

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA

Grado en Ing. Sist. de Telecom., Sonido e Imagen

---



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA POLITECNICA  
SUPERIOR DE GANDIA

# “Diseño e implementación de un anillo de radioenlaces en San Javier (Murcia)”

**TRABAJO FINAL DE GRADO**

Autor/a:

**Pablo Antonio Fernández Mafé**

Tutor/a:

**Jaime Lloret Mauri**

**Ricart Torres Vidal**

**GANDIA, 2013**

## RESUMEN

El trabajo trata del diseño de un anillo de radioenlaces mediante equipos de la tecnología Ericsson. Para ello se replantean los equipos a instalar en cinco emplazamientos. Además, se realiza la documentación pertinente para tal fin, tanto técnica como de prevención de riesgos laborales. Finalmente se lleva a cabo la implementación de los equipos y la puesta en marcha del nuevo anillo de radioenlaces.

**Palabras clave:** telecomunicaciones, radioenlace, telefonía móvil, anillo, diseño e instalación.

## ABSTRACT

This final project talk about the design of a radio link ring with the Ericsson equipment. To make the project is necessary to study a site, to know that equipment must be installed. Also we have to make the technical documentation and occupational risk. Finally installed equipment and starts radio links.

**Keywords:** telecommunications, radio link, mobile phone, ring, design and installation.

## Índice

<b>1.- Introducción y objetivos</b>	
1.1.- Introducción	7
1.2.- Objetivos	7
1.3.- Antecedentes del proyecto	7
1.4.- Estructura del proyecto	8
<b>2.- Desarrollo teórico</b>	
2.1.- Introducción	10
2.2.- Sistemas GSM/GPRS/UMTS	10
2.3.- Radioenlaces	11
<b>3.- Equipos para radioenlaces de Ericsson</b>	
3.1.-Introducción al Mini Link TN	14
3.2.- Familia de Mini Link TN	14
3.2.1.- AMM 2P	16
3.2.2.- AMM 6P	16
3.2.3.- AMM 20P	17
3.2.4.- Componentes comunes de los TN	18
3.3.- RAU y parábolas	20
3.4.- Configuraciones más comunes de los TN	22
<b>4.-Desarrollo práctico</b>	
4.1.- Objeto	24
4.2.- Justificación	25
4.2.1.- Contingencia / Prioridad del proyecto	25
4.2.2.- Asociación al plan de despliegue de red	27
4.2.3.- Plazo de ejecución	27
4.3.- Arquitectura hardware	27
4.3.1.- Nuevos equipos	29
4.3.2.- Equipos existentes	32
4.3.3.- Interconexiones	32
4.3.4.- Netman ID	33
4.4.- Gestión	34
4.5.- Sincronización	34
4.6.- Nodos afectados	34
4.7.- Plan de migración	34
4.8.- Infraestructuras	35
4.9.- Versiones de software de los equipos a instalar	35
4.10.- Oferta asociada al proyecto	35
4.11.- Cálculos de viabilidad	36
<b>5.- PRL (Plan de Riesgos Laborales)</b>	
5.1.- Introducción	42
5.2.- Plan de Medidas Preventivas	42
5.3.- Ejemplo de PMP	44
<b>6.- Replanteos de los SITES</b>	
6.1.- Introducción	49
6.2.- Análisis del documento del replanteo	49

---

<b>7.- Ejecución de la obra</b>	
7.1.- Introducción	54
7.2.- Equipos de radio	54
7.3.- Instalación outdoor	56
7.4.- Instalación indoor	59
<b>8.- Conclusiones</b>	
8.1.- Cumplimiento de los objetivos	64
8.2.- Problemas encontrados y soluciones	64
8.3.- Aportaciones personales	65
<b>Bibliografía y referencias</b>	67
<b>Anexos</b>	
I- Replanteos	
II- Checklist de calidad	
III- PMP	
IV- Reportajes fotográficos	

## Índice de Figuras

<i>Figura 3.1: Mini Link TN, RAU y parábola</i>	14
<i>Figura 3.2: magazines del Mini Link TN</i>	15
<i>Figura 3.3: familia del Mini Link TN</i>	15
<i>Figura 3.4: AMM 2P</i>	16
<i>Figura 3.5: AMM 6P</i>	16
<i>Figura 3.6: Power Filter Unit 2 (PFU2)</i>	17
<i>Figura 3.7: Fan Unit (FAU2)</i>	17
<i>Figura 3.8: ejemplo de topología confluyente en TN 20P</i>	17
<i>Figura 3.9: AMM 20P</i>	18
<i>Figura 3.10: Fan Unit 1 (FAU1)</i>	18
<i>Figura 3.11: Node Processor Unit for AMM 6P/AMM 20P (NPU 8x2)</i>	19
<i>Figura 3.12: Power Filter Unit (PFU)</i>	19
<i>Figura 3.13: Modem Unit (MMU2 C)</i>	20
<i>Figura 3.14: Switch Multiplexer Unit (SMU2)</i>	20
<i>Figura 3.15: bandas de trabajo de las RAU</i>	21
<i>Figura 3.16: parábola y radio integrada</i>	21
<i>Figura 3.17: parábola y radio separadas</i>	21
<i>Figura 3.18: radioenlace 1+0</i>	22
<i>Figura 3.19: radioenlace 1+0</i>	22
<i>Figura 4.1: topología del anillo MUR-A (I)</i>	25
<i>Figura 4.2: topología del anillo MUR-A (II)</i>	25
<i>Figura 4.3: topología del anillo MUR06B01_Oeste</i>	26
<i>Figura 4.4: diseño de la topología del anillo MUR_A</i>	27
<i>Figura 4.5: diseño de la topología del anillo MUR_A y el futuro anillo MUR06B01_Oeste</i>	28
<i>Figura 4.6: diseño de la topología del futuro anillo MUR06B01_Oeste</i>	28
<i>Figura 4.7: esquema de conexionado de hardware del MUR_A</i>	29

## Diseño e implementación de un anillo de radioenlaces en San Javier (Murcia)

---

<i>Figura 4.8: esquema de conexionado de hardware del MUR_B</i>	30
<i>Figura 4.9: esquema de conexionado de hardware del MUR_C</i>	30
<i>Figura 4.10: esquema de conexionado de hardware del MUR_D</i>	31
<i>Figura 4.11: esquema de conexionado de hardware del MUR_E</i>	31
<i>Figura 4.12: plan de migración</i>	35
<i>Figura 7.1: panorámica del radioenlace MW_MUR5 en el emplazamiento</i>	
MUR_A	54
<i>Figura 7.2: parábola y radio del radioenlace MW_MUR5 en el emplazamiento</i>	
MUR_A	55
<i>Figura 7.3: panorámica del radioenlace MW_MUR1 en el emplazamiento</i>	
MUR_A	55
<i>Figura 7.4: parábola y radio del radioenlace MW_MUR1 en el emplazamiento</i>	
MUR_A	56
<i>Figura 7.5: Kit de tierra en cable FI y conexión a pletina equipotencial</i>	56
<i>Figura 7.6: identificación del cable FI</i>	57
<i>Figura 7.7: rejiband exterior con cable FI con grapas plásticas.</i>	57
<i>Figura 7.8: sujeción de cableado FI con bridas metálicas a mástil</i>	58
<i>Figura 7.9: pasamuros de entrada a caseta</i>	58
<i>Figura 7.10: cableado en rejiband de caseta</i>	59
<i>Figura 7.11: porta transiciones FI</i>	59
<i>Figura 7.12: conexión al porta transiciones</i>	59
<i>Figura 7.13: rack con TN</i>	60
<i>Figura 7.14: TN completo</i>	60
<i>Figura 7.15: NPU en TN 20P</i>	61
<i>Figura 7.16: LTU en TN 20P</i>	61
<i>Figura 7.17: conexiones en el DDF de la estación</i>	62

## Índice de Tablas

<i>Tabla 2.1: comparativa entre GSM, GPRS y UMTS</i>	11
<i>Tabla 4.1: relación de sites y OT de trabajos de aceptación</i>	24
<i>Tabla 4.2: relación de sites y OT de trabajos de desmontaje</i>	24
<i>Tabla 4.3: características de los vanos del anillo MUR_A</i>	26
<i>Tabla 4.4: características de los vanos del anillo MUR06B01_Oeste</i>	26
<i>Tabla 4.5: características de los vanos del anillo MUR06B01_Oeste incluyendo sus puntos remotos</i>	29
<i>Tabla 4.6: interconexiones de los DDFs y tributarios del MUR_A</i>	32
<i>Tabla 4.7: interconexiones de los DDFs y tributarios del MUR_B</i>	32
<i>Tabla 4.8: interconexiones de los DDFs y tributarios del MUR_C</i>	33
<i>Tabla 4.9: interconexiones de los DDFs y tributarios del MUR_D</i>	33
<i>Tabla 4.10: interconexiones de los DDFs y tributarios del MUR_E</i>	33
<i>Tabla 4.11: asignación de NEAR ID</i>	34
<i>Tabla 4.12: MILF del Vano MW_MUR1</i>	37
<i>Tabla 4.13: MILF del Vano MW_MUR2</i>	38
<i>Tabla 4.14: MILF del Vano MW_MUR3</i>	39
<i>Tabla 4.15: MILF del Vano MW_MUR4</i>	39
<i>Tabla 4.16 MILF del Vano MW_MUR5</i>	40

# Capítulo 1

## Introducción

### 1.1.- Introducción

Dentro del mercado global de las telecomunicaciones, el sector más relevante ha sido sin duda el de la telefonía móvil. No sólo por su fuerte crecimiento económico, además ha representado el paradigma de la liberación de las telecomunicaciones y porque ha supuesto, junto a internet, el motor del cambio económico y social más importante de los últimos tiempos.

Hace unos años uno de los mayores retos de las compañías de telefonía móvil era poder dar cobertura a la mayor parte de su zona geográfica de trabajo o en este caso del territorio español. Actualmente casi la totalidad del territorio español tiene cobertura, no solo por una compañía si no por la mayoría.

Las necesidades de las compañías de telefonía móvil a lo largo del tiempo han ido cambiando, hoy en día las necesidades y/o tendencias de estas compañías han variado. Las podemos resumir en dos: la primera es centralizar todas las tecnologías posibles en los mínimos equipos posibles y la segunda ahorrar costes en emplazamientos o estaciones base de telefonía móvil.

Para poder conectar las estaciones base de telefonía móvil con sus respectivos nodos B, se pueden utilizar distintos sistemas y tecnologías. Las conexiones se pueden realizar de dos modos, físicamente, mediante cableado (fibra, Ethernet, ...) o inalámbricamente, con radioenlaces de microondas.

La tendencia que están manteniendo las operadoras de telefonía móvil es a comunicar las estaciones base mediante radioenlaces, formando anillos de radioenlaces. Este tipo de conexión inalámbrica tienen sus ventajas. Por un lado es muy fácil de instalar y de una forma muy rápida. Únicamente hay que montar dos parábolas con sus respectivos equipos. Por otro lado, otra ventaja es que no necesita ningún tipo de obra civil (si el emplazamiento ya está creado) y al mismo tiempo es bastante económico. No obstante, tienen sus limitaciones, su capacidad de transmisión es menor que la de la fibra óptica. Las condiciones meteorológicas influyen en su rendimiento y además necesita visión directa entre los dos puntos para que el enlace funcione.

### 1.2.- Objetivo

En el presente proyecto vamos realizar el estudio y seguimiento de una instalación de un anillo de radioenlaces para Orange en Cartagena, provincia de Murcia. Actualmente ya existe un anillo similar al que vamos a realizar, pero el nuevo anillo va a ser de una tecnología superior, mejorando sus prestaciones. Donde sí se van a realizar cambios es en las ubicaciones de las parábolas en los emplazamientos, para poder mejorar la línea de visión entre las parábolas, así se mejoraran las características de los enlaces y podrá tener mayor velocidad el enlace.

Por contratos de privacidad durante el proyecto se van a cambiar todos los nombres, códigos y numeraciones de los enlaces, estaciones base, equipos y emplazamientos. Lo único que se va mantener son las ubicaciones de los enlaces.

### 1.3.- Antecedentes del proyecto

Desde hace unos años en la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), en concreto en la Escuela Politécnica Superior de Gandía (EPSG), se han realizado muchos trabajos o proyectos final de carrera relacionados con las comunicaciones móviles, como por ejemplo: Proyecto De Modernización Y Ampliación De Una Estación Base De Telefonía Móvil [1]. Dicho proyecto fue realizado por

---

Alexandre Carsin Pérez y dirigido por Marta Cabedo Fabrés, en él se moderniza los equipos de una estación de telefonía móvil, pero únicamente la estación base. Hay más ejemplos de proyectos similares a este como, Optimización Y Ampliación De La Red De Transmisión De Un Operador De Telefonía Móvil En La Zona De La Safor [2]. Pero hasta el momento no se había realizado ningún proyecto que plasmara un anillo de radioenlaces, dentro de la estructura de la red de un operador de telefonía móvil.

