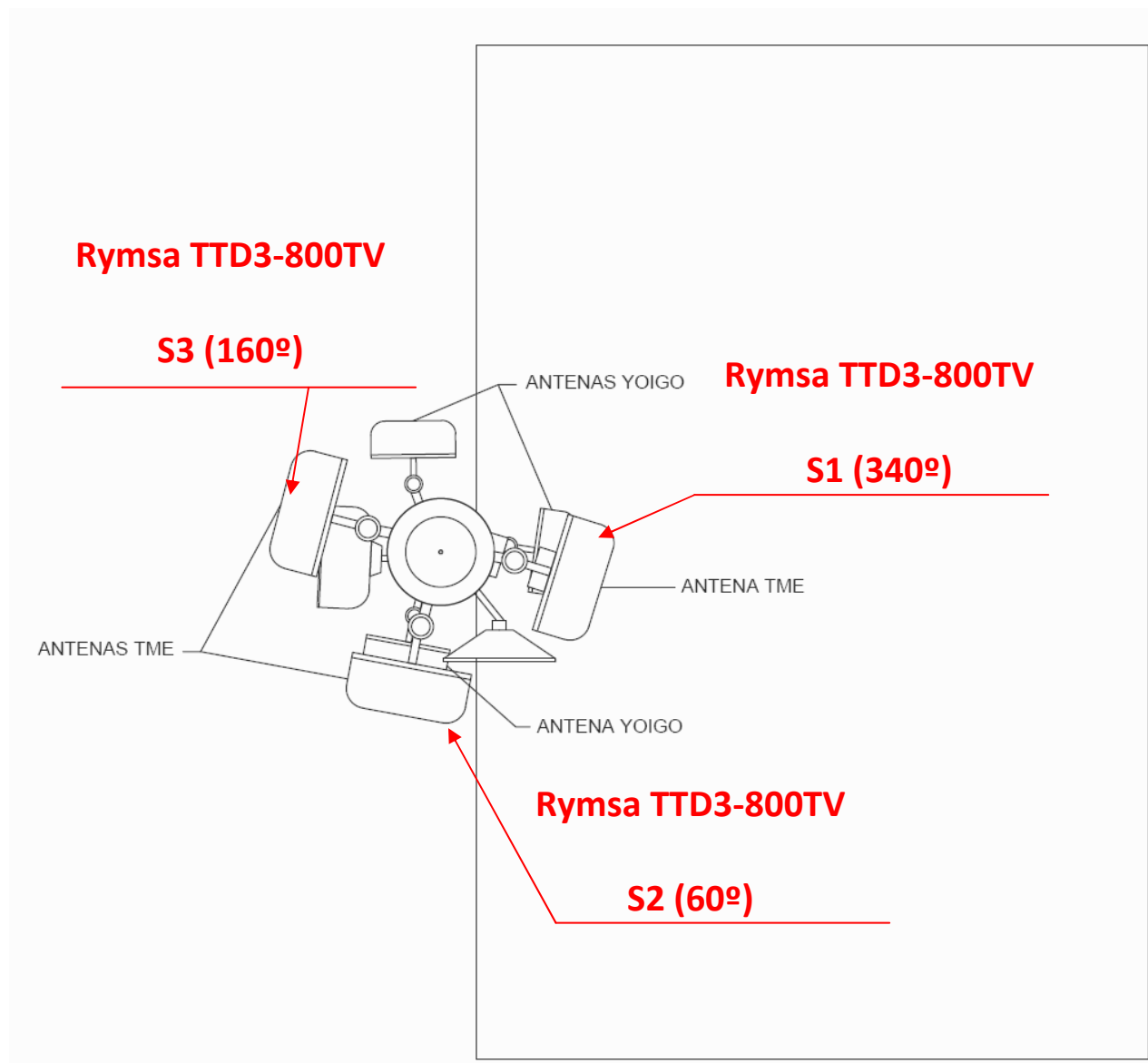


Figura 165. Situación Final Sistema Radiante Suances/Depósito.

5.10 CONFIGURACIÓN E INTEGRACIÓN DEL NODO

Al finalizar la instalación quedaba realizar la integración en local del bastidor, para poder reactivar el servicio del sistema UMTS 2100 trasladado al nuevo bastidor de radio así como configurar el nuevo nodo UMTS 900. Para ello, lo que se hizo fue verificar que la instalación del bastidor era la adecuada, revisando que las tarjetas de radio estaban correctamente instaladas en su interior y que los conectores se habían realizado adecuadamente, después de esto se pudo pasar a la fase de integración del bastidor.

Lo primero de todo fue encender el nuevo bastidor de radio, asegurándonos de alimentar el RBS desde el cuadro de fuerza con el disyuntor adecuado y luego se encendieron cada una de las posiciones de las PDU donde estaban conectados los cables. Recordemos que la PDU es la unidad encargada de distribuir la alimentación continua, en este caso de -48V, a las unidades de la RBS; para el encendido sólo hace falta presionar en los botones de marcado del 1 al 11 según correspondan los puestos donde hayamos conectado los cables. Véase la imagen mostrada a continuación en la Figura 166, PDU del *subrack* inferior donde se instalaron las tarjetas correspondientes al sistema UMTS 900.

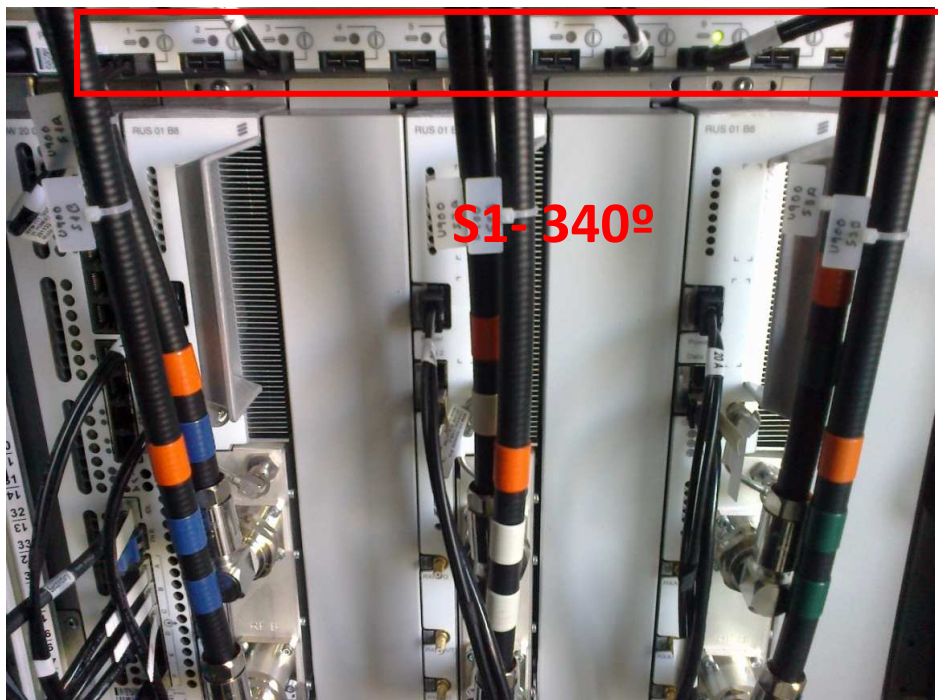


Figura 166. Interruptores de encendido de la PDU.

La carga de información o integración del equipo siempre se realiza bajo el respaldo de Ericsson en todo momento, y resulta relativamente sencillo si se siguen unos pasos ordenadamente. Para facilitar la tarea a los técnicos e intentar reducir el máximo número de causas que bloquean el proceso de integración, Ericsson pone a nuestra disposición unos manuales explicativos que indican el acometido por pasos.

Si por el motivo que fuese no se hubiera podido llevar a cabo la integración del nuevo bastidor, no hubiera quedado más remedio que echar atrás el swap y volver a instalar el equipo de partida para devolver el tráfico de UMTS 2100.

No voy a enumerar todos los pasos que se siguen en el proceso de integración porque además de que me extendería demasiado no creo que aportara demasiado al contenido del proyecto, pero sí lo resumiré destacando las partes más importantes.

Para poder operar sobre la configuración del bastidor, lo que hacemos es conectarnos siempre con un ordenador portátil al RBS y mediante un programa de gestión de Ericsson llamado *ElementMangager* para la familia de HW RBS 6000 accedemos a la integración del nodo. La conexión la realizamos conectándonos directamente al puerto LMTB de la DUW haciendo red con la IP de fábrica 169.254.1.1 del nodo.

Una vez conectados al bastidor, lo primero de todo es comprobar en qué nivel de SW viene el nodo, normalmente vendrá de fábrica con el nivel apropiado pero en caso de no ser así se resolvería procediendo a la realización del *Upgrade* para situar al nodo en el nivel adecuado. El resumen de la integración para nosotros consiste en la carga de unos archivos *scripts* generados por Ericsson para el bastidor en concreto, mientras se realiza el *swap* un técnico de Ericsson se encarga de crear los archivos de extensión *.xml que se llaman CABINET, SITE y OAM_ACCESS y enviárnoslos por correo electrónico para poderlos cargar en el RBS instalado.

Se cargan los scripts en el mismo orden que vamos a hablar de ellos y para cada uno se abre un asistente diferente que se encuentra en el menú de Inicio del programa que empleamos [24] y [25]:

CARGA DEL FICHERO "CABINET.XML"

Se borrará el Cabinet que trae de fábrica el equipo ya que es casi seguro que no se va a adaptar a la configuración requerida. Luego ya se puede ejecutar el archivo Cabinet recibido desde el asistente "*Cabinet equipment*" – obviaré los pasos para la ejecución-, se producirá un reinicio del nodo y una reconexión del *ElementMangager* al terminar el proceso. Con esto habremos cargado la configuración adecuada a la estructura del bastidor es decir, se tendrá actualizada la situación donde se han dejado ubicados todos los elementos o tarjetas del bastidor (posiciones de las DUW, RUWs...etc.).

Este script se carga únicamente en los bastidores macros, tanto en el RBS 6201 de interior como en el RBS 6102 de exterior, pero para el distribuido RBS 6601 se ignora este paso y se comienza la integración desde la carga del siguiente fichero SITE EQUIPMENT. Un RBS 6601 consiste es un nodo distribuido, formado por una única DUW como bastidor de radio, por tanto es absurdo que se tenga que configurar la distribución de los elementos cuando se trata de un solo elemento.

CARGA DEL FICHERO “SITE_EQUIPMENT.XML”

Tras cargar el archivo del Cabinet, se debe ejecutar este desde el asistente de “Site equipment Configuration”. Es una carga automática donde se registran todos los datos de la estación base en la que se ha instalado el equipo, número de antenas, datos de sectores, etc.

CARGA DEL FICHERO “OAM_ACCESS.XML”

Según la transmisión sea por ATM (Modo de Transferencia Asíncrona) o por IP (Protocolo de Internet) se dispondrá de un *script* acorde a uno u otro. En el caso de ser transporte IP, la transmisión será por fibra (Interfaz Óptico) o con cable Ethernet (Interfaz Eléctrico) y para la transmisión ATM siempre por tramas. Con este archivo se consigue enlazar el nodo a las estaciones vecinas correspondientes. Veamos las dos situaciones aunque en este caso, en Suances/Depósito fuera la transmisión se realizase por Ethernet eléctrico.

Cuando el transporte es por ATM, se carga el fichero correspondiente OAM desde el asistente “*O&M Access Configuration*” – obviaré los pasos para la ejecución- y luego, se han de añadir las referencias de sincronismo mediante otro fichero diferente según el número de E1’s. Por ejemplo, si el grupo está formado por 4 E1’s, se habilitará desde el mismo programa, el archivo con 4 referencias de sincronismo. Para cuando se termine de cargar satisfactoriamente, se guardarán los cambios establecidos y con una última prueba se dará por finalizada la integración en local.

Para cuando la transmisión sea por IP, se carga el fichero correspondientes de la misma forma que en el caso anterior – se obviará nuevamente el proceso de ejecución-, una vez cargado se mantendrá la conexión del área local con la misma IP/Máscara/Puerta de enlace manteniendo también la conexión en el puerto LMTB de la DUW hasta que se reconecte de nuevo. Por último se abrirá de nuevo el mismo asistente con la IP de fábrica de la RBS 6000 y se modificarán las propiedades del puerto TNA tal como el manual de integración nos especifica. Finalizada la integración, se comprobará la existencia del nodo haciendo un ping al OSS (*Operation Support System*) pero para ello el personal de la RNC (Ericsson) tendrá que haber creado una primera activación.

En ambos casos, una vez realizadas las pruebas de ping con éxito y habiendo verificado que no existe ninguna alarma en el nodo a excepción de la de licencia, se salvarán los cambios realizados y se podrá dar por finalizada la integración en local.

LICENCIA DEL NODO

La alarma de “Licency Key Fault” (LKF) se genera cuando no se carga la licencia para la puesta en servicio del nodo. El personal de la RNC que integra en nodo en remoto es el encargado de cargarla, si no se

dispone de la LKF y se deja el nodo tal cual y como está, el nodo funcionaría pero con una capacidad mínima, insuficiente para todos los servicios. La licencia adecuada al nodo la tiene que comprar el operador previamente al diseño y dimensionamiento pero en ocasiones aún no está generada cuando se llega a la fase de integración. Es algo que nos ha pasado en la mayoría de los montajes, pero como no era responsabilidad nuestra no hemos tenido que hacer frente a las reprimendas. Imagino que el problema de las licencias para habilitar nodos nuevos vendrá encaminado por el tema económico o quizá por trámites burocráticos sin resolver, pero esto es algo que a nosotros no nos incumbe.