### **1.4.- Estructura del proyecto**

En el segundo capítulo vamos a realizar una pequeña introducción a las comunicaciones móviles. Explicando los antecedentes históricos, las tecnologías existentes actualmente y las nuevas tecnologías.

En el tercer capítulo, nos vamos a centrar en los equipos para radioenlaces que fabrica Ericsson. Se han descrito todos los dispositivos que forman la familia Mini Link TN y las configuraciones más comunes de estos equipos. Estos dispositivos, son los utilizados en el caso práctico del siguiente capítulo.

En el capítulo cuarto, se ha desarrollado un caso práctico de un anillo de radioenlaces, compuesto por cinco puntos. Donde se explica el objeto del proyecto, la composición de los equipos, la arquitectura, etc.

En el capítulo quinto, se explica brevemente unas nociones básicas de prevención de riesgos laborales y los planes de medidas preventivas que se necesitan para realizar un proyecto de esta envergadura.

En el capítulo sexto, se analizan los documentos de replanteo que son necesarios antes de realizar el proyecto final y la instalación.

En el capítulo séptimo, se muestra el proceso de instalación de los equipos en un emplazamiento del anillo de radioenlaces.

En el capítulo octavo y último, se analizan los resultados y se extraen las conclusiones a las que se ha llegado tras la ejecución del proyecto.

## **Capítulo 2**

### Sistemas de comunicaciones móviles y radioenlaces

### 2.1.- Introducción

Por definición, el término "comunicaciones móviles" describe cualquier enlace de radio comunicación entre dos terminales, de los cuales al menos uno está en movimiento, o parado, pero en localizaciones indeterminadas, pudiendo el otro ser un terminal fijo, tal como una estación base.

El Reglamento de Radiocomunicaciones define el servicio móvil como un servicio de radiocomunicaciones entre estaciones móviles y estaciones terrestres (fijas) o entre estaciones móviles únicamente. Es importante destacar que al hablar de comunicaciones móviles se está pensando, generalmente, en un sistema de comunicaciones punto a punto. Aunque también es posible en algunas circunstancias efectuar comunicaciones punto a multipunto, como por ejemplo una estación base de telefonía con diferentes terminales móviles.

Las comunicaciones móviles utilizan un recurso escaso, el espectro radioeléctrico, y al tratarse de un bien público, se deben dictar unas normas mínimas que determinen las reglas que aseguren una competencia leal entre empresas. También se debe asegurar la buena utilización del recurso escaso puesto a disposición de los operadores.

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) [3], determina cada dos años la utilización que se debe hacer del espectro radioeléctrico. Cada Administración nacional, basada en las recomendaciones de la de la UIT, determina su propio uso del espectro. En España lo gestiona la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones [4].

La llegada de la telefonía móvil a España se produjo en 1976, con la puesta en servicio del "Teléfono Automático en Vehículos" (TAV) por la entonces Compañía Telefónica Nacional de España (CTNE). Este sistema estaba limitado a Madrid y Barcelona, y sólo podía emplearse en vehículos.

Desde entonces, España se ha convertido en uno de los países de Europa en que la telefonía móvil tiene mayor grado de aceptación. Los teléfonos móviles son omnipresentes y, de hecho, desde el 31 de marzo de 2006, en España hay oficialmente más líneas de teléfono móvil que habitantes.

La explotación de este mercado estuvo asignada exclusivamente a Telefónica en forma de monopolio hasta 1994. Entre 1995 y 1998 hubo dos operadores (aparece Airtel); entre 1998 y 2006, prestaron servicio tres operadores (Telefónica Movistar, Airtel-Vodafone y el nuevo operador, Amena-Orange España). A partir de 2006 se produce una mayor apertura del mercado con la aparición en el mercado de Yoigo, con red propia, y de multitud de operadores virtuales a quienes los ya existentes les arriendan la red.

Esta evolución histórica explica en parte el gran porcentaje de mercado que tiene Movistar en relación con el resto de operadores, y en especial con los últimos llegados al mercado.

### 2.2.- Sistemas GSM/GPRS/UMTS

El sistema GSM (Global System for Mobile Communications) [5], con más de 1000 millones de usuarios en todo el mundo. Es un sistema de comunicaciones móviles digital cuyas especificaciones las ha proporcionado el ETSI (Instituto de Estandarización de las Telecomunicaciones Europeas). El GSM es un estándar mundial de comunicaciones móviles operando en más de 200 países en todo el mundo y con más de 300 redes en servicio.

GSM es un sistema de conmutación de circuitos, diseñado originalmente para voz, al que posteriormente se le adicionaron algunos servicios de datos: servicio de mensajes cortos, un servicio

## Diseño e implementación de un anillo de radioenlaces en San Javier (Murcia)

de entrega de mensajes de texto de hasta 160 caracteres y un servicio de datos GSM, que permite una tasa de transferencia de 9.6 kbps.

GPRS (General Packet Radio System). Es una tecnología de generación 2.5, es decir, representa un estado de transición entre la segunda y tercera generación. Provee acceso de radio paquetes sobre GSM existente; en este sentido, constituye una extensión de conmutación de paquetes sobre dicha red. GPRS acomoda más eficientemente fuentes de datos que tienen por lo general una naturaleza a ráfagas.

UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) [6]. Existe, dentro del ITU, un grupo estratégico denominado Internacional Mobile Telecommunications, IMT- 2000, que tiene como objetivo de trabajo definir las interfaces entre las redes de tercera generación y las que evolucionaron a partir de GSM por una parte, y desde ANSI-41 (su contraparte americana), por otra, para permitir la itinerancia entre estas estructuras. Por el lado de GSM, el ETSI (European Telecommunications Standards Institute) y un grupo de organismos asociados decidieron, en el año de 1998, emprender un proyecto denominado 3GPP (Third Generation Partnership Project) que buscaba establecer los parámetros para un sistema móvil de tercera generación que tuviera una red núcleo basada en la evolución de GSM y cuya red de acceso estuviera basada en todas las tecnologías de radio acceso (FDD y TDD). El 3GPP empezó a denominar a los sistemas móviles de tercera generación como Servicio Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS). Ha sido presentada como la culminación de la convergencia de Internet y las redes móviles, en ella, los usuarios tendrán la posibilidad de acceder a contenidos y servicios multimedia de banda ancha independientemente del lugar donde se encuentren.

Características	Tecnologías celulares		
	GSM	GPRS	UMTS
Velocidades de TX (Kbps)	9,6 Kbps	171,2 Kbps, pero la práctica es 40 Kbps bajada y 9,6 Kbps subida	144 Kbps rural, 384 Kbps y hasta 2Mbps en interiores y corta distancia del emisor
Tipo de servicio	Voz y SMS	Voz, Datos y Servicios IP	Voz y Datos
Modulación	GMSK	GMSK	WCDMA
Bandas de Frecuencia	900-1800 MHz	900-1800 MHz	1885-2025 MHz y 2110-2200 MHz

Tabla 2.1: comparativa entre GSM, GPRS y UMTS.

### 2.3.- Radioenlaces

Se denomina radioenlace a cualquier interconexión entre los terminales de telecomunicaciones efectuados por ondas electromagnéticas.

Se puede definir al radioenlace del servicio fijo, como sistemas de comunicaciones entre puntos fijos situados sobre la superficie terrestre, que proporcionan una capacidad de información, con características de calidad y disponibilidad determinadas. Normalmente estos enlaces se explotan entre los 800 MHz y 42 GHz.

## Diseño e implementación de un anillo de radioenlaces en San Javier (Murcia)

---

Los radioenlaces establecen un modelo de comunicación del tipo dúplex, de donde se deben transmitir dos portadoras moduladas a la frecuencia asignada: una para la transmisión y otra para la recepción. Al par de frecuencias asignadas para la transmisión y recepción de las señales, se denomina canal.

Los enlaces se hacen básicamente entre puntos visibles, es decir, puntos altos de la topografía.

Cualquiera que sea la magnitud del sistema de microondas, para un correcto funcionamiento es necesario que los recorridos entre enlaces tengan una altura libre adecuada para la propagación en toda época del año, teniendo en cuenta las variaciones de las condiciones atmosféricas de la región.

Para poder calcular las alturas libres se debe conocer la topografía del terreno, así como la altura y ubicación de los obstáculos que puedan existir en el trayecto.

### **Conceptos de Diseño:**

Los radioenlaces de microondas se realizan sólo si existe una línea de vista al receptor, proveen conectividad de una manera sencilla y práctica entre dos o más sitios. La línea de visión implica que la antena en un extremo del radioenlace debe poder "ver" la antena del otro extremo.

El diseño de un radioenlace de microondas involucra cuatro pasos básicos:

- Elección del sitio de instalación.
- El relieve del perfil del terreno y cálculo de la altura del mástil para la antena.
- Cálculo completo del radioenlace, estudio de la trayectoria del mismo y los efectos a los que se encuentra expuesto.
- Prueba posterior a la instalación del radioenlace, y su posterior puesta en servicio con tráfico real.

## Capítulo 3

### Equipos para radioenlaces de Ericsson

### 3.1.- Introducción al Mini Link TN

El Mini Link TN es el sistema más desplegado de transmisión de microondas actualmente en el mundo.

La familia del Mini Link TN [7] es uno de los últimos productos que ha incorporado Ericsson al mercado de las telecomunicaciones móviles. Ofreciendo un producto con gran efectividad, compacto y con escalabilidad, es uno de los mejores en relación coste-efectividad del mercado de transmisión de microondas.

Mini Link TN ha sido desarrollado para ser el sucesor del Mini Link E con una gama completa de características de compatibilidad y fácil integración en las redes existentes.

El sistema Mini Link TN combina características avanzadas de radio en microondas con el tráfico de enrutamiento integrado, PDH / SDH multiplexado, así como mecanismos de protección en el nivel de enlace y de red. El software configurable y el encaminamiento del tráfico minimiza el uso de cables, mejora la calidad de la red y facilita el control desde una ubicación remota. Con el alto nivel de integración y reducción de hardware, el espacio de bastidor se puede reducir hasta en un 70% en comparación con las soluciones tradicionales.

Sus diferentes configuraciones van desde puntos finales de topologías con una única radio, hasta grandes centrales de conmutación donde se pueden concentrar multitud de enlaces finales, enrutados hacia un camino óptico.



Figura 3.1: Mini Link TN, RAU y parábola.

### 3.2.- Familia de Mini Link TN

---

Existen tres magazines (o subbastidor) diferentes dentro de la familia de Mini Link TN. Cada uno de ellos se puede dotar de distinto hardware, a este hardware coloquialmente se le llama tarjetas.

Cada magazine lleva un mínimo de tarjetas para que pueda funcionar, como por ejemplo la fuente de alimentación o el procesador. Hay otras tarjetas que se utilizan para ampliar la capacidad del TN (esta opción solo se puede aplicar al 6P y 20P).

### Magazine

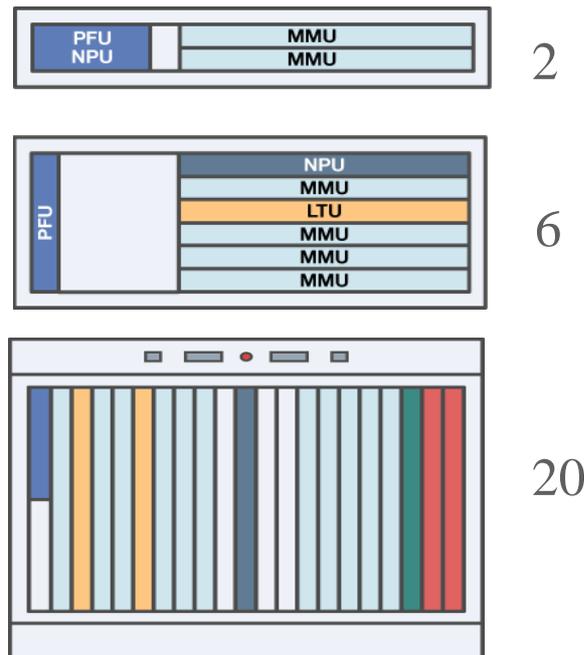


Figura 3.2: magazines del Mini Link TN.

A continuación veremos más detalladamente cada uno de los componentes de los diferentes magazines que ofrece la familia del Mini Link TN.



Figura 3.3: familia del Mini Link TN.

### 3.2.1.-AMM 2P

El AMM 2P es el TN de menor capacidad de todos. Este tipo de equipos está diseñado para su utilización en puntos finales de la red.

Su capacidad está muy limitada, solo soporta uno o dos enlaces de 1+0 o bien un único enlace 1+1.

El AMM 2P está compuesto por:

- 2 posiciones para unidades módem (2+0 ó 1+1).
- 1 semi posición para tarjeta adicional.
- 1 semi posición para unidad procesadora del nodo (NPU).

Las posiciones no utilizadas se pueden equipar por cualquier otra unidad.