Únicamente en el proyecto de modernización, en la realización de un *SWAP*, se ha permitido desbloquear el estado de emergencia puesto que la disponibilidad ha de ser inmediata tras el cambio del nodo. Ya que como ocurrió en Suances/Depósito, donde al terminar la integración todavía no se disponía la LKF, no se hubiera podido restaurar el tráfico que comúnmente se daba en esta estación. Para ello se desbloqueó una licencia de emergencia que guarda el nodo con caducidad de 14 días. Transcurrido ese periodo se debería haber generado la licencia y ser implementada antes de que caducara la provisional y quedará de nuevo el nodo inservible. Esta operación la realiza el personal de la RNC (Ericsson) en remoto aunque también la podríamos realizar en local desde la misma herramienta *ElementManager* si nos enviasen el archivo de licencia correspondiente a las características adquiridas para la configuración del nuevo nodo.

En el resto de casos, si no se dispone de la licencia al terminar la integración en local, se dejará sin habilitar ya que el nodo quedará halteado hasta que no se efectúen los drive test. En ese periodo que transcurre desde la integración al drive test, Ericsson tendrá que generar la LKF e implementarla en el nodo. Si se tuviera la LKF en el momento de la integración se dejaría instalada de forma permanente y del mismo modo, podría ser instalada por el técnico que realiza la integración en local o por el personal de la RNC en remoto.

Una vez se terminan de cargar los scripts en local, nos ponemos en contacto con el personal de Ericsson que se encarga de terminar la integración de la RBS. Nuestro trabajo queda terminado con esto y únicamente se les ha de avisar de si hemos encontrado algún problema durante la integración y si se ha tenido que desbloquear o no la licencia de emergencia para que estén al corriente de ello.

Aunque ya no nos hacemos cargo en este proyecto del resto de pruebas, si lo hemos hecho en otros casos y puedo explicar en qué consiste el drive test que TME realiza antes de dar de alta el nodo. Una vez terminan la integración del nodo en remoto, se han de realizar una serie de pruebas en local. Unas pruebas de llamadas para verificar la funcionalidad del nuevo RBS. Se realiza una prueba de llamada de voz, una videoconferencia y un traspaso de ficheros.

Desde la RNC van bloqueando los sectores dejando activos sólo algunos canales en cada uno de ellos para ir realizando las pruebas. Conocidos esos canales y monitorizados como celdas de origen en cada sector de nuestro nodo, se realizará al menos una llamada con un móvil 3G a otro móvil 3G y se comprobará que aunque se vaya cambiando la señal de un sector a otro la llamada no se corta. También se verificará que la llamada se mantiene entre dos celdas de distintos nodos, monitorizando las celdas de origen de nuestro nodo y las de otro no perteneciente al nuestro. Lo mismo con una videoconferencia y por último conectándonos a Internet se descargará un fichero de 10 Mb o superior con el programa FieldTest instalado, para comprobar que es posible la descarga de archivos a velocidades superiores a 384 Kb/s. Para la comprobación de la velocidad de descarga de datos se dispone de un programa en el ordenador llamado Netpersec.

CAPÍTULO 6. DOCUMENTACIÓN Y ENTREGA DE RESULTADOS

6.1 DOCUMENTACIÓN DE ENTREGA DE OBRA

Recopilar la documentación y los datos necesarios que sustenten el trabajo realizado por el grupo es parte fundamental del trabajo de instalación, por muy bien que quede finalizada una obra si no se pueden documentar los trabajos realizados no sirve de nada.

Normalmente el jefe del grupo es el encargado de recoger la documentación necesaria para luego poder elaborar la documentación final de obra. La entrega de toda la documentación ha de efectuarse antes de caducar el plazo de tres días, comenzando a contabilizar desde que se da por finalizada la instalación. Los archivos que se han de entregar a TME son los siguientes que se enumeran a continuación, en este caso nosotros se los enviamos a la empresa para la que trabajábamos en este caso y luego ellos se encargaron de remitirlos a TME.

-CHECK LIST DE CALIDAD INSTALACIONES DE RADIO: De este impreso o plantilla se cumplimentan dos copias, una se deja en la instalación (ver Figura 143) y la otra la debe colgar la empresa contratada por Ericsson en la herramienta informática Site Handler de Ericsson junto con el reportaje fotográfico realizado al finalizar la obra. Este archivo sirve para corroborar el buen estado de los diferentes elementos de la instalación, se debe realizar a mano alzada y debe estar firmado legiblemente por el responsable de su ejecución adjuntando la fecha y los pormenores de la instalación. En el próximo apartado de esta memoria, se mostrará el archivo cumplimentado según la instalación realizada en Suances Depósito.

-PRUEBAS DE ACEPTACIÓN: Esta prueba es una evaluación de la instalación para asegurar que cumple con los objetivos fijados durante la fase de diseño. Este quizá es el documento más vital para sustentar los trabajos de la instalación puesto que en él se añaden las gráficas tomadas tanto de Roe como de Loss y los resultados obtenidos. En este se incluye también un inventario detallado de todos los elementos instalados, modelos y seriales de antenas, TMAs, RRU's, combinadores y equipos de RBS.

Ericsson nos facilita las hojas de prueba correspondientes a la instalación de cualquiera de los bastidores de radio comunes (RBS 6601, RBS 6201 y RBS 6102), dependiendo del modelo instalado se empleará una u otra plantilla. Éstas incluyen toda la información para que los probadores comprendan fácilmente qué realizar durante la prueba. Este archivo se cumplimenta siempre en la oficina, es un

documento Word en el que se adjuntan como imágenes las gráficas del nuevo sistema instalado. En el siguiente apartado 6.3 de esta memoria se muestran las hojas de pruebas de aceptación correspondientes a la instalación realizada en Suances Depósito.

-CARTOGRAFÍA: Este documento es el único que no se realiza con una plantilla específica de Ericsson o TME como ya dijimos anteriormente. Una cartografía consiste en una memoria redactada en la que han de aparecer los siguientes campos obligatorios: localización del emplazamiento, resumen de trabajos, alimentación empleada, forma de transmisión del nuevo sistema, lista del material instalado, planos donde se reflejen los cambios realizados en el sistema radiante y en los bastidores de radio, hojas específicas de los elementos de radio empleados (cableados, antenas, descargadores, combinadores, tmas, rrus...). Y además un reportaje fotográfico donde se pueda apreciar cada uno de los trabajos realizados. instalado.

Cada una de las empresas que nos dedicamos a la realización de este tipo de instalaciones tenemos nuestro propio estilo para realizar este documento, en este caso como ya dije al trabajar indirectamente para TME lo que se hizo fue adaptar la cartografía al modelo o plantilla empleado por la empresa que contrató nuestros servicios. La cartografía redactada para Suances/Depósito es un resumen de los trabajos realizados y explicados anteriormente, por ello resultaría una repetición añadir de nuevo este archivo.

-PLANTILLA TME ZONA NORTE DATOS A RECOPIAR FIN OBRA ERICSSON: Esta plantilla se ha de entregar cumplimentada a TME el mismo día que se realiza el corte ya sea para un cambio de antenas, un swap o la instalación de un nuevo bastidor.

Toda la documentación se entrega antes de que TME haya acudido al emplazamiento a revisar la instalación, teniendo un plazo máximo de tres días para su entrega como ya he comentado antes. Tanto Ericsson como TME revisan la documentación, con ella consiguen tener una visión general de la situación final de la obra. Sobre todo son las fotografías adjuntas en la documentación y las gráficas añadidas en las hojas de prueba lo que realmente tiene mayor validez en una primera revisión de resultados. Por ello es necesario que las fotografías sean lo suficientemente nítidas para apreciar los detalles por ejemplo del etiquetado.

Cualquier errata cometida en la elaboración de la documentación es motivo de reparo, ya sea algún fallo cometido en la instalación y apreciable en alguna de las fotografías entregadas, o simplemente un número de serie mal escrito. Cualquier error que tenga que ser subsanado en el emplazamiento, supondrá rehacer los archivos de documentación en los que repercuta la modificación. Por ejemplo, si hubiera que repetir la medición de una de las gráficas habría que corregir las hojas de prueba para rectificar la gráfica correspondiente y modificar el valor en la tabla de resultados. Otro caso común es la modificación de algún etiquetado o marcado, en esta situación habría que tomar nuevamente fotografías de la última identificación para sustituir las imágenes correspondientes en la cartografía.

6.2 CHECK LIST DE CALIDAD INSTALACIONES DE RADIO



Público

CHECK LIST DE CALIDAD INSTALACION

Prepared (also subject responsible if other)		No.		
ENI/NI Sergio Ramos		OPER/MUIB-07:004282 Ues		
Approved	Checked	Date	Rev	Reference
ENI/NI Fidel A. Sánchez Rojas		30/01/2009	B	

TIPO INSTALACIÓN: GSM ☐ DCS ☐ UMTS ☒

CÓDIGO EMPLAZAMIENTO: 3900162

NOMBRE EMPLAZ: SUANCES/DEPÓSITO

DIRECCION: C/ SOBREMAR S/N

REALIZADO POR: ANA IBARZ CORTÉS

EMPRESA: ACC GROUP S.L.

FECHA: 29/06/12 FIRMA:

GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL				
CHECK LIST CONTROL DE CALIDAD	CRITERIO	SÍ	NO	NP
Se han retirado los materiales sobrantes y basura y se han depositado en un vertedero autorizado.				X
Se ha notificado a Ericsson la existencia de materiales sobrantes que no han podido ser retirados de la instalación.				X
Se ha cumplimentado el correspondiente albarán de retirada/envío de material sobrante al vertedero.				X
OBSERVACIONES:				

DOCUMENTACIÓN				
CHECK LIST CONTROL DE CALIDAD	CRITERIO	SÍ	NO	NP
Se dispone de la documentación específica del site con equipamiento, hojas de RF y planos de instalación.		X		
Se dispone de la norma de instalación relativa al tipo de RBS a instalar.		X		
OBSERVACIONES:				

TRABAJOS REALIZADOS	SÍ	NO
INDOOR	X	
OUTDOOR	X	

CHECK LIST CONTROL DE CALIDAD		CRITERIO	SI	NO	NP
BASTIDOR					
Verificación del tipo y configuración del bastidor	Según pedido del cliente		X		
Control de la ubicación del bastidor	Según norma de instalación de RBS Según Replanteo		X		
Alineación/Nivelación	Según norma de instalación de RBS		X		
Sistema de anclaje	Según norma de instalación de RBS		X		
Apariencia Física	Según norma de instalación de RBS		X		
Baterías (Solo RBS <i>Outdoor</i>)	Según norma de instalación de RBS				X
Entrada de cableado externos al bastidor	Según norma de instalación de RBS		X		
Conexión a tierra	Según norma de instalación de RBS		X		
Conexión y etiquetado alimentación RBS	Según norma de instalación de RBS		X		
Instalación, conexión y etiquetado línea de 2 Mb al módulo de transporte	Según norma de instalación de RBS		X		
Instalación y etiquetado cable alarmas (RBS y caja alarmas)	Según norma de instalación de RBS				X
Instalación tubo corrugado y racores	Según norma de instalación de RBS		X		
RACK DE FUERZA / BATERÍAS					
Manual del equipo de fuerza	Según norma de instalación Eq. Energía				X
Certificado CE	Según norma de instalación Eq. Energía				X
Situación física dentro del emplazamiento	Según norma de instalación de RBS Según Replanteo				X
Sistema de anclaje	Según norma de instalación Eq. Energía				X
Conexión a tierra	Según norma de instalación Eq. Energía				X
Instalación de equipo de fuerza	Según norma de instalación Eq. Energía				X
Instalación strings de baterías, comprobación del marcado	Según norma de instalación Eq. Energía				X
Fecha de fabricación de baterías dentro de los límites	Según norma de instalación Eq. Energía				X
Terminales protegidos	Según norma de instalación Eq. Energía				X
Fina capa de vaselina en los terminales. No añadir más.	Según norma de instalación Eq. Energía				X
Instalación y cumplimentación de placa de características	Según norma de instalación Eq. Energía				X
Instalación de seccionadores y soporte.	Según norma de instalación Eq. Energía				X
Instalación de sensores de temperatura	Según norma de instalación Eq. Energía				X
Verificar conector REMA con tapa aislante roja por batería.	Según norma de instalación Eq. Energía				X
Instalación, conexión y etiquetado cables c.c. al bastidor	Según norma de instalación Eq. Energía				X
Instalación, conexión y etiquetado cables c.c. a baterías	Según norma de instalación Eq. Energía				X
Instalación, conexión y etiquetado cables AC	Según norma de instalación Eq. Energía				X