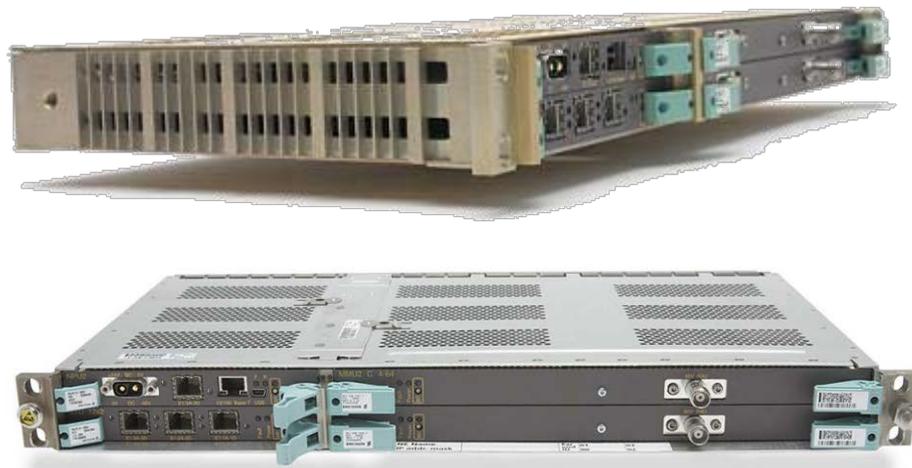


Figura 3.4: AMM 2P.

### 3.2.2.- AMM 6P

El magazine 6P es el más utilizado de toda la familia de los TN. Se suele utilizar en puntos intermedios. Este equipo permite distintas configuraciones.



Figura 3.5: AMM 6P.

El AMM 6P está compuesto por los siguientes elementos:

- 1 semi posición para la unidad procesadora del nodo.
- Mezcla PDH, SDH, Ethernet y ATM.

## Diseño e implementación de un anillo de radioenlaces en San Javier (Murcia)

---

- Alimentación protegida, -48V/+24V.

Las posiciones no utilizadas se pueden equipar con cualquier otra tarjeta o poner una tapa ciega para su posterior utilización. La composición mínima que debe tener un TN es: NPU, PFU y FAU, en el siguiente punto se explicará la función de cada una de ellas.

Las dos únicas tarjetas que no se pueden utilizar en ningún otro TN son la fuente de alimentación (PFU2) y el ventilador (FAU2) ya que son específicos para este modelo.



Figura 3.6: Power Filter Unit 2 (PFU2).



Figura 3.7: Fan Unit (FAU2).

### 3.2.3.- AMM 20P

El AMM 20P es el TN de mayor capacidad de la familia. Este modelo se utiliza en nodos de alta capacidad (BSC/RNC), en los cuales confluyen multitud de nodos, como ilustra la siguiente imagen:

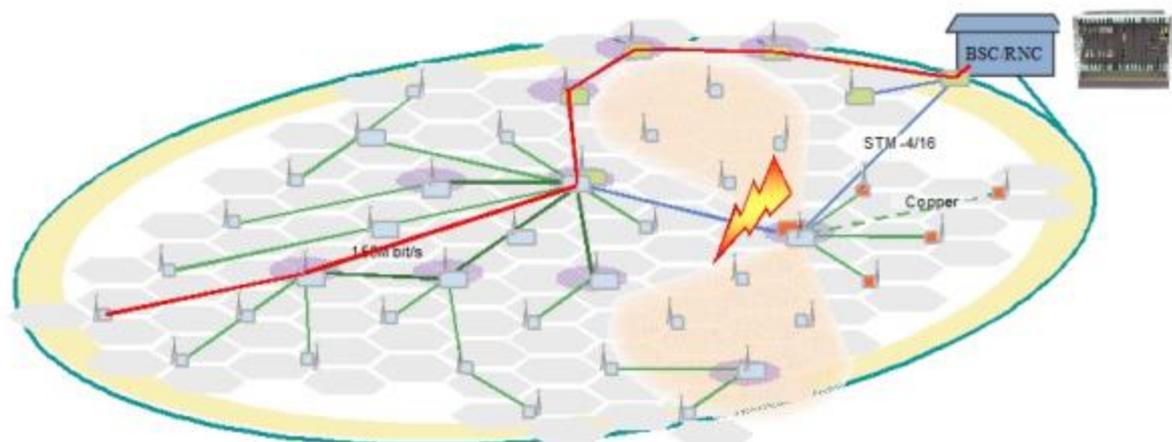


Figura 3.8: ejemplo de topología confluyente en TN 20P.

El AMM 20P está compuesto por las siguientes tarjetas:

- 2 posiciones de media altura para las fuentes de alimentación, principal y de protección.
- 1 posición para la unidad procesadora del nodo.
- 19 posiciones para cualquier tarjeta: MMU2, SMU2, NPU2, etc.

En este caso la unidad de refrigeración se monta por separado en la parte superior del magazine, la FAU lleva alimentación independiente. Aunque sí que es controlada por la misma unidad procesadora que el resto del magazine.



*Figura 3.9: AMM 20P.*



*Figura 3.10: Fan Unit 1 (FAU1).*

### **3.2.4.- Componentes comunes de los TN**

Dentro de la familia de los TN, de los 3 modelos que existen en la actualidad hay tarjetas específicas de cada uno de los modelos y tarjetas comunes. En este apartado vamos a describir las tarjetas comunes en los tres magazines:

### NPU (Node Processor Unit)

La NPU es la tarjeta procesadora de los equipos, es la controladora del TN. Esta tarjeta es imprescindible para todos los magazines. Existen varias versiones distintas de NPU:

- **NPU 8x2:** unidad de posición completa.
- **NPU3 B:** unidad de media posición.



Figura 3.11: Node Processor Unit for AMM 6P/AMM 20P (NPU 8x2).

### PFU (Power Filter Unit)

Las PFU son las tarjetas encargadas de alimentar todo el equipo, las fuentes de alimentación de los TNs. Existen dos modelos diferentes, uno para el 2P y otra para el resto de TN. Pero su función es la misma en todos los equipos de la familia Mini Link TN.



Figura 3.12: Power Filter Unit (PFU).

### MMU (Modem Unit)

La MMU es una tarjeta compatible en todos los TN, es la encargada de transformar la señal que es captada por la parábola y enviada por la radio, en paquetes IP. A continuación estos paquetes son procesados por la NPU.



*Figura 3.13: Modem Unit (MMU2 C).*

### **SMU (Switch Multiplexer)**

La función de la SMU es multiplexar todos los canales de entrada que tiene el TN, o lo que es lo mismo, todas las señales de transmisión que se quieren transmitir a través del radioenlace.



*Figura 3.14: Switch Multiplexer Unit (SMU2).*

### **3.3.- RAU y parábolas**

Las RAU (Radio Aoutdoor Unit) y las parábolas, son dos elementos que obligatoriamente tienen que estar unidos. La parábola es un elemento pasivo que se encarga de transmitir y recibir la señal vía radio. La RAU es la encargada de procesar la señal procedente de la parábola y retransmitirla por el cable de FI, hasta le tarjeta MMU del TN.

Estos dos quipos tienen que ser compatibles para la frecuencia de trabajo que necesitemos. Cada radio únicamente es válida para un rango de frecuencias.



Figura 3.15: bandas de trabajo de las RAU.

En cambio, las parábolas tienen dos parámetros que influyen a la hora de su elección, por un lado está la frecuencia de trabajo y por otro el diámetro de la radio.

A la hora del diseño de un radioenlace se deben tener en cuenta estos parámetros:

- Frecuencia: cuanto más alta es la frecuencia, menor tiene que ser la distancia del radioenlace.
- Diámetro: cuanto mayor sea el diámetro de la parábola mayor alcance tendrá la transmisión y la recepción de la parábola.

A la hora de realizar la instalación de las antenas y los radios, existen dos posibilidades de instalación: integrada o separada.



Figura 3.16: parábola y radio integrada.



Figura 3.17: parábola y radio separadas.

Hay dos factores que influyen a la hora de elegir una de estas dos configuraciones. El primero es la configuración del enlace, que se ha diseñado. Y segundo la ubicación en la torre o mástil y el espacio que tengamos para su instalación.

### 3.4.- Configuraciones más comunes de los TN

Aunque existen diversas configuraciones de radioenlaces, las más comunes son 1+0 y 1+1.

#### Configuración 1+0

Esta configuración es la más utilizada actualmente, además de ser la más simple. Consiste en la instalación de una radio y una antena en cada uno de los emplazamientos. Esta tipología se suele utilizar en los nodos finales. Ya que no tiene ningún tipo de protección, si fallase algún elemento del radioenlace se perdería la comunicación.



Figura 3.18: radioenlace 1+0.

#### Configuración 1+1

Esta configuración tiene la misma capacidad que la anterior, pero la diferencia es que tiene una radio de reserva. El modo de funcionamiento es el siguiente: la radio principal es la que siempre está radiando y la secundaria esta inactiva, si por algún motivo la radio principal fallase automáticamente se pondría en funcionamiento la secundaria. De este modo no se perdería la comunicación en el radioenlace.



Figura 3.19: radioenlace 1+1.

## Capítulo 4

### Desarrollo práctico

## Anillo MUR06B01\_Oeste

### 4.1.- Objeto

En la región de Murcia, se procede a realizar la siguiente actuación, desinstalación del anillo de radioenlaces existente de Siemens e instalación de un nuevo anillo de radioenlaces de E/// (Ericsson), como punto de referencia en el anillo tomaremos la estación o site: MUR\_A.

A continuación se describen más detalladamente los trabajos a realizar y en los puntos o estaciones donde se van a realizar los trabajos, según la normativa vigente [8].

Ampliación y swap a E/// del Anillo de la MUR06B01\_Oeste. La capacidad de este anillo pasará de 16x2 a 35x2.

Se instalarán los nuevos vanos E/// en paralelo a los existentes de Siemens MUR\_1M (MUR\_6M), MUR\_2M (MUR\_7M), MUR\_3M (MUR\_8M), MUR\_4M (MUR\_9M) y MUR\_5M (MUR\_10M).

Consideraciones:

- Estaciones del proyecto:
  - o Anillo MUR-A Oeste: MUR\_A – MUR\_B – MUR\_C – MUR\_D.
- Enlaces del proyecto:
  - o Cadena Oeste: MW\_MUR1, MW\_MUR2, MW\_MUR3 MW\_MUR4 y MW\_MUR5.
    - MW\_MUR1: TN 18G 35x2 128QAM-RAU2 X, 1+0.
    - MW\_MUR2: TN 38G 35x2 128QAM-RAU2 X, 1+0.
    - MW\_MUR3: TN 18G 35x2 128QAM-RAU2 X-HP, 1+0.
    - MW\_MUR4: TN 26G 35x2 128QAM-RAU2 X, 1+0.
    - MW\_MUR5: TN 13G 35x2 128QAM-RAU2 X, 1+0.

Vano	Tipo	OT
MUR_1M	Aceptación	1234567
MUR_2M	Aceptación	1234567
MUR_3M	Aceptación	1234567
MUR_4M	Aceptación	1234567
MUR_5M	Aceptación	1234567

Tabla 4.1: relación de sites y OT de trabajos de aceptación.

Vano: radioenlace

OT: Orden de Trabajo

- Desmontes vanos Siemens después de la migración
  - o Cadena Este: MUR6M, MUR7M, MUR8M, MUR9M y MUR10M.

Vano	Tipo	OT
MUR_6M	Desmontaje	1234567
MUR_7M	Desmontaje	1234567
MUR_8M	Desmontaje	1234567
MUR_9M	Desmontaje	1234567
MUR_10M	Desmontaje	1234567

Tabla 4.2: relación de sites, y OT, de trabajos de desmontaje.

## 4.2.- Justificación

### 4.2.1.- Contingencia / Prioridad del proyecto

La topología actual de la zona es la siguiente.

Anillo Oeste MU\_A:

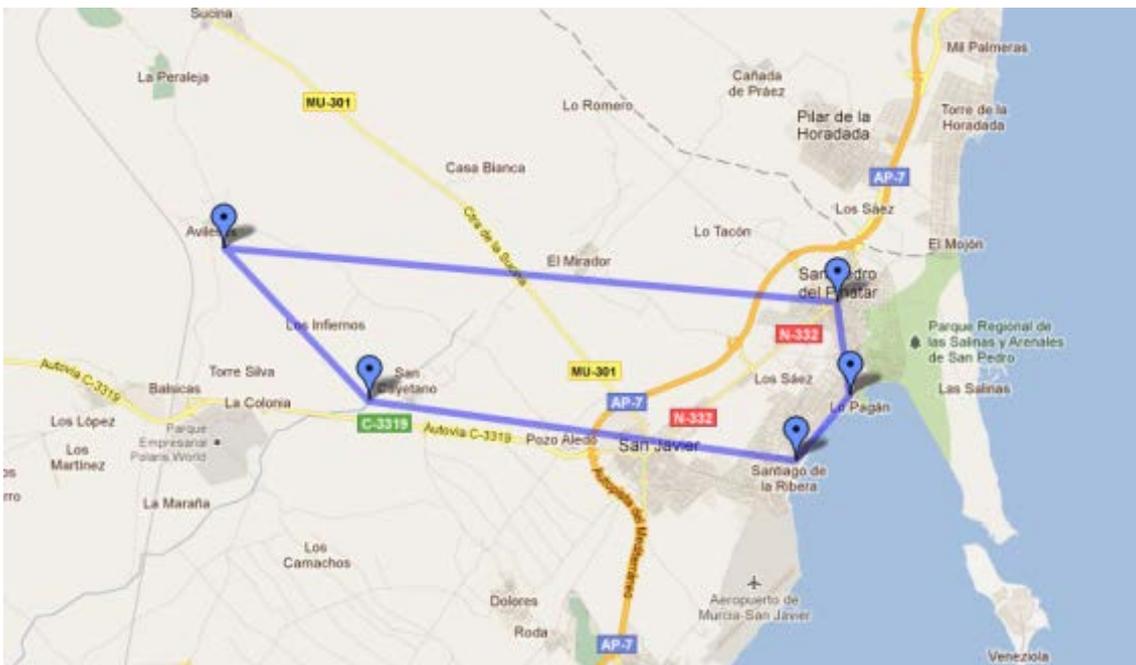


Figura 4.1: topología del anillo MUR\_A (I).

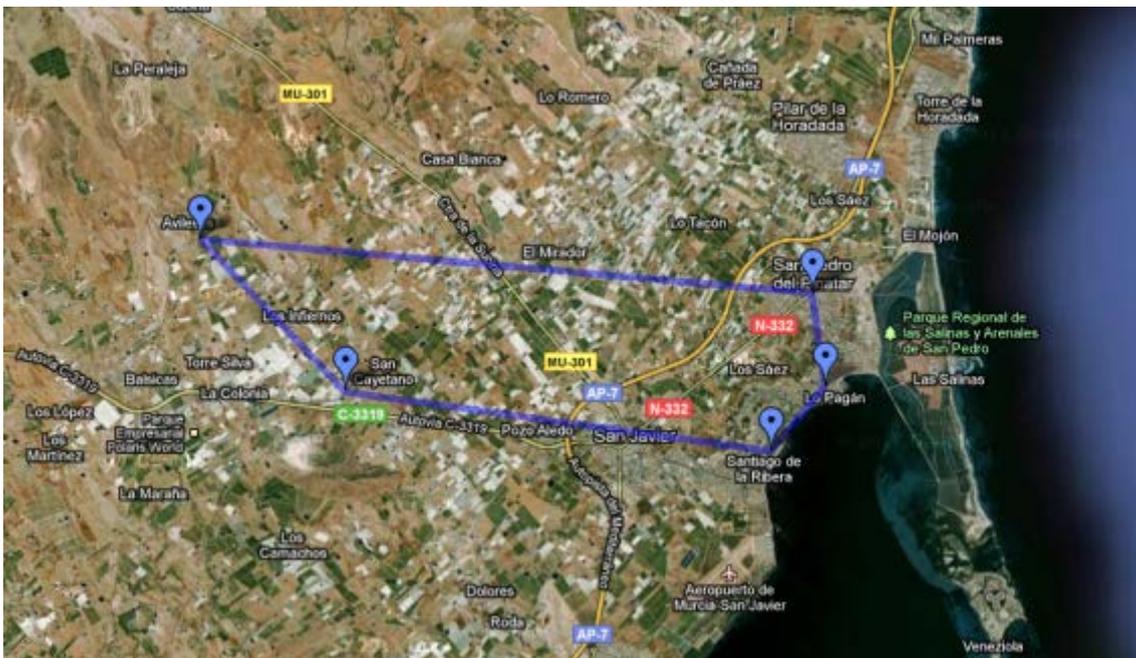


Figura 4.2: topología del anillo MUR\_A (II).

## Diseño e implementación de un anillo de radioenlaces en San Javier (Murcia)

Los enlaces antiguos de Siemens correspondientes al anillo son MW\_MUR\_6M, MW\_MUR\_7M, MW\_MUR\_8M, MW\_MUR\_9M y MW\_MUR\_10M.

Vano	Extremo A	Extremo B	Capacidad	Configuración
MW_MUR_6M	MUR_A	MUR_B	16x2	1+0
MW_MUR_7M	MUR_C	MUR_B	16x2	1+0
MW_MUR_8M	MUR_D	MUR_C	16x2	1+0
MW_MUR_9M	MUR_D	MUR_C	16x2	1+0
MW_MUR_10M	MUR_E	MUR_A	32x2	1+0

Tabla 4.3: características de los vanos del anillo MUR\_A.

La topología futura que se instalará con equipos de E/// será:

Anillo MUR06B01\_Oeste:

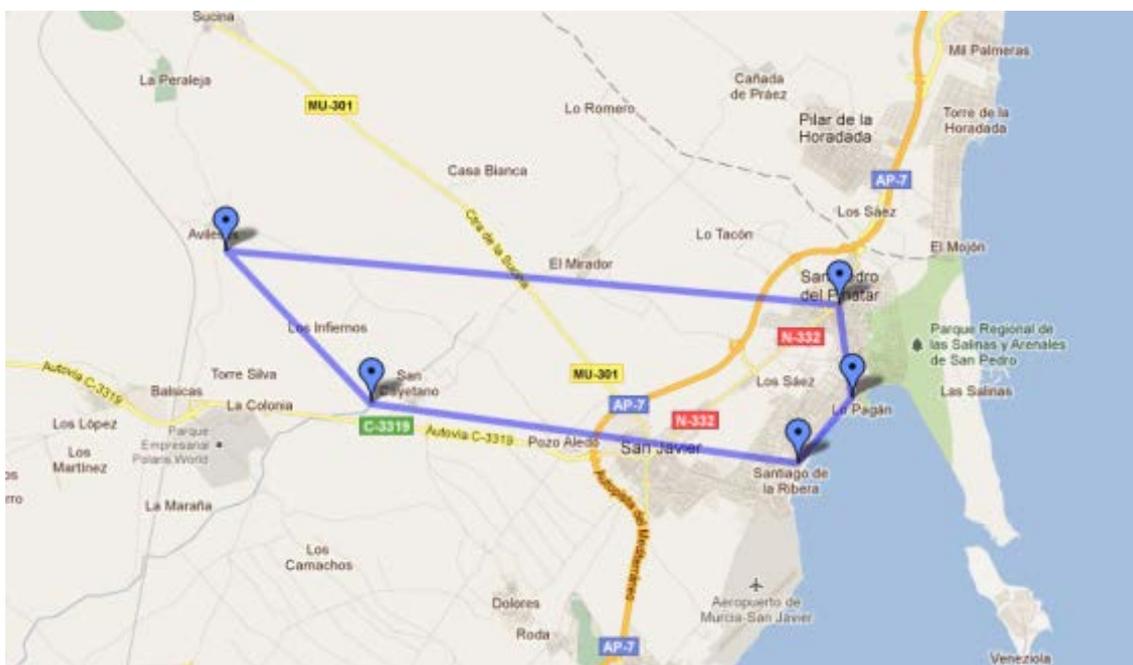


Figura 4.3: topología del anillo MUR06B01\_Oeste.

Las características de los enlaces a instalar en este proyecto son:

CÓDIGO ACTUAL	NUEVO CÓDIGO	Extremo A	Extremo B	TIPO	CAP. ACTUAL	CAP. FUTURA	CONFIG. ACTUAL	CONFIG. FUTURA
MW_MUR_6M	MW_MUR1	MUR_A	MUR_B	SWAP	16x2	35x2	1+0	1+0
MW_MUR_7M	MW_MUR2	MUR_C	MUR_B	SWAP	16x2	35x2	1+0	1+0
MW_MUR_8M	MW_MUR3	MUR_D	MUR_C	SWAP	16x2	35x2	1+0	1+0
MW_MUR_9M	MW_MUR4	MUR_D	MUR_E	SWAP	16x2	35x2	1+0	1+0
MW_MUR_10M	MW_MUR5	MUR_E	MUR_A	SWAP	32x2	35x2	1+0	1+0

Tabla 4.4: características de los vanos del anillo MUR06B01\_Oeste.

#### 4.2.2.- Asociación al plan de despliegue de red

Este proyecto está asociado al plan de despliegue de red de Orange: Modernización de radioenlaces en la zona de Murcia.

Esta descripción si fuese necesaria sería proporcionada por Orange, ya que este proyecto no mantiene ninguna relación directa con cualquier otro proyecto.

#### 4.2.3.- Plazo de ejecución

El presente proyecto se debe realizar dentro del plazo acordado con la empresa Talens Plisman SL.

Las OT se tienen cumplir obligatoriamente debido a la necesaria coordinación de los departamentos de transmisión y radio con la ASP.

#### 4.3.- Arquitectura hardware

La arquitectura actual del anillo MUR\_A formado por equipos Siemens es la siguiente:

ANILLO OESTE MUR\_A

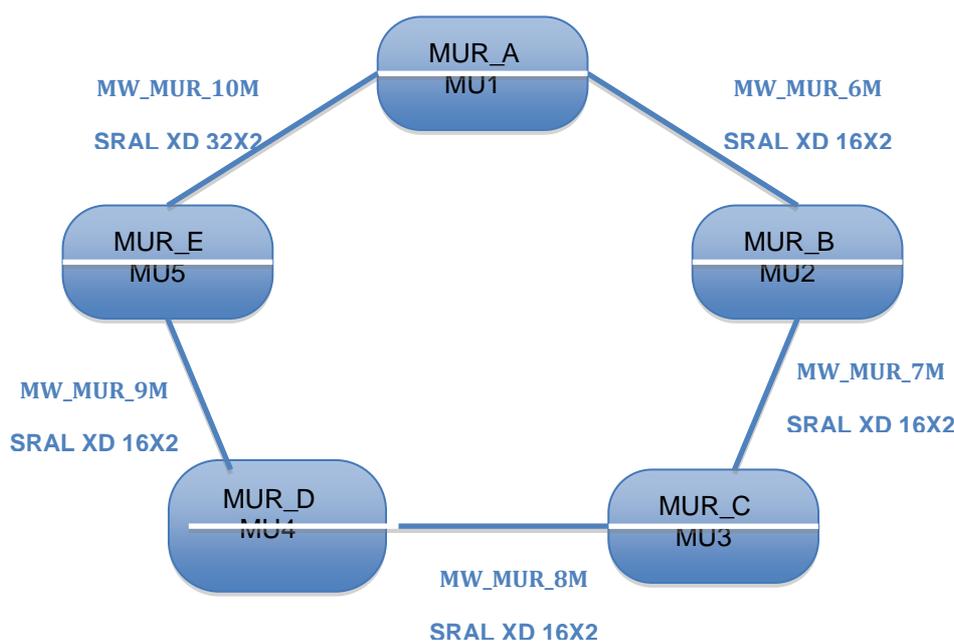


Figura 4.4: diseño de la topología del anillo MUR\_A.

Se realizará la instalación de los nuevos vanos en paralelo a los existentes, para la futura desinstalación de los equipos Siemens, cuando los equipos E/// esté en funcionamiento.

ANILLO OESTE MUR\_A

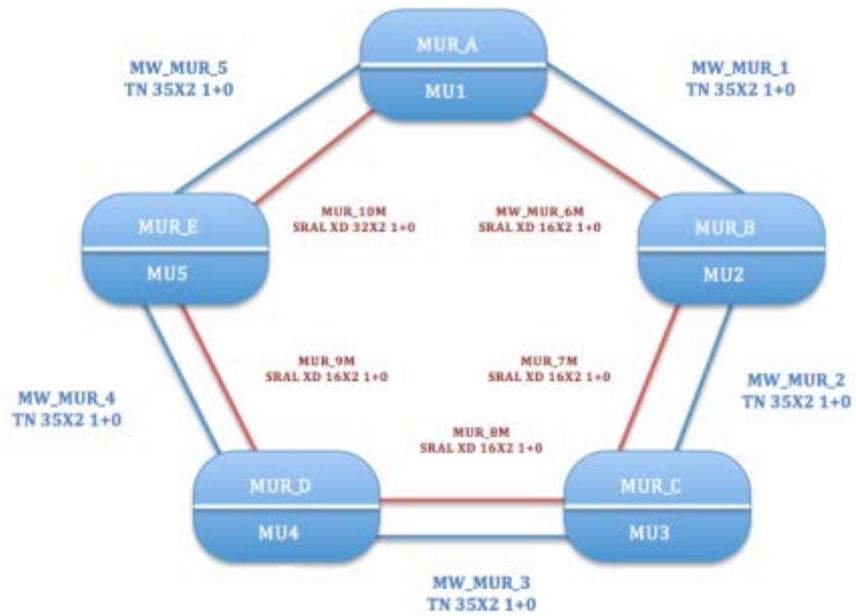


Figura 4.5: diseño de la topología del anillo MUR\_A y el futuro anillo MUR06B01\_Oeste.