Implantación sistema UMTS 900 MHz para Movistar

Conexión de alarmas remotas a caja aguileira	Según norma de instalación Eq. Energía			X
Instalación bastidor secundario (Módulo de transporte)	Según norma de instalación Eq. Energía			X
Instalación DDF/ODF en el módulo de transporte	Según norma de instalación de TX			X
Conexión, instalación y etiquetado línea de 2 Mb al módulo de transporte	Según norma de instalación de TX	X		
Comprobación de orden y limpieza en el emplazamiento	Según norma de instalación Eq. Energía	X		
OBSERVACIONES:				
SISTEMA RADIANTE				
CHECK LIST CONTROL DE CALIDAD	CRITERIO	SI	NO	NP
HUECO PASAMUROS				
Instalación del hueco pasamuros	Según norma de instalación de RBS			X
Colocación de cuña y sellado	Según norma de instalación de RBS			X
DESCARGADORES				
Comprobación del tipo	Según norma de instalación de RBS	X		
Instalación y conexión a tierra	Según norma de instalación de RBS	X		
DUPLEXORES/ DIPLEXORES/ TRIPLEXORES				
Instalación y conexión de latiguillos	Según norma de instalación	X		
TMA / ASC/ RET				
Instalación ASC/RET	Según norma de instalación			X
Instalación, conexión de latiguillos y etiquetados	Según norma de instalación			X
Conexión a tierra	Según norma de instalación			X
Cable de control RET	Según norma de instalación			X
CABLES DE RF				
Comprobación de tipo y materiales	Según pedido del cliente	X		
Apariencia Física	Comprobación visual	X		
Radios de curvatura	125 mm(1/2") / 250 mm(7/8") / 510 (1 5/8")	X		
Instalación de grapas.	Según norma de instalación de RBS	X		
Identificación y marcado	Según norma de instalación de RBS	X		
Conexión cable principal-latiguillos y protección	Según norma de instalación de RBS	X		
Conectores extremos totalmente herméticos	Según norma de instalación de RBS	X		
CABLES DE FIBRA ÓPTICA (Main Remote)				
Comprobación de tipo y materiales	Según norma de instalación de RBS			X
Radio de curvatura	100 mm.			X
Fijación	Según norma de instalación de RBS			X
Ubicación sobrante de fibra	Según norma de instalación de RBS			X

KITS DE TIERRA						
Instalación y número adecuado a la longitud del cable	Según norma de instalación de RBS	X				
Conexión a pletina equipotencial	Según norma de instalación de RBS	X				
RRU's						
Ubicación	Según norma de instalación de RBS			X		
Alineación/Nivelación	Según norma de instalación de RBS			X		
Anclaje/Fijación	Según norma de instalación de RBS			X		
Cubiertas protectoras. Apariencia Física	Inspección Visual			X		
Conexión cableado de Fibra óptica	Según norma de instalación de RBS			X		
Conexión cableado de alimentación	Según norma de instalación de RBS			X		
Conexión a tierra	Según norma de instalación de RBS			X		
ANTENAS						
Comprobación del tipo y fabricante	Según Final Site Configuration	X				
Comprobación del MDT con inclinómetro	Según Final Site Configuration	X				
Comprobación de orientación del sector	Según Final Site Configuration	X				
Comprobación de altura de la base de la antena	Según Final Site Configuration	X				
Comprobación conexión latiguillos dipolos +45º -45º	Según norma de instalación de RBS	X				
OBSERVACIONES: No se sustituyen las antenas, se combina la señal con la de GSM.						
CHECK LIST CONTROL DE CALIDAD		CRITERIO		SI	NO	NP
REPORTAJE FOTOGRÁFICO						
Ubicación de nuevos equipos	Debe incluir todas las vistas exteriores e interiores chequeadas anteriormente, una vez finalizada la instalación.	X				
Equipo de Alimentación -48 Vcc (Ubicación, Disyuntores, etc.).		X				
Red de Tierras (Conexiones de tierra a pletinas, kits de tierras coaxiales, etc.)		X				
Hueco Pasamuros y Descargadores.		X				
Recorrido de Cables de RF/ Fibra Óptica. TMA/ACS/RET.		X				
Ubicación de nuevas Antenas/RRU's. Orientaciones. (En caso de que se instalen antenas con regulación del downtilt eléctrico manual, hacer foto de la escala en grados a la que se fijan).		X				
OBSERVACIONES:						

6.3 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN RBS 6201

PRUEBA Nº 1.

Provincia: **CANTABRIA**

Estación Base: **SUANCES/DEPÓSITO**

Cód. Emplazamiento: **3900162**

Sistema: **UMTS 900**

Obra: **201103012982**

PRUEBA DE INSTALACIÓN

Tensión de alimentación externa: -48 Vcc ☒

+24 Vcc ☐

220 Vca ☐

COMPROBACIÓN		CORRECTO	INCORRECTO
Bastidores		X	
Tarjetas		X	
Ventiladores		X	
Configuración		N/A	
Cableado	Alimentación	X	
	Tierras	X	
	Transmisión	X	
	Panel Frontal	X	
	Entre Bastidores	X	
	Alarmas	N/A	
Cartografía		X	
"Calidad" de la instalación		X	
"Calidad" medioambiental (*)		X	

(*) Limpieza y recogida de materiales en la Estación de Base y entorno.

POR TELEFÓNICA MÓVILES:	POR LA EMPRESA INSTALADORA:	FECHA:
NOMBRE:	NOMBRE: ANA IBARZ CORTÉS	04/07/2012
CARGO:	CARGO: TÉCNICO	
	EMPRESA: ACC GROUP S.L.	

PRUEBA Nº 2

Provincia: **CANTABRIA**

Estación Base: **SUANCES/DEPÓSITO**

Cód. Emplazamiento: **3900162** Sistema: **UMTS 900** Obra: **201103012982**

PRUEBA DE INSTALACIÓN SISTEMA RADIANTE

COMPROBACIÓN	CORRECTO	INCORRECTO
Soportes de Antena	X	
Descargadores	X	
Conexiones a Tierra	X	
Cables Coaxiales	X	

EQUIPO INSTALADO SISTEMA RADIANTE

	CODIGO	Nº SERIE
ANTENA 1 (existente)	RYMSA TTD3-800TV	-
ANTENA 2 (existente)	RYMSA TTD3-800TV	-
ANTENA 3 (existente)	RYMSA TTD3-800TV	-
COMBINADOR 1-A	KCBDR1310001	12050119
COMBINADOR 1-B	KCBDR1310001	12050115
COMBINADOR 2-A	KCBDR1310001	12050103
COMBINADOR 2-B	KCBDR1310001	12050104
COMBINADOR 3-A	KCBDR1310001	12050106
COMBINADOR 3-B	KCBDR1310001	12050105

Si existen diplexores comprobar que la alimentación y el control llegan a los TMA y que se han puesto los DC-STOP en los sitios indicados. Comprobación en todos los sectores:

Correcto: ☐ Incorrecto: ☐

PRUEBA Nº 3.

Provincia: **CANTABRIA**

Estación Base: **SUANCES/DEPÓSITO**

Cód. Emplazamiento: **3900162** Sistema: **UMTS 900** Obra: **201103012982**

PRUEBA DE ANTENA

TIRADA	SECTOR	M. R.O.E.		M. ATENUACIÓN	CORRECTO	INCORRECTO
		UL	DL	MÁX.		
1	S1A	1,22	1,29	1,27	X	
2	S1B	1,21	1,43	2,09	X	
3	S2A	1,24	1,28	0,95	X	
4	S2B	1,33	1,35	0,94	X	
5	S3A	1,35	1,42	0,95	X	
6	S3B	1,16	1,32	0,94	X	

NOTA: RECEPCIÓN (UL), TRANSMISIÓN (DL)

La **medida de ROE** se realizará en toda instalación en la que se haga cualquier instalación o modificación en el Sistema Radiante. El Sistema Radiante comprenderá, desde el latiguillo que conecta el equipo de radio al descargador hasta las antenas. La medida se realizará desde el conector que se conecta al equipo de radio o a la cabeza remota. El valor del peor ROE no debe ser superior a 1,5 que equivale a un 4% de reflexión.

BANDA	RECEPCIÓN (UL)	TRANSMISIÓN (DL)
900 MHz	880 a 915 MHz	925 a 960 MHz

La **medida de ATENUACIÓN** se realizará con un analizador de espectro u otro dispositivo que permita la medida y que esté calibrado dentro de la fecha que indique la norma de calidad de la empresa propietaria del equipo. La medida se realizará en la banda de downlink de **935,1 a 948,9 MHz** para **UMTS900**.

CALIBRACIÓN DEL EQUIPO DE MEDIDA

EQUIPO	FABRICANTE	MODELO	Nº SERIE	FECHA APROX. CALIBRACIÓN	CORRECTO	INCORRECTO
Medidor de ROE	ANRITSU	S332D	509125	06-2012	X	

El instalador deberá facilitar a TME la fecha de calibración de sus equipos de medida según su normativa interna. Si el equipo de medida tiene desperfectos, no se usa la sonda del fabricante o no cumple con su normativa de calibración, tendrá reparo.

PRUEBA Nº4

Provincia: **CANTABRIA**

Estación Base: **SUANCES/DEPÓSITO**

BASTIDOR: D160157136

INDICACIONES ÓPTICAS

En el momento de realizar este documento no existía documentación para identificación de estos leds, en posteriores versiones se detallará este procedimiento. Cada tarjeta tendrá sus indicaciones ópticas, si en algún caso ésta tuviera alarma, en rojo, se pondría el pertinente reparo y se sustituiría la tarjeta defectuosa antes de su integración.

Tabla de significado del color de las indicaciones ópticas.

INDICADOR (LED)	COLOR
FAULT	ROJO
OPERATIONAL	VERDE
MAINTENANCE	AZUL
STATUS	AMARILLO

Resultado de la prueba

OK

POR TELEFÓNICA MÓVILES:	POR LA EMPRESA INSTALADORA:	FECHA:
NOMBRE:	NOMBRE: ANA IBARZ CORTÉS	04/07/2012
CARGO:	CARGO: TÉCNICO	
	EMPRESA: ACC GROUP S.L.	

PRUEBA Nº 5

Provincia: **CANTABRIA**

Estación Base: **SUANCES/DEPÓSITO**

BASTIDOR Nº: D160157136

PRUEBA DE ALIMENTACIÓN:

Comprobar con un polímetro que la tensión de entrada al nodo B, está comprendida en el rango de funcionamiento del nodo B: -40 a -57,6 Vcc

Resultado de la prueba

OK

PRUEBA AL MÓDULO DE RECTIFICADORES

Si se instalará una mochila o módulo de rectificadores, se realizará las siguientes pruebas:

Tipo de rectificador (1,6 KW/2,7 KW):

Levantar el interruptor del reconectador y levantar el disyuntor que da la alimentación al RBS6201. En los rectificadores se encenderán los leds en verde que indicarán que el funcionamiento es correcto.

Con un polímetro, medir la tensión en las bornes de la distribución en continua. El valor debe ser de $-54 \text{ Vcc} \pm 1 \text{ V}$.

Comprobar las alarmas en el relé apagando rectificadores y cerrando el disyuntor de distribución.

Resultado de la prueba

NP

PRUEBA Nº6

Provincia: **CANTABRIA**

Estación Base: **SUANCES/DEPÓSITO**

EQUIPO INSTALADO

DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	CANTIDAD	NÚMEROS DE SERIE
Bastidor RBS 6201	113/BFM 901 290	1	D160157136
PCF (Power connector Filter)	KFE 101 1157/4	1	C941268785
SHU (Support Hub Unit)	BGK 901 18/2	1	BP41376099
SCU 02 01	BGM 136 1006/2	1	CR92684014
PDU (Power Distribution Unit)	BMG 980 336/4	2	X051589002/ X051589005
RUW			
RUS 01 B8	KRC 118 62/2	3	CC49657830/ CC49657831/ CC49663542
RUW 01 B1	KRC 118 40/2	2	CC46039988/ CC42631440
DUW20 01	KDU127 161/2	1	TU8X617469
DUW30 01	KDU 127 161/3	1	TU8X695947
DUG			
PFU (Power Filter Unit)			
SPF (Optoacoplador Ethernet)			
PCU DC 01 (Power DC Unit)			
PCU (Power connection Unit)			
PSU 24/48 (Power supply unit)			
SAU (Tarjeta de alarmas)			

NOTA.- Cualquier incumplimiento de algún apartado dará lugar a reparo.

PRUEBA Nº7

Provincia: **CANTABRIA**

Estación Base: **SUANCES/DEPÓSITO**

PRUEBAS PUESTA EN SERVICIO

Comprobación del SW del Nodo

Los backup, excepto el último, deben ser borrados.

ELEMENTOS DE INSPECCION	RESULTADO	OBSERVACIONES
SW cargado	NA	
Backup	NA	
% de ocupación del disco C	NA	
% de ocupación del disco d2	NA	
Generación de estadísticas	NA	

Comprobación de la Tx del NODO

ELEMENTOS DE INSPECCION	NO OK/NA	OBSERVACIONES
Instalación tramas PCM	NA	
Correspondencia entre RBS y DDF	NA	
Verificación cableado de trama PCM	NA	
Bucle físico a la RBS E1 ENABLE	NA	

Verificación de alarmas con el EMAS

ELEMENTOS DE INSPECCION	ALARMAS PRESENTES	OBSERVACIONES
ALARMAS DEL NODO	NA	

Conexión con la RNC

ELEMENTOS DE INSPECCION	NOOK/NA	OBSERVACIONES
Ping con la RNC	NA	

Provincia: **CANTABRIA**

Estación Base: **SUANCES/DEPÓSITO**

PRUEBAS PUESTA EN SERVICIO

Medidas de RF

Las medidas de potencia de salida se harán a máxima potencia, siempre que sea factible.

CPICH	FU 1	FU 2	FU 3	FU 4	FU 5	FU 6	OBSERVACIONES
							NA

Pruebas de llamada y verificación de HSDPA.

	VELOCIDAD MEDIA DE TRANSFERENCIA DE DATOS	VELOCIDAD MAXIMA DE TRANSFERENCIA DE DATOS
Sector 1	NA	
Sector 2	NA	
Sector 3	NA	

	3G a 3G	3G a 2G	VIDEO CONFERENCIA	SOFT HANDOVER	SOFTER HANDOVER
Sector 1	NA				
Sector 2	NA				
Sector 3	NA				

OBSERVACIONES:

NOTA: Al final de este documento se añadirán las gráficas de Roe y Loss tomadas al finalizar la instalación.