La situación final con la instalación de los equipos E/// será la siguiente:

ANILLO MUR06B01\_ OESTE

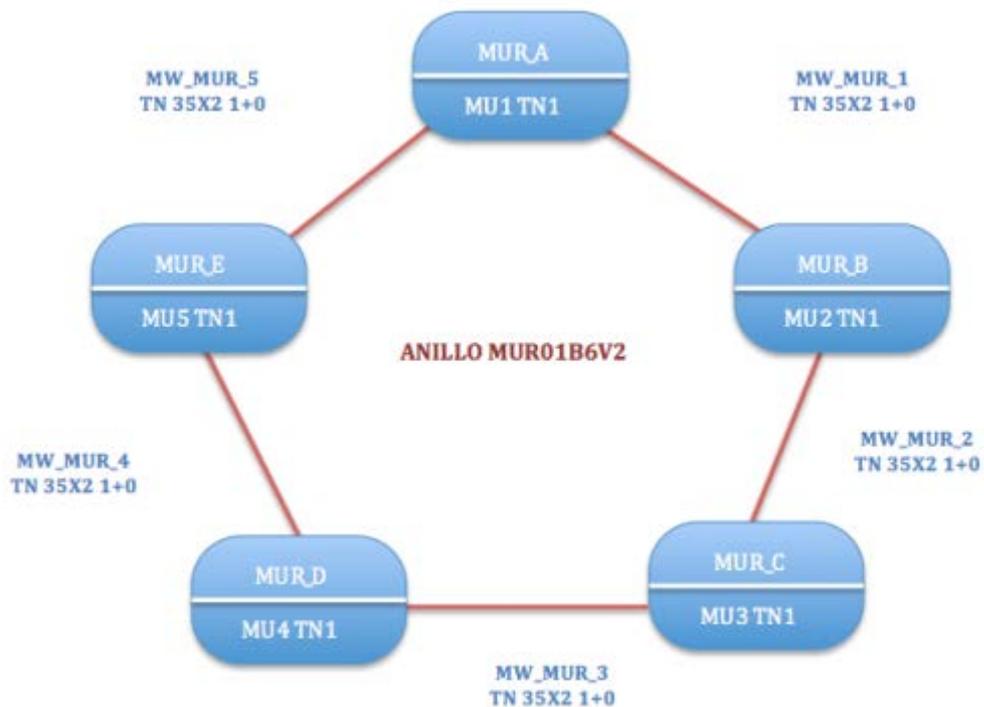


Figura 4.6: diseño de la topología del futuro anillo MUR06B01\_Oeste.

## Diseño e implementación de un anillo de radioenlaces en San Javier (Murcia)

Las características de los nuevos enlaces son:

NUEVO CÓDIGO	Extremo A	Extremo B	CAP	CONFIG.
MW_MUR1	MUR_A	MUR_B	35x2	1+0
MW_MUR2	MUR_C	MUR_B	35x2	1+0
MW_MUR3	MUR_D	MUR_C	35x2	1+0
MW_MUR4	MUR_D	MUR_E	35x2	1+0
MW_MUR5	MUR_E	MUR_A	35x2	1+0

Tabla 4.5: características de los vanos del anillo MUR06B01\_Oeste incluyendo sus puntos remotos.

Los vanos Siemens en los que se va a realizar el swap a Ericsson son: MUR\_6M, MUR\_7M, MUR\_8M, MUR\_9M y MUR\_10M.

### 4.3.1.- Nuevos equipos

Los nuevos equipos a instalar en cada emplazamiento del anillo MUR06B1\_Oeste, son los siguientes:

- MUR\_A (MU0051TN1).

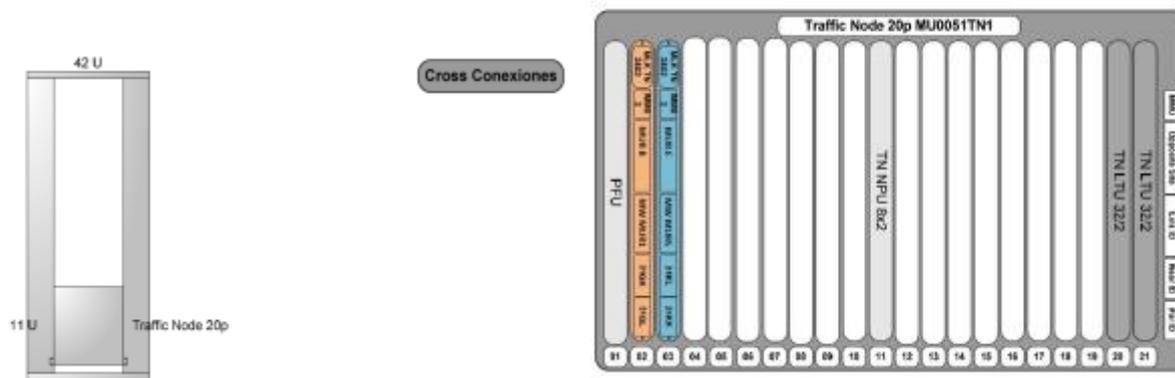
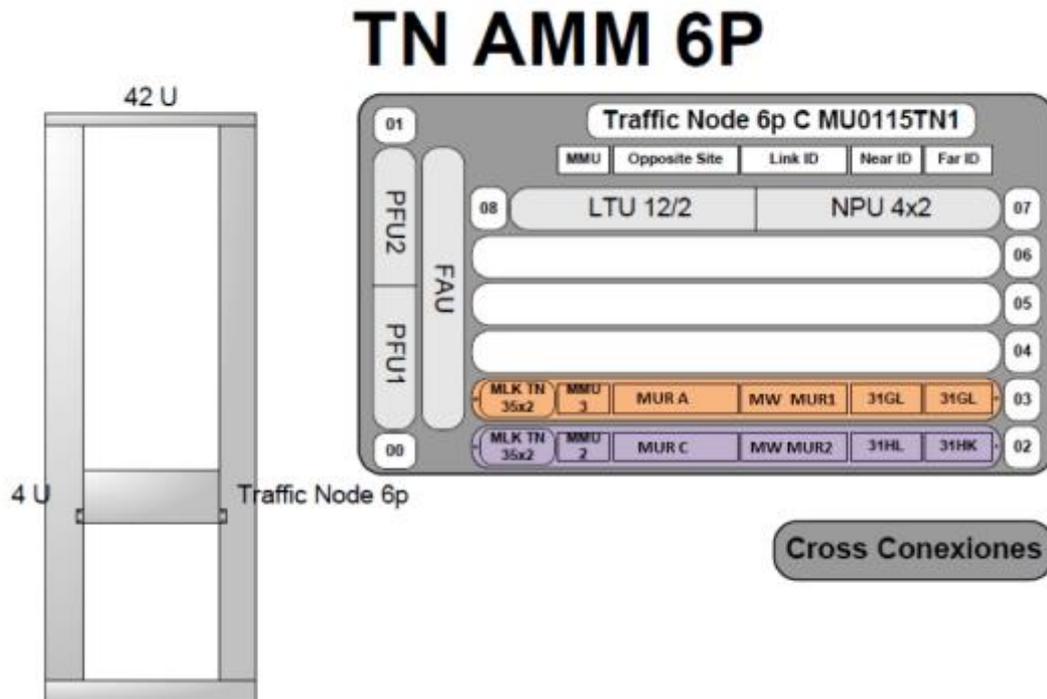


Figura 4.7: esquema de conexionado de hardware del MUR\_A.

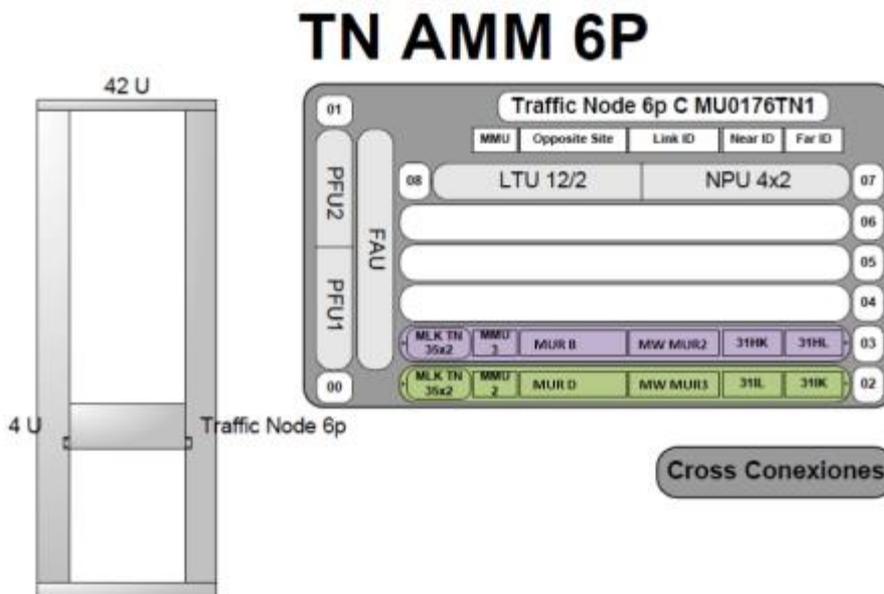
- MUR\_B (MU0115TN1).

Se instalará un nuevo TN AMM 6P en el que se instalarán las MMUs de los vanos MW\_MUR1 y MW\_MUR2:



- MUR\_C (MU0176TN1)

Se instalará un TN AMM 6P en el que se instalarán las MMUs de los vanos MW\_MUR2 y MW\_MUR3:



- MUR\_D (MU0289TN1)

## Diseño e implementación de un anillo de radioenlaces en San Javier (Murcia)

Se instalará un TN AMM 6p en el que se instalarán las MMUs de los vanos MW\_MUR3 y MW\_MUR4.

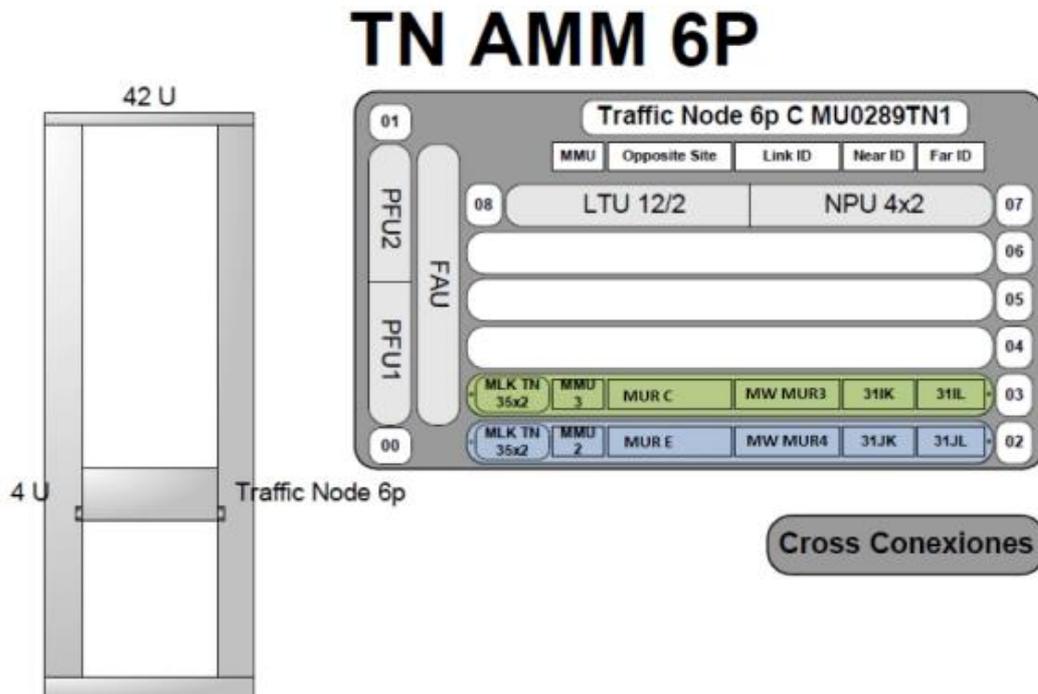


Figura 4.10: esquema de conexionado de hardware del MUR\_D.

- MUR\_E (MU0123TN1)

Se instalará un TN AMM 6P en el que se instalarán las MMUs de los vanos MW\_MUR4 y MW\_MUR5.

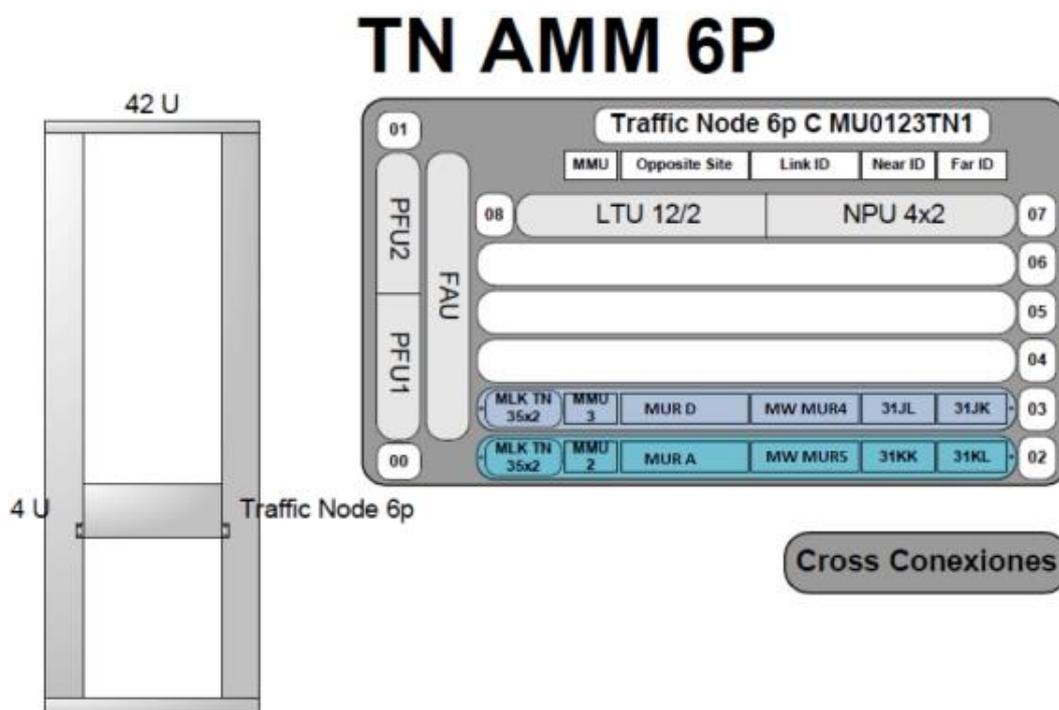


Figura 4.11: esquema de conexionado de hardware del MUR\_E.

#### 4.3.2.- Equipos existentes

En este proyecto los equipos existentes de transmisión se deben desmontar. Una vez que esté instalado el nuevo anillo de radioenlaces, se deberá realizar la migración de la transmisión de unos quipos a otros.

Posteriormente, una vez realizadas todas las pruebas pertinentes y de haber recibido el visto bueno del departamento de transmisión, se procederá al desmontaje de los equipos que formaban parte del anillo de antiguo.

#### 4.3.3.- Interconexiones

A continuación se muestra la tabla de interconexiones con los DDFs y tributarios a identificar en cada emplazamiento:

- MUR\_A

DDF Origen	Equipo	Pos.Trib.	DDF a Migrar (Destino)	Equipo	Pos.Trib.	Puentes Identificados		DDF Nuevo (Destino)	Cod: MU0051TN1 /Slot/Puerto	Pos. Trib
						OK	NO OK			
Local	MUR_A		QTLP/Swith ATM	MUR_A /switch				TN	LTU 21	
Local	MUR_A		QTLP/Swith ATM	MUR_A /switch				TN	LTU 20	

Tabla 4.6: interconexiones de los DDFs y tributarios del MUR\_A.

- MUR\_B

DDF Origen	Equipo	Pos. Trib.	DDF a Migrar (Destino)	Equipo	Pos.Trib.	Puentes Identificados		DDF Nuevo (Destino)	Cod: MU0115TN1 /Slot/Puerto	Pos.Trib
						OK	NO OK			
Local	MURR1104		MURR1104	MURR1104				TN	NPU 07	
Local	MURB1104		MURB1104	MURB1104				TN	NPU 07	
Local	MURE1104		MURE1104	MURE1104				TN	NPU 07	

Tabla 4.7: interconexiones de los DDFs y tributarios del MUR\_B.

- MUR\_C

## Diseño e implementación de un anillo de radioenlaces en San Javier (Murcia)

DDF Origen	Equipo	Pos.Trib.	DDF a Migrar (Destino)	Equipo	Pos.Tr ib.	Puentes Identificados		DDF Nuevo (Destino)	Cod: MU0176TN1 /Slot/Puerto	Pos.T rib
						OK	NO OK			
Local	MURR1103		MURR1103	MURR1103				TN	NPU 07	
Local	MURB1103		MURB1103	MURB1103				TN	NPU 07	
Local	MURE1103		MURE1103	MURE1103				TN	NPU 07	

*Tabla 4.8: interconexiones de los DDFs y tributarios del MUR\_C.*

- MUR\_D

DDF Origen	Equipo	Pos. Trib	DDF a Migrar (Destino)	Equipo	Pos.Trib.	Puentes Identificados		DDF Nuevo (Destino)	Cod: MU0289TN1 /Slot/Puerto	Pos.Trib
						OK	NO OK			
Local	MURR1603		MURR1603	MURR1603				TN	NPU 07	
Local	MURB1603		MURB1603	MURB1603				TN	NPU 07	
Local	MURE1603		MURE1603	MURE1603				TN	NPU 07	

*Tabla 4.9: interconexiones de los DDFs y tributarios del MUR\_D.*

- MUR\_E

DDF Origen	Equipo	Pos.Trib.	DDF a Migrar (Destino)	Equipo	Pos.Trib.	Puentes Identificados		DDF Nuevo (Destino)	Cod: MU0123TN1 /Slot/Puerto	Pos. Trib
						OK	NO OK			
Local	MURR1003		MURR1003	MURR1003				TN	NPU 07	
Local	MURB1003		MURB1003	MURB1003				TN	NPU 07	
Local	MURE1003		MURE1003	MURE1003				TN	NPU 07	

*Tabla 4.10: interconexiones de los DDFs y tributarios del MUR\_E.*

### 4.3.4.- Netman ID

En la siguientes tabla se muestra las ID asignadas a cada uno de los extremos de cada radioenlace.

CÓDIGO	Extremo	Extremo	NEAR ID (Side A)	NEAR ID (Side B)
--------	---------	---------	------------------	------------------

MUR1	MUR_A	MUR_B	31GK	31GL
MUR2	MUR_C	MUR_B	31HK	31HL
MUR3	MUR_D	MUR_C	31IK	31IL
MUR4	MUR_D	MUR_E	31JK	31JL
MUR5	MUR_E	MUR_A	31KK	31KL

*Tabla 4.11: asignación de NEAR ID.*

#### **4.4.- Gestión**

La gestión de los nuevos TN, se tiene que comprobar con el departamento de transmisión antes de realizar la migración de la transmisión a los nuevos equipos [9].

Además se deben realizar todas las pruebas que nos indica el Checklist de calidad del TN, antes de poner a radiar el radioenlace.

#### **4.5.- Sincronización**

Del mismo modo que se debe de comprobar la gestión de todos los TN, al mismo tiempo se tiene que comprobar con el departamento de transmisión la sincronización de todos ellos.

#### **4.6.- Nodos afectados**

Durante la migración de un anillo antiguo al nuevo se va a dejar sin servicio a distintos nodos. Los nodos de UMTS, GSM y EGSM afectados por la instalación del anillo son: MUR\_A, MUR\_B, MUR\_C, MUR\_D y MUR\_E.

#### **4.7.- Plan de migración**

Tras recibir el pedido del material que integra el anillo MUR06B01\_OESTE, se procederá de la siguiente manera:

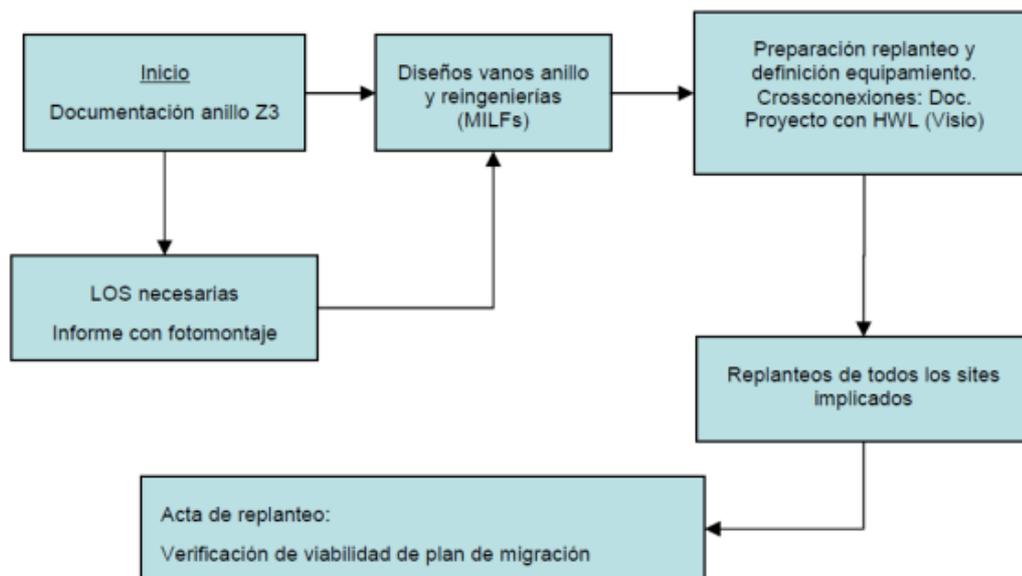


Figura 4.12: plan de migración.

A continuación se pedirá el material requerido, y una vez recibido se procederá a lanzar las instalaciones y aceptaciones de los nuevos radioenlaces. Los nuevos vanos se instalarán siempre que sea posible en paralelo, realizando la aceptación de los mismos con los nuevos bastidores TN, y la instalación de todos los DDFs. Para la migración de todos los nodos se aconseja dejar preparados todos los cableados necesarios en los DDFs, que quedarán reflejados una vez se realicen todos los replanteos.

Los pasos a seguir en este proyecto se muestran a continuación, según se permita o no instalar los nuevos vanos en paralelo.

### **Pasos del proyecto:**

1. Instalar los AMMs y vanos nuevos de los enlaces MW\_MUR1, MW\_MUR2, MW\_MUR3, MW\_MUR4 y MW\_MUR5, todos ellos en paralelo a los actuales.
2. Gestión de los TNs y aceptación.
3. Migración del tráfico a los nuevos vanos Ericsson (corte).
4. Desmontaje de los vanos antiguos Siemens MUR1724M, MUR0504M, MUR1736M, MUR3016M y MUR1742M.

### **4.8.- Infraestructuras**

Este proyecto no incluye ninguna actuación referente a obra civil. Ya que en todas las estaciones que se van a actuar están integradas dentro de la red de Orange. No es necesario ninguna modificación estructuras de la estación que conlleve obra civil.

### **4.9.- Versiones software de los equipos a instalar**

Todos los Mini Link TN que se van a instalar deben de ir con la versión R4.

### **4.10.- Oferta asociada al proyecto**

A continuación se incluyen todos los pedidos asociados a este proyecto:

---

## Diseño e implementación de un anillo de radioenlaces en San Javier (Murcia)

- Replanteo de los 5 sites.
- Preinstalación de los equipos.
- Swap de los equipos Siemens a los nuevos TN.
- Configuración de los nuevos equipos.
- Desmontaje de los equipos viejos.

### 4.11.- Cálculos de viabilidad

A continuación se muestran los MILF (Microwave Link Form) de los vanos diseñados:

MILF (Microwave Link Form)							
Versión				1			
MW_MUR1							
EMPLAZAMIENTO A							
Localización	MUR_A	Latitud	37-48-22N	Calle San Martin de Porres 115			
		Longitud	00-48-03W				
Netman Idl	31GK	Altitud ASL(m)	8	Altura edificio (m)			
Plano	Anexos		Layout Extremo	Layout Eq Caseta			
EMPLAZAMIENTO B							
Localización	MUR_B	Latitud	37-49-06N	C/ Nicolás de las peñas 8			
		Longitud	00-47-15W				
Netman Idl	31GL	Altitud ASL(m)	6	Altura edificio (m)			
Plano	Anexos		Layout Extremo	Layout Eq Caseta			
Información enlace							
Plan frecuencias	Provincia	MURCIA	Tipo	MW	Frec. A-B (MHz)	18188,25	
	Capacidad (Mbps)	35x2	Longitud (Km)	1,8	Frec. B-A (MHz)	19198,25	
	Banda Frec (GHz)	18	Canal/Pol(A-B)	FTH01H	Canal/Pol(B-A)	FTH01H	
Información enlace A-B							
Antena (Secund.)	Modelo	UKY 210 72/SC15		Azimut (grados)	39,6413	Diámetro	,3
	Altura AGL (m)					Ganacia (dBi)	34,4
Guiaonda (Prim.)	Modelo			Diver espacial		Diámetro	
	Sep. Antenas (m)	0				Ganacia (dBi)	
Guiaonda (Sec.)	Modelo			Altura (m)		Longitud (m)	
Estructura	Tipo					PIRE (dBm)	46,4
Equipo Radio	Modelo	TN 18G 35X2 128QAM-RAU2X		Aten Tx Prim (dB)		Tipo de protección	1+0
	Potencia Tx (dBm)	12		Aten Tx Sec (dB)		Potencia Rx (dBm)	-41,9646
Gestión EMOS	Dirección IP						
Información enlace B-A							
Antena (Secund.)	Modelo	UKY 210 72/SC15		Azimut (grados)	219,6493	Diámetro	,3
	Altura AGL (m)					Ganacia (dBi)	34,4
Guiaonda (Prim.)	Modelo			Diver espacial		Diámetro	
	Sep. Antenas (m)	0				Ganacia (dBi)	
	Modelo			Altura (m)		Longitud (m)	
	Tipo					PIRE (dBm)	46,4
	Modelo	TN 18G 35X2 128QAM-RAU2X		Aten Tx Prim (dB)		Tipo de protección	1+0
	Potencia Tx (dBm)	12		Aten Tx Sec (dB)		Potencia Rx (dBm)	-41,9646
Gestión EMOS	Dirección IP						

## Diseño e implementación de un anillo de radioenlaces en San Javier (Murcia)

Guiaonda (Sec.)	Modelo				
Estructura	Tipo		Altura (m)		PIRE (dBm) 46,4
Equipo Radio	Modelo	TN 18G 35X2 128QAM- RAU2X	Aten Tx Prim (dB)		Tipo de protección 1+0
	Potencia Tx (dBm)	12	Aten Tx Sec (dB)		Potencia Rx (dBm) -41,9646
Gestión EMOS	Dirección IP				

<b>Evaluación del Diseño de Ingeniería</b>					
Reingeniería	SI		Traslado	NO	
Tipo de Reingeniería	SWAP A TN		Procedencia	NUEVO	
Responsable ING Amena	NULL		Fecha evaluación Ingeniería	04/04/2011	
Observaciones	REINGENIERIA A TN 35X2 DE MUR1724M				

Tabla 4.12: MILF del Vano MW\_MUR1.