GRÁFICAS DE ROE Y LOSS

Para realizar las medidas de Roe y Loss se volvió a bloquear nuevamente la señal de GSM. Las mediciones o gráficas tomadas se grabaron en la memoria del propio medidor Anritsu empleado para luego ser descargadas en un ordenador y adjuntadas en la documentación final de la obra.

En este caso no se modificaron las antenas puesto que fue combinada la señal de UMTS 900 con la del GSM existente y además no se instalaron ni sustituyeron ninguna de las tiradas principales de coaxial de ½". Antes de iniciar los trabajos y con el corte ya activado lo que se hizo fue comprobar que no existía un Roe superior al permitido en ninguna de las tiradas. De esta forma nos aseguramos de que las tiradas de los coaxiales existentes que íbamos a emplear se encontraban en buenas condiciones.

Aunque no se sustituyeron las antenas, se colocaron combinadores que suponían una modificación del sistema radiante y por tanto, era obligatorio realizar las mediciones correspondientes en la banda de 900 MHz. La medida se realizó desde el conector que se ensambla en el equipo de radio RBS 6201 y, se fijaron unos límites en la banda de recepción (UL) y en la de transmisión (DL) de donde se extraería el valor del peor ROE encontrado, nunca superior a 1,5 (valor máximo permitido por TME, equivalente a un 4% de reflexión).

Las pruebas de medida se realizaron con un medidor del fabricante Anritsu, modelo S332D y número de serie #509125. La última calibración del equipo de medida fue realizada en junio de 2012, cumpliendo con la normativa interna de TME de calibración, tanto de la sonda como del propio equipo.

Se muestran a continuación las gráficas de Roe (desde la Figura 167 hasta la Figura 172) y de Loss (desde la Figura 173 hasta la Figura 178), tomadas al terminar la instalación realizada en Suances Depósito. Aunque se comentó anteriormente que siempre tenían que venir identificadas las gráficas con número de serie del medidor, fecha de realización de la medida, etc. se muestran únicamente los valores de los marcadores bajo la cada una de las gráficas. Realmente este tipo de datos aquí resulta irrelevante, sin embargo cuando se envió la documentación a Ericsson se añadieron las gráficas en archivos .dat para que se pudiera verificar la validez de las mismas. Se registran nuevamente en la Tabla 24 mostrada a continuación los resultados recogidos en las gráficas.

TIRADA	SECTOR	M.ROE		M.ATENUACIÓN
		UL	DL	
1	S1A	1,22	1,29	1,27
2	S1B	1,21	1,43	2,09
3	S2A	1,24	1,28	0,95
4	S2B	1,33	1,35	0,94
5	S3A	1,35	1,42	0,95
6	S3B	1,16	1,32	0,94

Tabla 24. Resultados de pruebas del sistema radiante.

NOTA: RECEPCIÓN (UL), TRANSMISIÓN (DL)

- Límites de Recepción (UL): M1= 890,1 MHz M2= 903,9 MHz
- Límites de Transmisión (DL): M3= 935,1 MHz M4= 948,9 MHz
- Peor valor de Roe en UL: M5= Máx. RECEPCIÓN
- Peor valor de Roe en DL: M6= Mín. TRANSMISIÓN

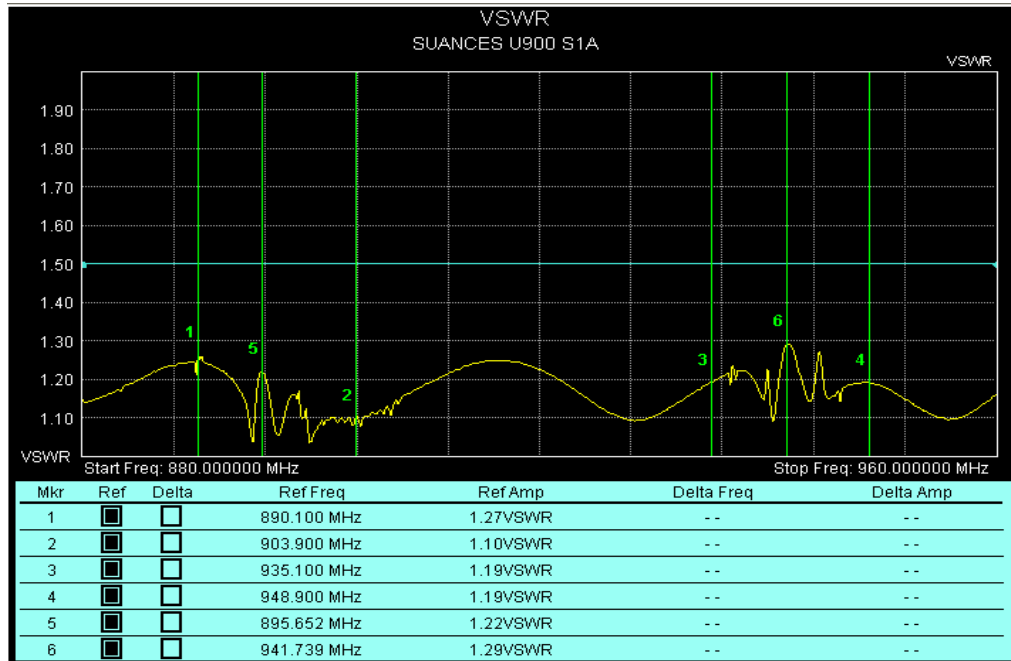


Figura 167. Roe S1A Suances Depósito.

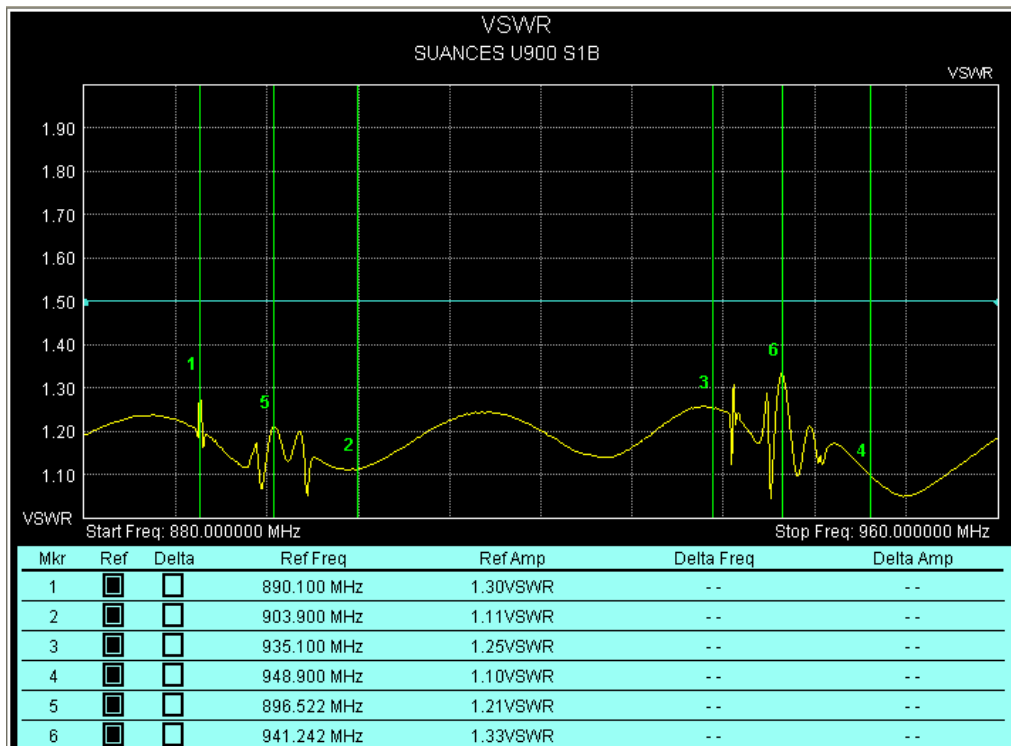


Figura 168. Roe S1B Suances Depósito.

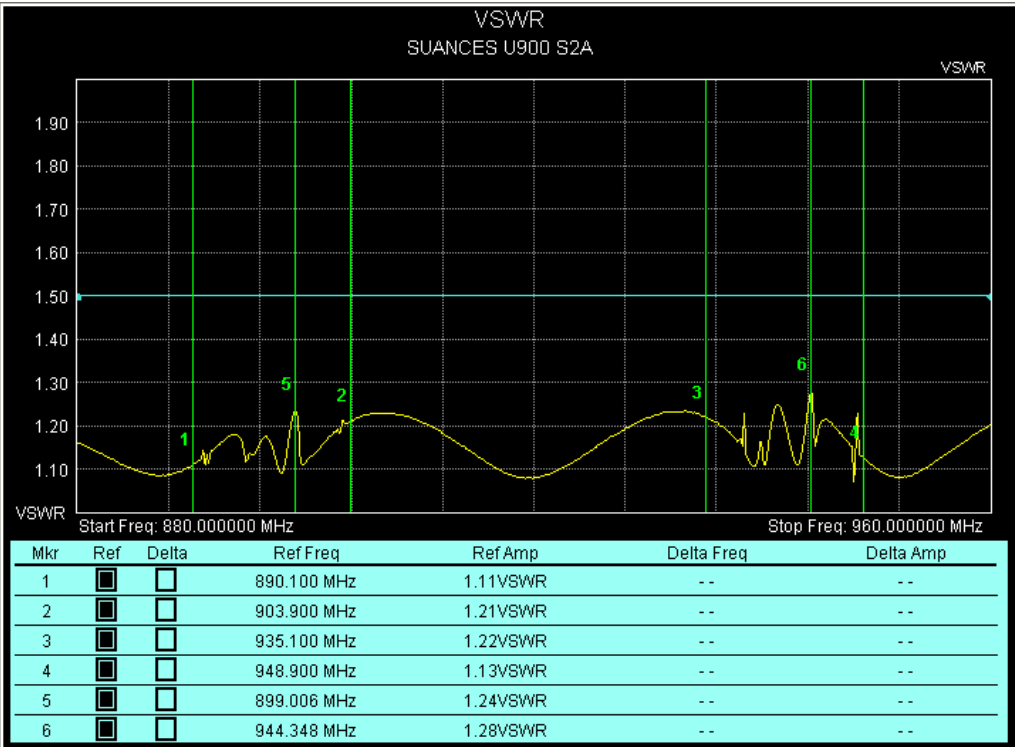


Figura 169. Roe S2A Suances Depósito.

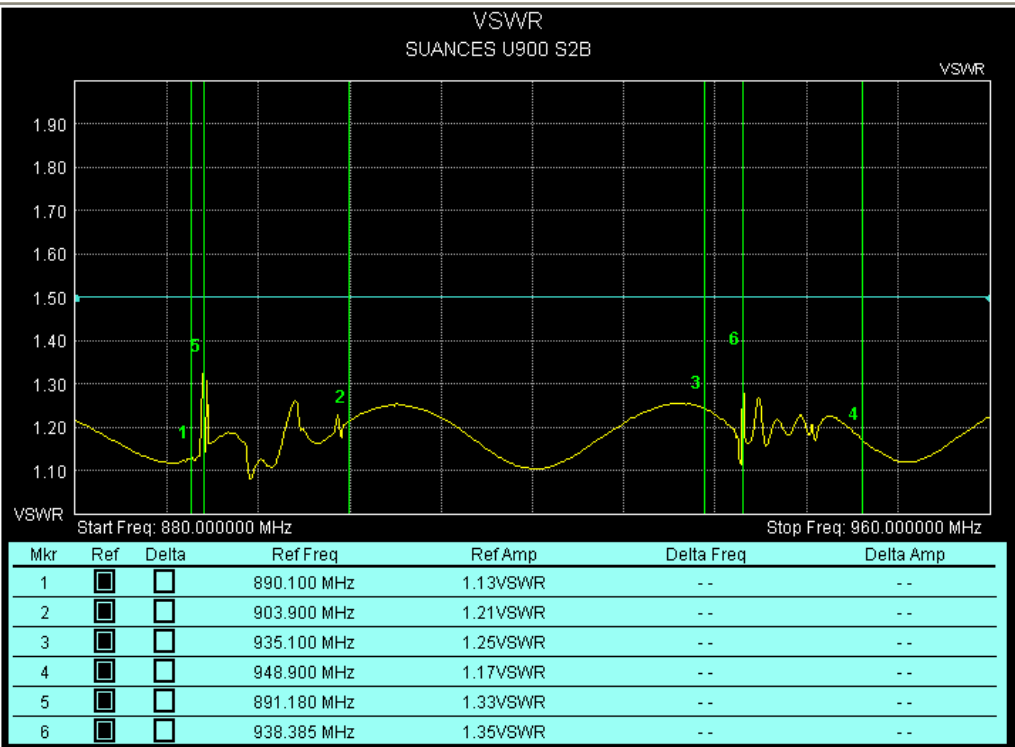


Figura 170. Roe S2B Suances Depósito.