<b>MILF (Microwave Link Form)</b>	
Versión	1
<b>MW_MUR2</b>	

<b>EMPLAZAMIENTO A</b>					
Localización	MUR_C	Latitud	37-50-11N	Plaza de la constitución 17	
		Longitud	00-47-26W		
Netman Idl	31HK	Altitud ASL(m)	15	Altura edificio (m)	
Plano	Anexos		Layout Extremo	Layout Eq Caseta	

<b>EMPLAZAMIENTO B</b>					
Localización	MUR_B	Latitud	37-49-06N	C/ Nicolás de las peñas 8	
		Longitud	00-47-15W		
Netman Idl	31HL	Altitud ASL(m)	6	Altura edificio (m)	
Plano	Anexos		Layout Extremo	Layout Eq Caseta	

<b>Información enlace</b>					
	Provincia	MURCIA	Tipo	MW	Frec. A-B (MHz) 37807
	Capacidad (Mbps)	35x2	Longitud (Km)	1,98	Frec. B-A (MHz) 39067
Plan frecuencias	Banda Frec (GHz)	38	Canal/Pol(A-B)	B54 H	Canal/Pol(B-A) B54 H

<b>Información enlace A-B</b>					
	Modelo	UKY 210 61/SC15		Diámetro	,2
Antena (Secund.)	Altura AGL (m)		Azimut (grados)	173,6347	Ganacia (dBi) 36,6
	Modelo				Diámetro
	Sep. Antenas (m)	0	Diver espacial		Ganacia (dBi)
Guiaonda (Prim.)	Modelo				Longitud (m)
Guiaonda (Sec.)	Modelo				
Estructura	Tipo		Altura (m)		PIRE (dBm) 53,6
Equipo Radio	Modelo	TN 38G 35X2 128QAM- RAU2X	Aten Tx Prim (dB)		Tipo de protección 1+0
	Potencia Tx (dBm)	17	Aten Tx Sec (dB)		Potencia Rx (dBm) -40,0145
Gestión EMOS	Dirección IP				

<b>Información enlace B-A</b>					
	Modelo	UKY 210 61/SC15		Diámetro	,2
Antena (Secund.)	Altura AGL (m)		Azimut (grados)	353,6362	Ganacia (dBi) 36,6
	Modelo				Diámetro
	Sep. Antenas (m)	0	Diver espacial		Ganacia (dBi)
Guiaonda (Prim.)	Modelo				Longitud (m)
Guiaonda (Sec.)	Modelo				
Estructura	Tipo		Altura (m)		PIRE (dBm) 53,6
Equipo Radio	Modelo	TN 38G 35X2 128QAM-	Aten Tx Prim (dB)		Tipo de protección 1+0

## Diseño e implementación de un anillo de radioenlaces en San Javier (Murcia)

	Potencia Tx (dBm)	RAU2X 17	Aten Tx Sec (dB)		Potencia Rx (dBm)	-40,0145
Gestión EMOS	Dirección IP					
<b>Evaluación del Diseño de Ingeniería</b>						
Reingeniería	SI	Traslado		NO		
Tipo de Reingeniería	SWAP A TN	Procedencia		NUEVO		
Responsable ING Amena	NULL	Fecha evaluación Ingeniería		04/04/2011		
Observaciones	REINGENIERIA A TN 35X2 DE MUR1724M					

Tabla 4.13: MILF del Vano MW\_MUR2.

<b>MILF (Microwave Link Form)</b>	
Versión	1
<b>MW_MUR3</b>	

<b>EMPLAZAMIENTO A</b>						
Localización	MUR_D	Latitud	37-50-42N	Camino garrofero. POL 48 Parcela 9 S/N		
		Longitud	00-56-21W			
Netman Idl	31IK	Altitud ASL(m)	130	Altura edificio (m)		
Plano	Anexos		Layout Extremo	Layout Eq Caseta		

<b>EMPLAZAMIENTO B</b>						
Localización	MUR_C	Latitud	37-50-11N	Plaza de la constitución 17		
		Longitud	00-47-26W			
Netman Idl	31IL	Altitud ASL(m)	15	Altura edificio (m)		
Plano	Anexos		Layout Extremo	Layout Eq Caseta		

<b>Información enlace</b>						
	Provincia	MURCIA	Tipo	MW	Frec. A-B (MHz)	18188,25
	Capacidad (Mbps)	35x2	Longitud (Km)	13,06	Frec. B-A (MHz)	19198,25
Plan frecuencias	Banda Frec (GHz)	18	Canal/Pol(A-B)	FT01V	Canal/Pol(B-A)	FT01V

<b>Información enlace A-B</b>						
	Modelo	UKY 210 77/SC15			Diámetro	,6
Antena (Secund.)	Altura AGL (m)		Azimut (grados)	94,8138	Ganacia (dBi)	39,2
	Modelo		Diver espacial		Diámetro	
Guiaonda (Prim.)	Sep. Antenas (m)	0			Ganacia (dBi)	
Guiaonda (Sec.)	Modelo				Longitud (m)	
Estructura	Tipo		Altura (m)		PIRE (dBm)	62,2
Equipo Radio	Modelo	TN 18G 35X2 128QAM- RAU2X	Aten Tx Prim (dB)		Tipo de protección	1+0
	Potencia Tx (dBm)	23	Aten Tx Sec (dB)		Potencia Rx (dBm)	-39,1816
Gestión EMOS	Dirección IP					

<b>Información enlace B-A</b>						
	Modelo	UKY 210 77/SC15			Diámetro	,6
Antena (Secund.)	Altura AGL (m)		Azimut (grados)	274,9046	Ganacia (dBi)	39,2
	Modelo		Diver espacial		Diámetro	
Guiaonda (Prim.)	Sep. Antenas (m)	0			Ganacia (dBi)	
Guiaonda (Sec.)	Modelo				Longitud (m)	
Estructura	Tipo		Altura (m)		PIRE (dBm)	62,2
Equipo Radio	Modelo	TN 18G 35X2 128QAM- RAU2X	Aten Tx Prim (dB)		Tipo de protección	1+0
	Potencia Tx (dBm)	23	Aten Tx Sec (dB)		Potencia Rx (dBm)	-39,1816
Gestión EMOS	Dirección IP					

<b>Evaluación del Diseño de Ingeniería</b>						
--	--	--	--	--	--	--

## Diseño e implementación de un anillo de radioenlaces en San Javier (Murcia)

Reingeniería	SI	Traslado	NO
Tipo de Reingeniería	SWAP A TN	Procedencia	NUEVO
Responsable ING Amena	NULL	Fecha evaluación Ingeniería	04/04/2011
Observaciones	REINGENIERIA A TN 35X2 DE MUR1736M		

Tabla 4.14: MILF del Vano MW\_MUR3.

<b>MILF (Microwave Link Form)</b>	
Versión	<b>1</b>
<b>MW_MUR4</b>	

<b>EMPLAZAMIENTO A</b>					
Localización	MUR_D	Latitud	37-50-42N	Camino garrofero. POL 48 Parcela 9 S/N	
		Longitud	00-56-21W		
Netman Idl	31JK	Altitud ASL(m)	130	Altura edificio (m)	
Plano	Anexos		Layout Extremo	Layout Eq Caseta	

<b>EMPLAZAMIENTO B</b>					
Localización	MUR_C	Latitud	37-49-00N	CTRA mirador S/N	
		Longitud	00-54-12W		
Netman Idl	31jL	Altitud ASL(m)	73	Altura edificio (m)	
Plano	Anexos		Layout Extremo	Layout Eq Caseta	

<b>Información enlace</b>						
Plan frecuencias	Provincia	MURCIA	Tipo Longitud (Km) Canal/Pol(A-B)	MW	Frec. A-B (MHz)	25228
	Capacidad (Mbps)	35x2		13,06	Frec. B-A (MHz)	26236
	Banda Frec (GHz)	26		B49 v	Canal/Pol(B-A)	B49 V

<b>Información enlace A-B</b>						
Antena (Secund.)	Modelo	UKY 210 74/SC15			Diámetro	,3
	Altura AGL (m)		Azimut (grados)	136,2175	Ganacia (dBi)	37,3
	Modelo		Diver espacial		Diámetro	
	Sep. Antenas (m)	0			Ganacia (dBi)	
	Guiaonda (Prim.)	Modelo		Altura (m)	PIRE (dBm)	57,3
	Guiaonda (Sec.)	Modelo			Aten Tx Prim (dB)	Tipo de protección
	Estructura	Tipo		Aten Tx Sec (dB)	Potencia Rx (dBm)	-39,6102
	Equipo Radio	Modelo	TN 26G 35X2 128QAM-RAU2X			
		Potencia Tx (dBm)	20			
	Gestión EMOS	Dirección IP				

<b>Información enlace B-A</b>						
Antena (Secund.)	Modelo	UKY 210 74/SC15			Diámetro	,3
	Altura AGL (m)		Azimut (grados)	274,9046	Ganacia (dBi)	37,3
	Modelo		Diver espacial		Diámetro	
	Sep. Antenas (m)	0			Ganacia (dBi)	
	Guiaonda (Prim.)	Modelo		Altura (m)	PIRE (dBm)	57,3
	Guiaonda (Sec.)	Modelo			Aten Tx Prim (dB)	Tipo de protección
	Estructura	Tipo		Aten Tx Sec (dB)	Potencia Rx (dBm)	-39,6102
	Equipo Radio	Modelo	TN 26G 35X2 128QAM-RAU2X			
		Potencia Tx (dBm)	20			
	Gestión EMOS	Dirección IP				

<b>Evaluación del Diseño de Ingeniería</b>			
Reingeniería	SI	Traslado	NO
Tipo de Reingeniería	SWAP A TN	Procedencia	NUEVO
Responsable ING Amena	NULL	Fecha evaluación Ingeniería	04/04/2011
Observaciones	REINGENIERIA A TN 35X2 DE MUR3016M		

Tabla 4.15: MILF del Vano MW\_MUR4.

# Diseño e implementación de un anillo de radioenlaces en San Javier (Murcia)

MILF (Microwave Link Form)	
Versión	1
MW_MUR5	

EMPLAZAMIENTO A					
Localización	MUR_E	Latitud	37-49-00N	CTRA MIRADOR S/N	
		Longitud	00-54-12W		
Netman Idl	31KK	Altitud ASL(m)	73	Altura edificio (m)	
Plano	Anexos		Layout Extremo	Layout Eq Caseta	

EMPLAZAMIENTO B					
Localización	MUR_A	Latitud	37-48-20N	C/ San Martín de Porres 115	
		Longitud	00-48-03W		
Netman Idl	31KL	Altitud ASL(m)	8	Altura edificio (m)	
Plano	Anexos		Layout Extremo	Layout Eq Caseta	

Información enlace						
Plan frecuencias	Provincia	MURCIA	Tipo	MW	Frec. A-B (MHz)	12898
	Capacidad (Mbps)	35x2	Longitud (Km)	9,11	Frec. B-A (MHz)	13164
	Banda Frec (GHz)	13	Canal/Pol(A-B)	CE11 H	Canal/Pol(B-A)	CE11 H

Información enlace A-B						
Antena (Secund.)	Modelo	UKY 220 27/SC15		Diámetro	,9	
	Altura AGL (m)		Azimut (grados)	97,9412	Ganacia (dBi)	38,4
Guiaonda (Prim.)	Modelo		Diver espacial		Diámetro	
	Sep. Antenas (m)	0			Ganacia (dBi)	
Guiaonda (Sec.)	Modelo		Altura (m)		Longitud (m)	
	Modelo				PIRE (dBm)	56,4
Estructura	Tipo		Aten Tx Prim (dB)		Tipo de protección	1+0
Equipo Radio	Modelo	TN 13G 35X2 128QAM- RAU2X	Aten Tx Sec (dB)		Potencia Rx (dBm)	-39,2948
	Potencia Tx (dBm)	18				
Gestión EMOS	Dirección IP					

Información enlace B-A						
Antena (Secund.)	Modelo	UKY 220 27/SC15		Diámetro	,9	
	Altura AGL (m)		Azimut (grados)	274,9046	Ganacia (dBi)	38,4
Guiaonda (Prim.)	Modelo		Diver espacial		Diámetro	
	Sep. Antenas (m)	0			Ganacia (dBi)	
Guiaonda (Sec.)	Modelo		Altura (m)		Longitud (m)	
	Modelo				PIRE (dBm)	56,4
Estructura	Tipo		Aten Tx Prim (dB)		Tipo de protección	1+0
Equipo Radio	Modelo	TN 13G 35X2 128QAM- RAU2X	Aten Tx Sec (dB)		Potencia Rx (dBm)	-39,2948
	Potencia Tx (dBm)	18				
Gestión EMOS	Dirección IP					

Evaluación del Diseño de Ingeniería			
Reingeniería	SI	Traslado	NO
Tipo de Reingeniería	SWAP A TN	Procedencia	NUEVO
Responsable ING Amena	NULL	Fecha evaluación Ingeniería	04/04/2011
Observaciones	REINGENIERIA A TN 35X2 DE MUR1742M		

Tabla 4.16: MILF del Vano MW\_MUR5.