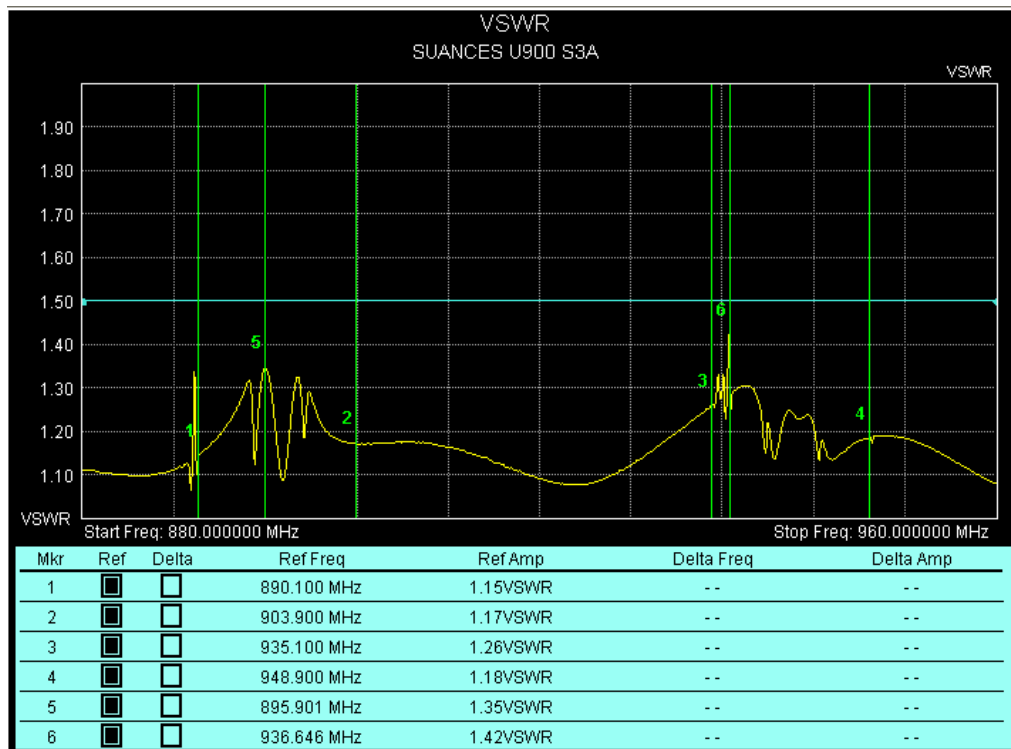


Figura 171. Roe S3A Suances Depósito.

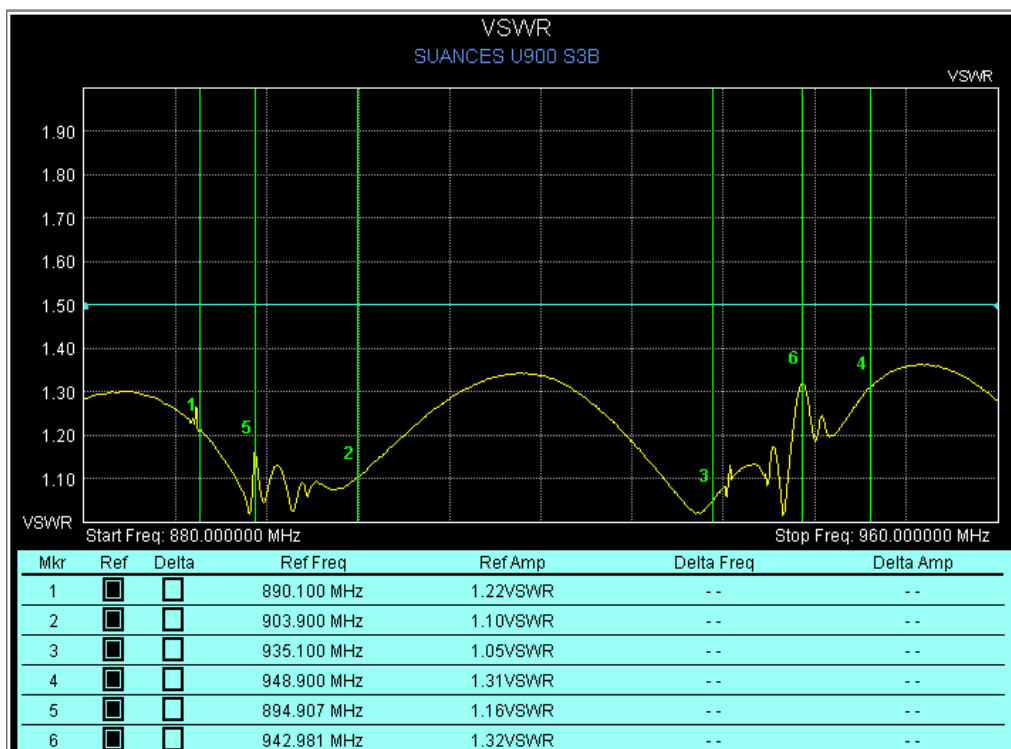


Figura 172. Roe S3B Suances Depósito.

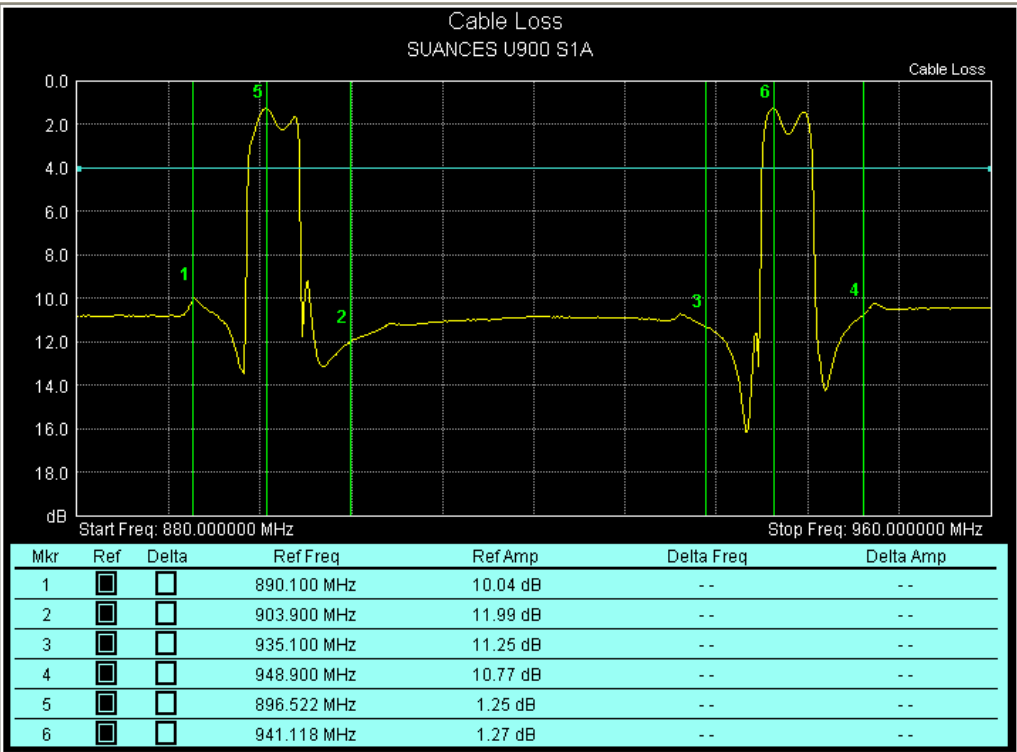


Figura 173. Loss S1A Suances Depósito.

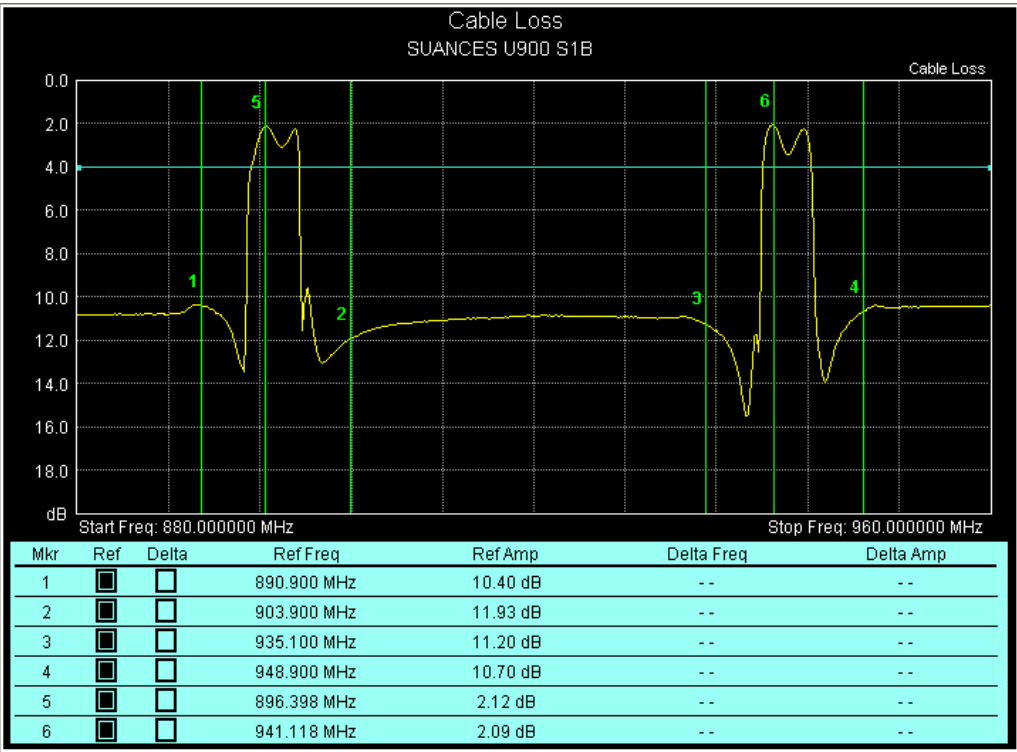


Figura 174. Loss S1B Suances Depósito.

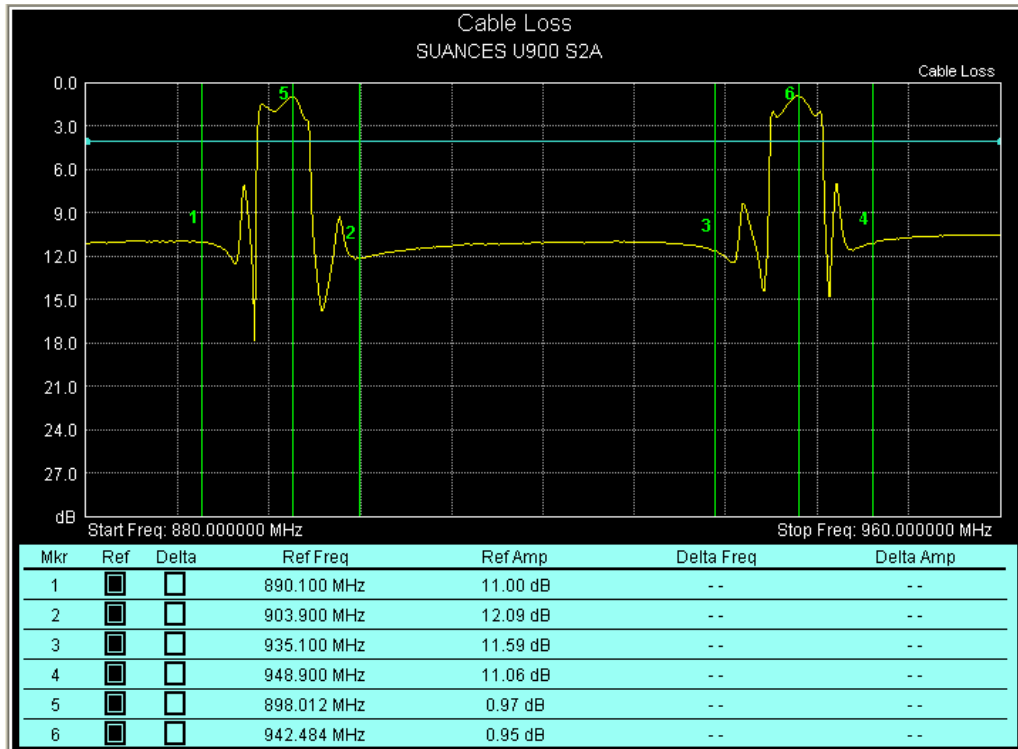


Figura 175. Loss S2A Suances Depósito.

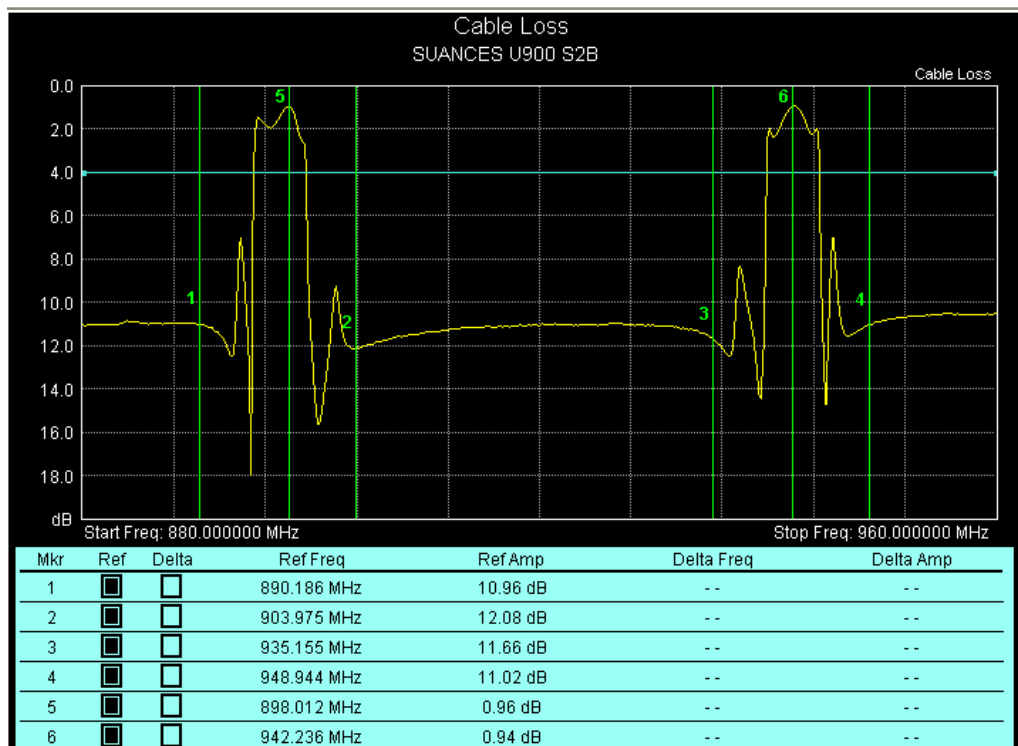


Figura 176. Loss S2B Suances Depósito.

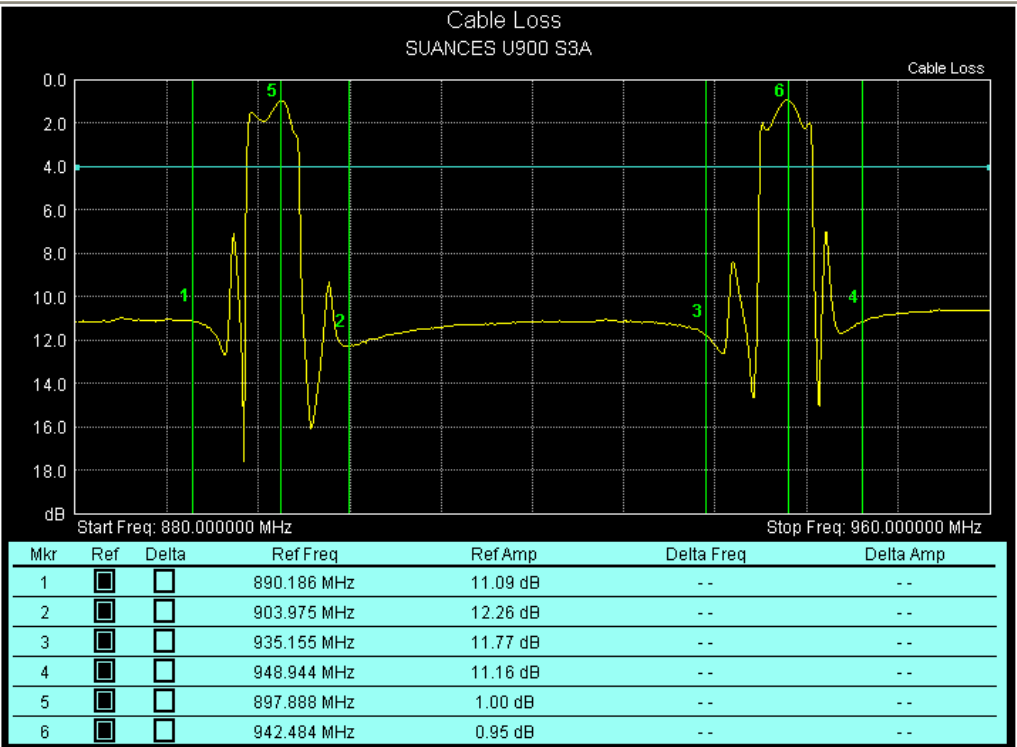


Figura 177. Loss S3A Suances Depósito.

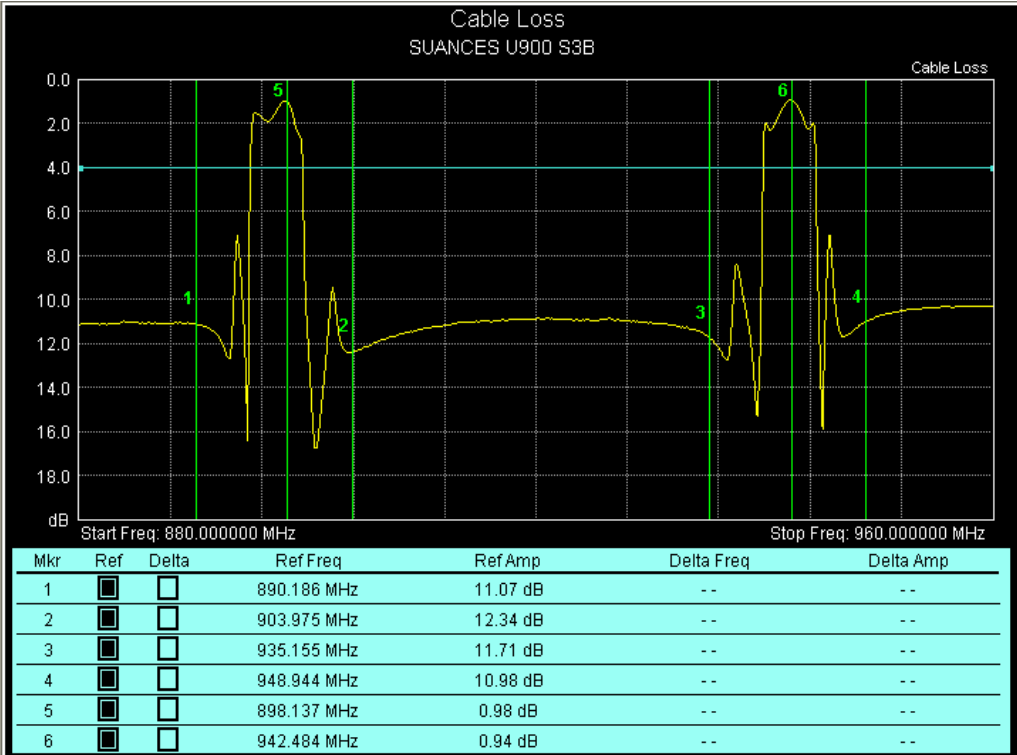


Figura 178. Loss S3B Suances Depósito.

6.4 PLANTILLA TME ZONA NORTE DATOS A RECOPILAR FIN DE OBRA

PROYECTO	EVO900
COC	201103012982
EMPLAZAMIENTO	SUANCES DEPÓSITO
COGIGO	3900162
BASTIDOR INSTALADO	RBS6201
TECNOLOGIA	UMTS900
Nº SECTORES	3
CONTROLADORA	DUW30
SOLUCION TX	ENCADENAMIENTO DUW'S
CABLEADO TX/ENCADENAMIENTO	SI

Telefonica



COMBINADORES	Modelo/Sector	S1	S2	S3
	Hibrido			
	Cavidad	KMW	KMW	KMW

LONGITUD COAXIAL	Tipo/sector	S1	S2	S3
	SR 1/2"			
	SF 1/2"	16	14	10
	7/8"			
	1 5/8"			

PERDIDAS DEL CABLE	Tirada/Sector	S1	S2	S3
	A	8,70 dbm	9,54 dbm	9,08 dbm
	B	8,78 dbm	9,46 dbm	8,92 dbm

AMPLIFICADOR UL	Modelo/sector	S1	S2	S3
	PTMA	NO	NO	NO
	DTMA	NO	NO	NO

MODULO RADIO	Equipo/Sector	S1	S2	S3
	COMPACTO RBS6000	KRC 11862/2	KRC 11862/2	KRC 11862/2
	DISTRIBUIDO RBS6000			
	RBS3308			

ANTENAS	Solución/Sector	S1	S2	S3
	AÑADIR			
	SUSTITUIR			
	EXISTENTES	TTD3-800TV	TTD3-800TV	TTD3-800TV
CONFIGURACION INICIAL	ORIENTACIÓN	340º	60º	160º
	DOWNTILT MECÁNICO	0º	0º	0º
	D. ELÉCTRICO UMTS2100	5º	6º	
	D. ELÉCTRICO UMTS900			
	D. ELÉCTRICO 2G DCS	3º	2º	
	D. ELÉCTRICO 2G GSM	3º	2º	3º
CONFIGURACION FINAL	ORIENTACIÓN	340º	60º	160º
	DOWNTILT MECÁNICO	0º	0º	0º
	D. ELÉCTRICO UMTS2100	5º	6º	
	D. ELÉCTRICO UMTS900	3º	2º	3º
	D. ELÉCTRICO 2G DCS	3º	2º	
	D. ELÉCTRICO 2G GSM	3º	2º	3º

CORTE	Nº BTP	INICIO	FIN	OORR	TECNOLOGÍAS AFECTADAS
	1090915	11:00	18:05	11:00	UMTS2100+2G

CAPÍTULO 7. REVISIÓN Y SOLUCIÓN DE REPAROS

7.1 REVISIÓN DE LA OBRA

Concluida la obra y con el servicio de UMTS 900 dado de alta por TME, se acudió un día junto con un representante de Ericsson y otro de TME a revisar la instalación. Normalmente se suelen revisar varios centros el mismo día, se crea una ruta para cubrir al menos la revisión de dos instalaciones.

Siempre es necesario acudir dos técnicos, uno para realizar las pruebas en el sistema radiante y normalmente el otro suele ser el encargado de la instalación realizada. Es conveniente que sea así puesto que se va a tener que rebatir cualquier reparo que no nos competa como empresa instaladora, por ello sabiendo exactamente lo que se ha realizado y lo que no, los problemas encontrados, etc. siempre va a ser mucho más sencillo poder cuestionar estos asuntos.

Toda revisión de obra se puede dividir en dos partes, una primera que se realiza en la zona de la instalación que no comprende el sistema radiante y en la que, ambos revisores se encargan de comprobar visualmente la instalación de principio a fin cerciorándose de que cumpla la normativa de instalación en todo momento. En cuanto al bastidor de radio se suelen fijar en que esté correctamente anclado al suelo y a la pared empujándolo para comprobar que no se mueva, también se aseguran de que la apertura de la puerta de los modelos macros sea la adecuada. Luego revisan todo el etiquetado, el embridado, el marcado sectorial de colores de los cables y la subida de los coaxiales hasta la escalerilla del techo de la caseta. Y por descontado, la correcta posición de las tarjetas de radio en el interior del bastidor así como la ordenada salida de los latiguillos de cable coaxial.

Por otro lado, el recorrido de cables por el interior de la caseta es otro de los puntos que revisan para comprobar que no haya curvaturas innecesarias, ni se vean tramos de cables forzados. También examinan que todos los conectores estén correctamente apretados tanto los acodados en el bastidor como los rectos en los descargadores. En los descargadores siempre comprueban que la pletina esté bien nivelada, que el modelo de los descargadores esté aceptado por TME, sea de paso de corriente.

La puesta a tierra de cada uno de los elementos viene a ser siempre uno de los puntos donde hacen más hincapié. Y por lo demás, en este caso revisaron que los combinadores estuvieran adecuadamente instalados sobre la escalerilla, comprobando que tanto los latiguillos procedentes del nuevo bastidor de radio así como los del sistema GSM llegaban correctamente a sus entradas.

La otra parte que conforma la revisión es una comprobación del sistema radiante, lo que conlleva una observación con prismáticos desde el suelo del etiquetado y el marcado de cables, así como de la colocación de kits de tierra y perrillos de conexión homologados. Por otro lado, revisan que los cables coaxiales sean homologados y suban grapeados sin realizar curvaturas hasta las antenas, y sobre todo que

no interrumpan el ascenso en la escalera en ningún momento. Si hubiese elementos adicionales como amplificadores, comprueban que aparentemente la instalación sea correcta y estén etiquetados según la normativa.

Además de todo esto, mediante brújula comprueban de nuevo que los azimut de las antenas se correspondan con los mismos que se anotaron en la cartografía. Con referencia a las antenas, se realiza una última prueba que necesita de las habilidades del torrero. Se solicita al torrero que suba con una chapa metálica hasta las antenas y según se le vaya indicando, vaya pasando la chapa por delante de los paneles de manera que se pueda ir observando abajo, en el bastidor de radio, cómo se intercede en la señal que efectivamente se pretende. Es decir, si suponemos que el torrero está intercediendo la señal de la antena del primer sector, deberían ser las tarjetas RUW del primer sector las que marquen fallo. Si por un error, sucediera que en la misma situación las tarjetas que detectaran el fallo fueran las del segundo, habría un cruce de sectores. Es difícil que esto ocurra si se tiene precaución en la instalación y sobre todo si se marcan desde el principio convenientemente los cables, pero no es imposible ni mucho menos.

Por lógica nunca puede haber un solo sector cruzado, o bien habrá dos sectores cruzados o los tres podrían estarlo. En este caso, en Suances/Depósito no había ningún cruce de sectores y aunque había menos probabilidades de que los pudiera haber, por el hecho de que no se sustituyeran las antenas, podrían haberse intercambiado los cables en el bastidor.

Tras comprobar que no había cruce de sectores y que las orientaciones de las antenas eran tal como se presuponían, se realizaron de nuevo las mediciones de Roe y Loss. Para poder ejecutar las pruebas en el sistema radiante, TME volvió a solicitar nuevamente un corte de las tecnologías afectadas por la instalación del sistema UMTS 900. El procedimiento de bloqueo de cada uno de los nodos fue exactamente el mismo descrito en la ejecución de la obra.

Se midieron tanto los sectores de UMTS 2100, los de UMTS 900 como los de GSM. Y en todas se encontraron los picos máximos dentro de los límites permitidos. Mientras se repiten estas mediciones, el optimizador de TME siempre se asegura de que el medidor empleado contenga su etiqueta de revisión en regla.

Por lo general el instalador después de haber realizado bastantes montajes no suele tener carencias en lo que respecta a la instalación del conjunto en general, pero sí que suele haber determinados detalles que pueden resultar reparos ya sea por diversos motivos. Centrándonos en la instalación de Suances/Depósito, ese día encontraron los siguientes reparos de instalación:

- La etiqueta adhesiva con la marca de TME, MOVISTAR, de la puerta del bastidor RBS 6201 no es la homologada.

- El etiquetado de los cables de alimentación no es el adecuado: falta añadir etiquetas en el extremo del equipo de fuerza. Además en las etiquetas se debe añadir el modelo del bastidor y el nombre del operador móvil, en las de entrada al RBS 6201 y en las del equipo de fuerza.
- Las tramas E1 deben ir etiquetadas con ETA y ETB en el extremo del repartidor.
- Corregir las fotografías de la cartografía que se correspondan con los reparos encontrados.

Cuando se trata de reparos de esta índole se pueden solucionar in situ el mismo día de la revisión y realizar un reportaje fotográfico con los resultados finales porque luego, además de modificar en la documentación final las imágenes correspondientes también habrá que realizar un documento fotográfico que muestre que los reparos han sido solucionados como se pedía. Si por el contrario, se hubieran encontrado defectos más importantes como podría ser un cruce de sectores o un valor de Roe superior al permitido, en esos casos se realizaría una nueva revisión conjunta con Ericsson y TME al mismo emplazamiento una vez confirmáramos que lo hemos solucionado.

El plazo de días para arreglar estos reparos suele ser una semana, el responsable de Ericsson tiene el deber de colgar en una herramienta informática llamada *Site Handled* los reparos encontrados en la instalación así como tener que retirarlos de ahí una vez se entreguen los documentos acreditativos que muestren la solución. Si transcurrido este tiempo no se hubiesen solucionado los reparos y no existiera ningún agente externo que lo hubiera impedido, por ejemplo inclemencias meteorológicas, directamente la obra sería penalizada con un 10% sobre el importe total asignado.

En este caso no hubo penalizaciones puesto que se repararon los errores de etiquetado el mismo día de la revisión y se envió el documento acreditativo dentro del plazo permitido junto con la cartografía corregida. En el siguiente apartado de esta memoria se muestra el informe de reparos donde se pueden apreciar las modificaciones realizadas.

Respecto al primero de los reparos, se instaló la pegatina que se venía colocando en los centros realizados en Zaragoza y nunca había resultado impedimento. Nos entregaron el mismo día de la revisión una etiqueta similar pero plastificada y se recambió por la que estaba pegada. Y en cuanto al resto de reparos de etiquetado, se solucionaron tal cual nos pidieron sin rebatir nada al respecto. El hecho de que haya que incluir en la etiqueta de alimentación del bastidor, el modelo del equipo y el nombre del operador es un detalle que dependiendo del optimizador con el que se trate lo pide o no.

7.2 SOLUCIÓN DE REPAROS

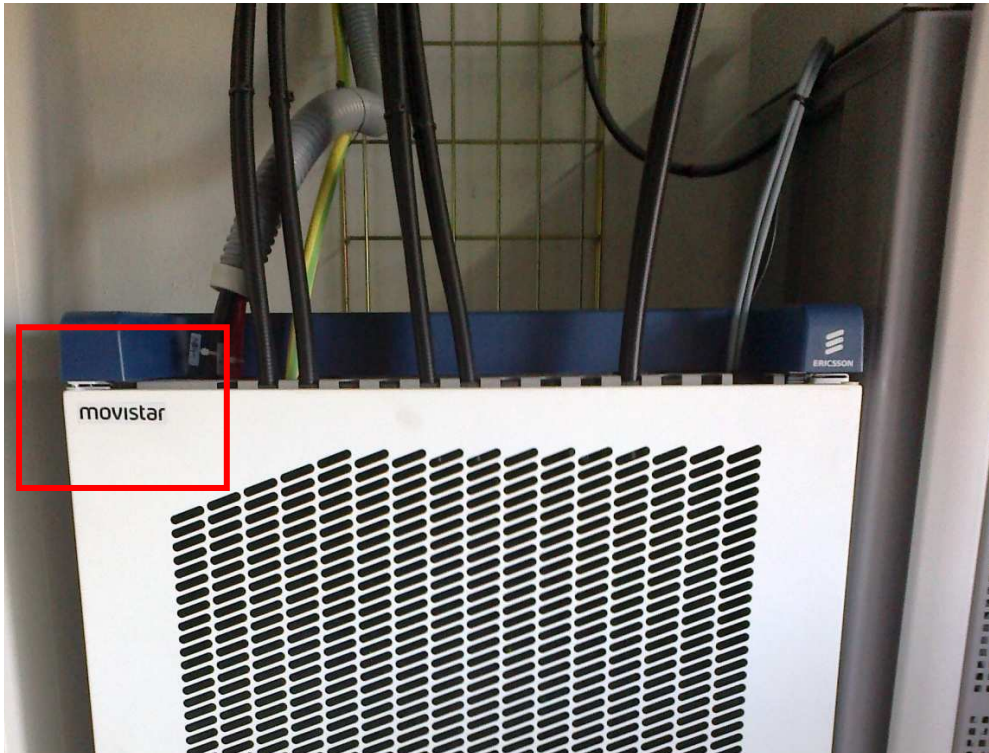
MODERNIZACIÓN (UMTS-900)

INFORME DE REPAROS SUANCES/DEPÓSITO EB (CANTABRIA)

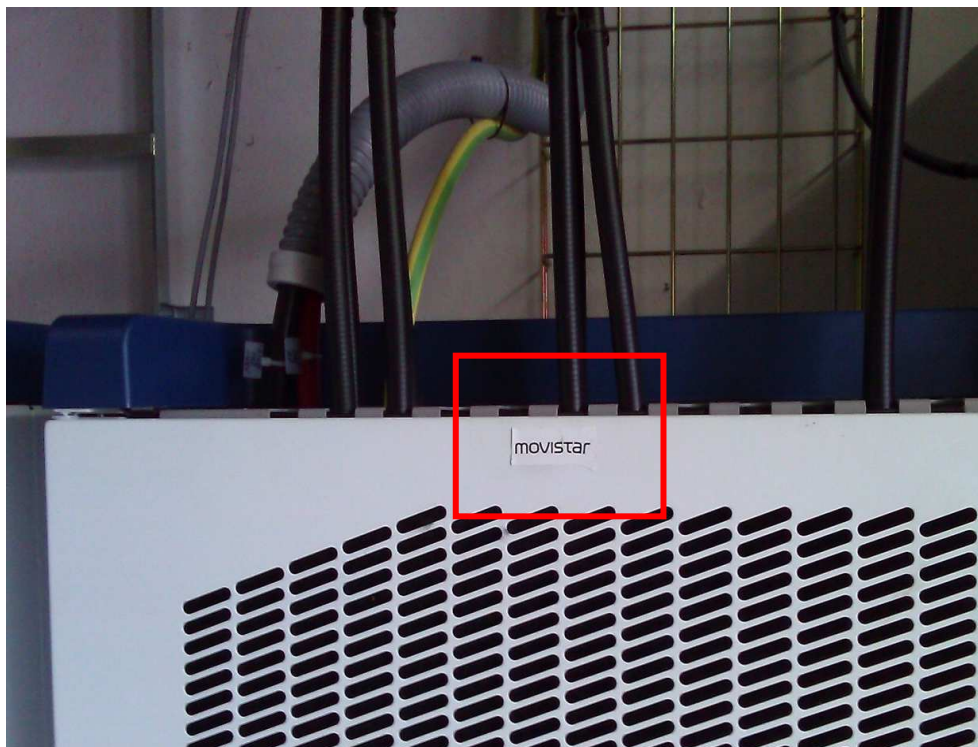
CÓDIGO DE EMPLAZAMIENTO: 3900162
CÓDIGO DE OBRA: 201103012982

1-SUSTITUCIÓN DE LA ETIQUETA ADHESIVA DE LA PUERTA DEL RBS 6201

ANTES



DESPUÉS



2-MODIFICACIÓN DEL ETIQUETADO DE LOS CABLES DE ALIMENTACIÓN DEL RBS 6201

ANTES



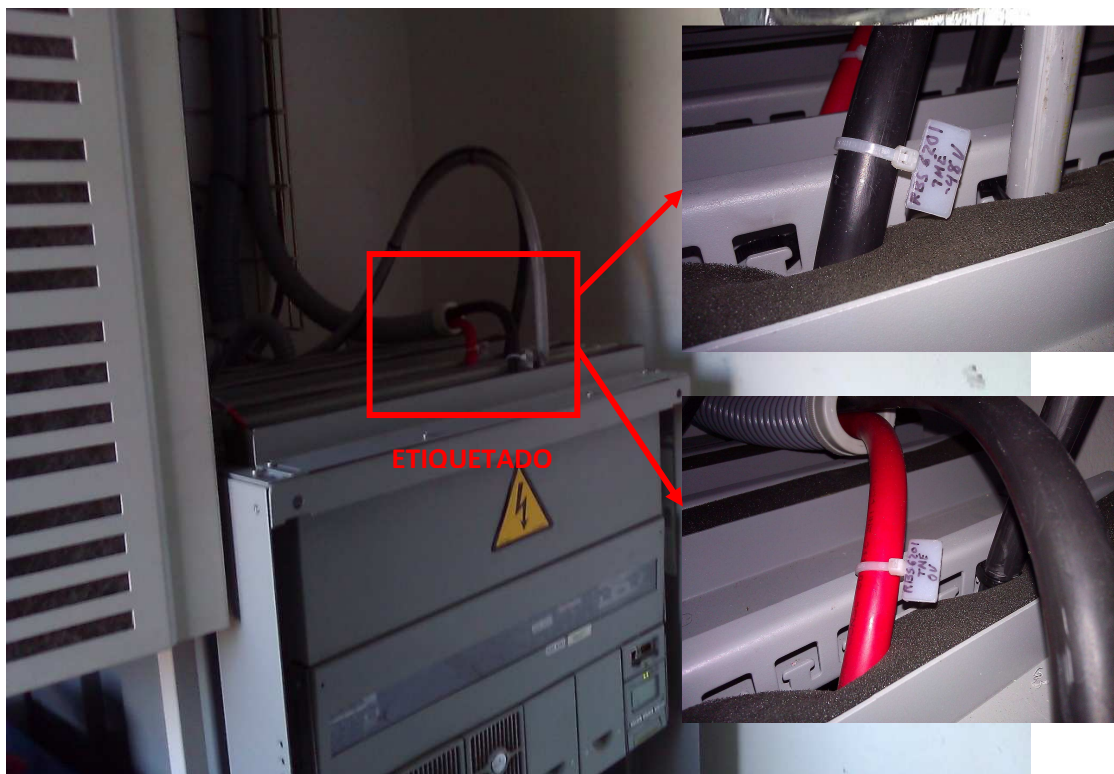
DESPUÉS



ANTES

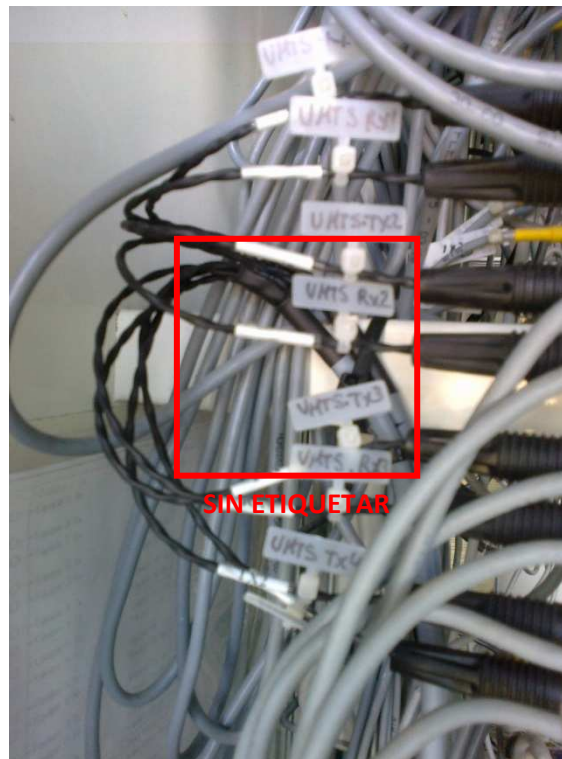


DESPUÉS

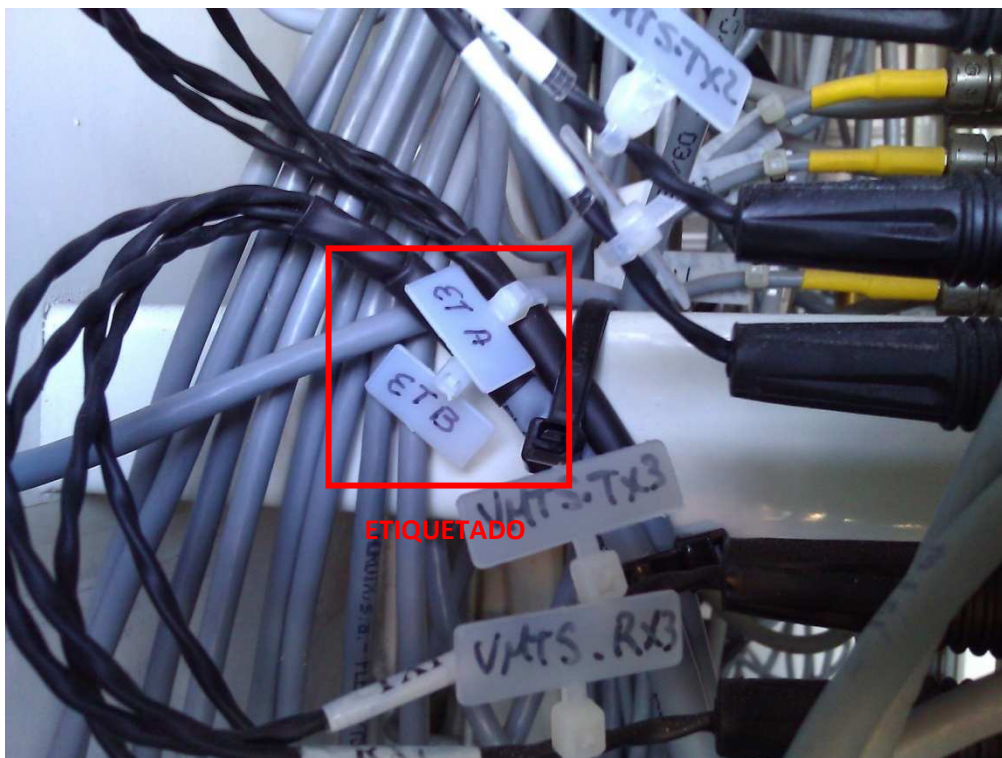


3-ETIQUETAR LAS DOS TRAMAS CON ETA Y ETB

ANTES



DESPUÉS



Conclusiones

El ritmo acelerado y constante que nos exige TME en las instalaciones viene precedido por la evolución actual del mercado de las telecomunicaciones. Sin estar todavía concluida la fase de implementación del sistema UMTS 900 MHz en toda la geografía española, ya se ha estado premeditadamente preparando la siguiente etapa instalándose en el proyecto EVO 900 los bastidores de radio adecuados también para el futuro LTE o 4G(100 Mbit/s). A pesar del contexto actual de crisis económica que nos envuelve, las telecomunicaciones y más en concreto la telefonía móvil, es una industria que sigue creciendo y sin duda la herramienta de comunicación presente y futura por excelencia.

Este crecimiento supone que los operadores de telefonía móvil tengan que ofrecer contenidos que consigan captar la atención del usuario. La competencia entre ellos hace que el usuario final se beneficie de unos precios más reducidos frente a los que habría si no existiera, las tarifas planas de datos móviles están siendo desde hace ya unos años la mejor forma de convencer al usuario de que el teléfono móvil puede salir también rentable. El hecho de que cada vez seamos más los seducidos por esta idea, hace que los operadores tengan que mantener un continuo despliegue de medios que no sólo consiste en aumentar el número de estaciones móviles sino también en hacer que estén preparadas para el aumento de tráfico de datos. Esta necesidad impuesta por los clientes es la causante de que durante todo este tiempo hayamos estado trabajando en el proyecto EVO 900 para TME. Si opinara únicamente como usuaria de la red móvil, como hasta hace unos años habría hecho, seguramente pensaría que en apariencia la labor realizada en este proyecto no es demasiado compleja y de resolución relativamente rápida. Pero después de haber formado parte de este proyecto ya no puedo hablar tan solo como usuaria y debo hacerlo también como parte implicada, no sería justo si no dijera que al menos por nuestra parte ha requerido de un gran esfuerzo añadido y de una lucha continua por cumplir con los objetivos marcados en unos tiempos tan reducidos.

Según las necesidades de la red y las estadísticas que TME realizó en una primera fase de estudio se ha ampliado la banda ancha de muchas ciudades y también zonas rurales como se había comprometido TME desde un principio al adquirir en las subastas los bloques de frecuencia en la banda de 900 MHz.

En esta memoria de mi PFC se ha podido ver paso a paso lo necesario para realizar una de esas obras desde que llegó a nuestras manos, en este caso para uno de los montajes realizados de mayor complejidad. Lo consideré desde un primer momento un buen ejemplo, dentro de la multitud de instalaciones realizadas, porque creí que la ejecución de un *swap* (intercambio de equipos de radio) y la combinación de señal con el sistema GSM en un mismo emplazamiento no era uno de los casos comunes encontrados.

No pretendo con ello decir que éste haya sido un caso aislado porque no es así, han sido varios los emplazamientos en los que se ha realizado una instalación similar a ésta pero, han sido muchos más en los que se ha instalado un nuevo bastidor de radio para albergar únicamente la tecnología UMTS 900 o en otros ha sido suficiente añadir hardware dentro de algún bastidor existente. Y en los que se han reemplazado las antenas existentes por nuevas de más bocas para añadir la nueva tecnología. De ahí que decidiera tomarlo como ejemplo explicativo, mostrando los resultados reales obtenidos en imágenes, pero además quise que el resto de casos no quedaran sin tratarse y por ello creí que una buena explicación teórica fácilmente comprensible serviría para dar a conocer cómo y en qué situaciones se han realizado el resto de instalaciones.

En el caso concreto mostrado hubo algún que otro contratiempo explicado que se resolvió según nos ordenaron pero, no quiero dejar de hacer referencia a la cantidad de complicaciones que se nos han presentado casi a diario en cada obra, por problemas de licencias y permisos, por falta de material, etc. La resolución de cada una de ellas se ha tratado siempre que fuera la más adecuada aunque repercutiera en nosotros. Como he comentado en varias ocasiones, en el proceso de ejecución del proyecto EVO 900 hay muchos departamentos involucrados, partiendo desde el contratista inicial que es TME hasta nosotros que somos los instaladores. Esto supone que la coordinación entre ellos, y en éstos englobo a TME, Ericsson y a nuestro contratista directo, es esencial para que nosotros podamos conseguir el objetivo marcado para un día en concreto. Todo esto ha complicado de manera considerable la ejecución de las obras, pero esto es algo con lo que las empresas pequeñas, como es el caso en la que me ubico, tienen que lidiar en el día a día.

Una vez se comprobó la ruta de transmisión y se integró el equipo de red UMTS 2100 y UMTS 900 se dio por concluida la instalación por nuestra parte, a falta de que el personal de Ericsson realizara las pruebas de llamadas y datos para cada sector para poder dar de alta el nuevo servicio.

Lo que se pretendía con este proyecto no era comprobar que la cobertura 3G a día de hoy haya mejorado en Suances/Depósito porque esa parte del estudio no somos nosotros los que la realizamos aunque, estoy segura de que tiene que ser así y que la mejora tiene que apreciarse. El objetivo propuesto que no fue otro que mostrar la ejecución de la instalación realizada en Suances/Depósito paso a paso, donde se amplió la red mediante el nuevo sistema UMTS en la banda de 900 MHz, mostrando los resultados obtenidos. Así como también explicar el resto de posibles instalaciones que este proyecto de implantación de UMTS 900 para TME ha englobado y, en definitiva creo que esto se ha logrado.

Próximos Trabajos

La evolución de la tecnología UMTS o 3G ha supuesto un avance importante en la velocidad tanto de bajada como de subida de paquetes de datos. Pero el futuro ya presente en algunos países se encuentra en el LTE (Long Term Evolution) o 4G, básicamente una evolución de la red móvil 3G. La principal ventaja de las redes 4G es la velocidad, el estándar LTE tiene una transferencia de descarga que supera los 40 Mbit/s (aunque depende de la antena) y una velocidad de subida de datos que ronda los 10 Mbit/s. Además se pretende conseguir con ésta que la cobertura deje de fluctuar y se eviten caídas como ocurre en la actual 3G.

Los fabricantes de teléfonos móviles ya llevan tiempo preparándose para adoptar ese nuevo protocolo en sus dispositivos, de hecho el tan publicitado iPhone 5 ya lo lleva incorporado. El único obstáculo son los operadores, mientras en algunos países se mueven con decisión en otros la infraestructura de la red 4G todavía no ha empezado a implantarse, y como siempre España es de las últimas de la cola en adaptarse. Aquí tan solo Movistar y Vodafone han comenzado a probar el LTE a 2.6 GHz en zonas urbanas de gran saturación. Tanto estos dos operadores como Orange compraron espectros de la banda de 800 MHz donde resultará mucho más económico el despliegue para LTE debido a que a menor frecuencia se consigue un mayor alcance del repetidor y con esto se requerirá un número inferior de torres. Pero si recordamos, esta banda actualmente ocupada por la TDT, no podrán empezarla a utilizar hasta como pronto el 2015. En Suecia, Telia Sonera ya cuenta con un despliegue de red LTE en la banda de 1.800 MHz, extendida también a otros países como Finlandia, Dinamarca o Letonia. Y por ejemplo en Alemania también cuentan con usuarios de LTE pero a 800 MHz.

Es cierto que en España el mercado de las telecomunicaciones sigue resistiendo a la crisis mejor que otros porque a pesar de que la situación económica del usuario medio haya empeorado, la contratación de servicios ha seguido creciendo sin parar en estos últimos años. Sin embargo para las empresas dedicadas a este ámbito la situación no es demasiado satisfactoria, puesto que los precios que ofertan los operadores para la realización de los montajes han descendido tanto que resulta prácticamente imposible hacer frente a los gastos y conseguir obtener un mínimo de beneficio. Es por esto que muchas de las empresas de telecomunicaciones de España están actualmente trabajando con proyectos de ámbito internacional.

En Ecuador, la firma estatal ecuatoriana de telecomunicaciones (CNT) va a realizar una gran inversión para comenzar el despliegue de LTE que está previsto se inicie en mayo o junio de este mismo año 2013. La nueva tecnología 4G se desplegará en dos bandas, en la de 700 MHz para áreas rurales y en la banda de 1,9 GHz para zonas urbanas. Si no ocurre ningún contratiempo, vamos a comenzar a formar parte de este

nuevo proyecto que apuesta por conseguir fortalecer la posición competitiva de CNT frente a sus principales competidores que son Movistar y Claro.

Bibliografía

Referencias:

- [1] www.CMT.es: *Página web oficial de la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones.*
- [2] **BOE-A-2010-2719**, Número 44, Sección III. Páginas 16.284-16.575
- [3] www.mityc.es: *Página web oficial del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Gobierno de España. Consulta Pública sobre la Gestión del Refarming en 900 y 1.800 MHz, y sobre la licitación del DD y la banda de 2,6 GHz.*
- [4] <http://telefoncamoviles.gio.etsit.upm.es/catedra/2011/09>
- [5] **Telefónica Móviles España. PPA-44.** *Hojas de Pruebas para la Aceptación de las Instalaciones de los Nodos B RBS 6201. 03-03-2010. Doc. Interna Ericsson.*
- [6] **Ericsson. Indonesia.** *Petunjuk Instalasi RBS 6000. Ericsson Internal doc. Nº EID-09:016940 Uen. 06/24/2010. Rev.B*
- [7] **Ericsson. NAP-5.** *"Cableado de alarmas exteriores en Estaciones Base de interior". Doc. Interna Ericsson.*
- [8] **Telefónica Móviles España. PPA-46.** *Hojas de Pruebas para la Aceptación de la Instalación de Nodo B distribuido Ericsson Modelo RBS 6601 y del módulo remoto RRUW. 12-07-2010. Doc. Interna Ericsson.*
- [9] **Ericsson. Indonesia.** *Petunjuk Instalasi RBS 6601. Ericsson Internal doc. Nº EID-11:004523 Uen. 06/07/2011. Rev.A*
- [10] **Ericsson. NAP-26.** *"Infraestructura y cableado de nodos B con módulos remotos". Doc. Interna Ericsson.*
- [11] **Ericsson. NAP-32.** *"Instalación de armarios AE1 y AE2". Doc. Interna Ericsson.*
- [12] **Telefónica Móviles España. PPA-48.** *Hojas de Pruebas para la Aceptación de las Instalaciones de los Nodos B RBS 6102. 07-10-2010. Doc. Interna Ericsson.*
- [13] **Ericsson. NAP-4.** *"Cableado de alarmas externas en Estaciones Base de exterior". Doc. Interna Ericsson.*
- [14] **Telefónica Móviles España.** *Identificación de los equipos de Radio de Telefónica España. GIB. 18-01-2010.*
- [15] **Telefónica Móviles España.** *Gámez, Manuel. Acta de Replanteo UMTS900 Telefónica. Nº OPER/MUIB-10:003835 Uen. Doc. Confidential. 2010-05-26. Rev. PA2*

- [16] <http://www.telecomhall.com/es/que-es-tilt-electrico-y-mecanico-de-la-antena-y-como-lo-usa.aspx>
- [17] <http://es.scribd.com/doc/57811593/Curso-de-Antenas-Nokia>
- [18] <http://dis.um.es/~barzana/enlaces/cablered.htm>
- [19] <http://www.commscope.com/catalog/andrew/doc>
- [20] <http://www.anritsu.com/en-gb/>.
- [21] <http://maps.google.es>
- [22] **Telefónica Móviles España.** *Instalation Instruction RBS 3206. Telefónica Móviles. Nº OPER/MUIB -10:9 2069 Uen.Doc.Confidential.2005-05-20.Rev.B*
- [23] **Ericsson. RA.0016.** *“Instalación de cables para equipos de radio en EEBB”. Doc. Interna Ericsson.*
- [24] **Ericsson. ENI/Ni.** *Carrasco Fraile, Daniel. Proceso de Integración de Nodos B del Operador TME. Nº OPER/MUIB-09:010548 Ues. Doc. Confidential. 2010-05-18. Rev.R*
- [25] **Ericsson. EID/OR/R** Saifullah, EID/OR. /R Agoes Prio Utomo, *Method of Procedure Swap RBS3000 to RBS6000. Ericsson Internal doc. Nº EID-10:005063 Uen. 2010-05-19. Rev. A*
- [26] **Ericsson. ENI/NOE.** *Carraco, Daniel; González, Mariano. Antenas compartidas 900. Ericsson Internal doc. 21/07/2011*
- [27] <http://www.ericsson.com/thecompany/press/mediakits/services>