## Capítulo 5

### PRL (Plan de Riesgos Laborales)

### 5.1.- Introducción

Hoy en día, debido a la legislación vigente, toda empresa debe de disponer de un plan de riesgos laborales. Cada empresa, dependiendo del sector en el que trabaje y al convenio colectivo al que esté adherido tiene que contemplar una serie de riesgos a los cuales esten expuestos sus trabajadores.

En el caso de la telefonía móvil, este sector está adherido al convenio del metal. En la empresa y de un modo general se contemplan dos grupos de trabajos, por un lado está el de oficina y por otro el trabajo en campo.

En este caso el cliente, al demandar un proyecto de este tipo solicita un documento de PRL, llamado Plan de Medidas Preventivas (PMP) [10] para cada uno de los emplazamientos en los que se va a trabajar. Este documento únicamente es válido para los trabajos que se contemplan en este proyecto. Si hubiese que realizar otro tipo de actuación en el mismo emplazamiento habría que realizar otro PMP. Los PMPs los deben elaborar cada una de las empresas instaladoras que trabajen en los emplazamientos.

Los PMP tienen caducidad, solo son válidos durante un periodo de tres meses, y para que puedan comenzar los trabajos, estos tienen que estar aprobados. Dicha aprobación debe realizarse por dos departamentos distintos. Por un lado los tiene que aprobar la operadora y propietaria/arrendataria del emplazamiento, por otro la empresa tecnológica, que en este caso es Ericsson.

### 5.2.- Plan de Medidas Preventivas

Independientemente del PMP, a la hora de trabajar en la instalación de equipos de telefonía móvil, se deben tener obligatoriamente una serie de certificaciones oficiales, como por ejemplo:

- Certificado de Trabajos en Altura.
- Certificado de Recurso Preventivo.
- Autorización para trabajos en Alta y Baja tensión.
- Certificado de Primeros Auxilios.

Estos cuatro puntos, es lo mínimo que exigen las operadoras y las empresas tecnológicas para poder trabajar en circunstancias normales. Aunque en algunas instalaciones se necesitan realizar “trabajos verticales”. Y para poder realizarlos se necesita una formación mucho más especializada. En nuestro proyecto no se plantea ningún escenario en el que sea necesario.

Los Equipos de Protección Individual (EPIs), que se utilizan en las instalaciones de telefonía móvil como: arnés, casco, calzado de seguridad, cuerdas, mosquetones, doble gancho, poleas, etc. tienen que estar homologados. Además cada uno de los instaladores antes de realizar cualquier tipo de intervención debe realizar una inspección visual de todo el equipo y de su alrededor, para verificar que todo está correcto y que no existe ningún tipo de peligro para él y sus compañeros o cualquier persona que esté a su alrededor.

Antes de comenzar los trabajos los técnicos deben asegurarse que dentro del emplazamiento existe un extintor y que está en buenas condiciones. Y deben depositar dentro de las instalaciones o la zona de trabajo un botiquín.

A continuación se muestra un PMP de uno de los emplazamientos del proyecto, donde se describen los siguientes puntos:

- **DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DE TRABAJO.**
- **DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR.**
- **RIESGOS DETECTADOS .**
- **MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR.**
- **FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.**
- **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.**
- **VIGILANCIA DE LA SALUD.**
- **INSTRUCCIONES DE TRABAJO DE APLICACIÓN.**
- **MEDIOS AUXILIARES NECESARIOS.**

En el ANEXO III, se encuentran todos los PMPs del proyecto.

### 5.3.- Ejemplo de PMP

	<b>PLAN DE MEDIDAS PREVENTIVAS</b>
---	------------------------------------

CODIGO SITE	MUR_A		
DIRECCIÓN	C/San Martín de Porres, 115. San Javier		
PROVINCIA	Murcia		
CONTRATISTA PRINCIPAL	ERICSSON	FECHA	18-4-2011
ASP (SUBCONTRATA 1)	TALENS PLISMAN SL	TELÉFONO MUTUA	900203203
SUBCONTRATA 2		TELÉFONO MUTUA	
NÚMERO MAXIMO DE TRABAJADORES EN OBRA	6		

<p><b>DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DE TRABAJO</b></p> <p>Se trata de un emplazamiento Urbano indoor : Edificio con cubierta plana y peto perimetral.          Accesos: Ascensor y escalera convencional.          Los mástiles están dotados de sistema de seguridad Rail Block.          No existen otros operadores en el emplazamiento.</p>
<p><b>DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR</b></p> <p>Instalación de dos radioenlaces, con lo que comporta la instalación de parábola en el mástil, cableado en el rejiband e instalación de equipos en el interior de caseta.</p>
<p><b>RIESGOS DETECTADOS</b></p> <p>Caídas de personas a distinto nivel (por: rotura, hundimiento de la cubierta, por el perímetro de la cubierta, por hueco en cubierta, etc.)          Caídas de personas al mismo nivel (por tropiezos, por desniveles de la zona de trabajo, etc.).          Caída de objetos por desplome o derrumbamiento (objetos mal apilados, etc.).          Caída de objetos en manipulación (equipos, herramientas, etc.).          Caída de objetos desprendidos.          Golpes o cortes por objetos o herramientas.          Choques o contactos con objetos o elementos móviles (de herramientas, vehículos, etc.).          Sobreesfuerzos (debido a posturas de trabajo forzadas, manipulación manual de cargas, etc.).          Exposición a temperaturas extremas.          Contactos eléctricos directos e indirectos.          Exposición a agentes físicos: radiaciones no ionizantes (microondas, radiofrecuencias, etc.).          Pisadas sobre objetos.          Atrapamientos por o entre objetos.          Contactos térmicos.</p>

### 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) Antes de subir a una azotea o cubierta se comprobará su estado y se estudiarán sus características: inclinación, material de cubrición, solución constructiva adoptada (petos, aleros, etc.).
- 4) Se prohíben el acceso a cubiertas de fibrocemento (uralita, etc.), teja plana, etc.
- 5) En caso de lluvia, nieve, viento o niebla excesivos, se suspenderán los trabajos temporalmente (seguir la Instrucción de trabajo "Trabajos en altura con condiciones meteorológicas adversas").
- 6) En las zonas con riesgo de caída mayor a 2 m los trabajadores permanecerán continuamente asegurados mediante doble amarre a los puntos existentes. Si la zona de trabajo no presenta la protección adecuada, los trabajadores que realicen tareas en dicha zona deberán poseer formación de GR4, los cuáles instalarían líneas de vida provisionales a las cuáles deberán permanecer asegurados mientras duren los trabajos.

No acercarse ni asomarse nunca por el borde de la azotea sin estar debidamente anclados a un punto resistente de la cubierta.

Para trabajos sobre cubiertas no transitables (a dos aguas, inclinadas) se seguirá la Instrucción de trabajo de "Progresión por cubiertas y tejados".

En el caso de requerirse la realización de trabajos verticales, será precisa la presencia de dos trabajadores, siendo al menos uno de ellos Recurso Preventivo.

- 7) Antes de trabajar sobre un mástil se comprobará su estabilidad y que no presenta ninguna anomalía. Las líneas de vida han de estar homologadas y certificadas. Cuando existan dudas razonables sobre su estado, se utilizará el sistema "Cabo de doble anclaje con absorbedor de energía". Realizar revisiones y mantenimientos periódicos de los sistemas anticaídas instalados.

Para acceder a instalaciones con riesgo de caída en altura, se deberá efectuar con presencia de al menos, dos personas.

Para trabajos sobre mástil se seguirá la Instrucción de trabajo de "Procedimiento de trabajo en torres y mástiles".

- 8) 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.
- 9) 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.

- 10) Para trabajos en proximidad de elementos en tensión será de aplicación lo establecido en el Anexo V del R.D. 614/2001.

Para trabajos en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación será de aplicación lo establecido en el R.D. 3275/ 1982, así como en el R.D. 614/2001. Para trabajos en Centros de

## Diseño e implementación de un anillo de radioenlaces en San Javier (Murcia)

Transformación se seguirá la Instrucción de trabajo “Procedimiento de Trabajo en Centros de Transformación”.

- 11) 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”.

- 12) Utilizar las herramientas sólo en las tareas para las que fueron diseñadas. Comprobar y mantenerlas en buen estado.
- 13) 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.
- 14) Para trabajos en fachadas (verticales) los trabajadores deben estar adecuadamente formados en técnicas de acceso mediante cuerdas y poseer certificado médico de aptitud para trabajos en altura.

### FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES

Formación de los 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).

Trabajos Verticales (alpinistas) (GR5).

Trabajos en espacios confinados (GR6) (alcantarillas, fosos, galerías, etc.), frente a Riesgo Eléctrico (GR7, trabajador autorizado o cualificado).

Trabajos de carga y descarga (GR8).

Recurso Preventivo (GR9).

Construcción Obra Civil (GR10).

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 Papillon (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 s EN 397 con aislamiento eléctrico (para

## Diseño e implementación de un anillo de radioenlaces en San Javier (Murcia)

trabajar en Centros de Transformación, será con barbuquejo y sin visera), chaleco reflectante EN 471.

Para trabajos en alta tensión: guantes categoría II de resistencia mecánica EN 388, guantes categoría III de material aislante para trabajos eléctricos EN 60903 (clase según tensión de trabajo), calzado de seguridad dieléctrico EN 345, casco de seguridad EN 347 con aislamiento eléctrico (en el caso de Centros de Transformación será con barbuquejo, gafas de protección EN 166, pantalla facial EN 166, chaleco reflectante EN 471).

Pértigas aislantes, alfombrillas y otros dispositivos aislantes que se consideren necesarios (herramienta aislada, etc.).

Para los trabajos verticales: los EPIs necesarios son los establecidos por ANETVA.

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 de trabajo en centros de transformación.

Procedimiento de trabajo con grúas móviles, grúas con cesta y plataformas elevadoras.

Procedimiento para el izado de cargas.

Procedimiento de trabajo en torres y mástiles.

Procedimiento progresión por tejados.

Instrucción de trabajo riesgo eléctrico.

Instrucción, exposición laboral: radiaciones no ionizantes.

Escaleras manuales.

Normas generales de seguridad en el uso de carretillas elevadoras. Tríptico de carretillas.

Manejo manual de cargas.

### **MEDIOS AUXILIARES NECESARIOS**

Herramientas manuales, comprobadores de tensión, escaleras manuales.

Realizado por : Pablo Fernández Mafé

\_\_\_\_\_  
(firma y sello)

## Capítulo 6

### Replanteos de los SITES

## 6.1.- Introducción

Para poder llevar a cabo un buen proyecto es necesario realizar replanteos en cada uno de los emplazamientos donde se van a instalar equipos nuevos o se van a modificar los ya existentes.

Un replanteo es un análisis de la situación, de las condiciones en las que se encuentra el emplazamiento y las necesidades que se necesitan para la instalación de los nuevos equipos.

Actualmente, la parte más relevante es el replanteo a la hora de instalar los equipos, debido a que la tendencia que siguen las operadoras de telefonía móvil es a agrupar sus equipos en las mismas instalaciones. Esta tendencia de agrupación se está llevando a cabo con el propósito de reducir costes, de este modo cuando se instalan o se realizan trámites burocráticos, los gastos son compartidos por las operadoras.

Para las empresas instaladoras, también es muy importante que los replanteos sean correctos, ya que en base a este documento se prepara todo el material para la instalación. Por ejemplo, si se necesitan 20 m de cable coaxial para conectar el TN con la RAU y esta medida fuese incorrecta, en el caso de que el número de metro sea menor, la tirada de cable sería difícil de reaprovechar, aumentando así los costes. Además esto implicaría una gran pérdida de tiempo, ya que para poder comprobar si la medida es correcta se debe superponer todo el cableado a lo largo del recorrido.

## 6.2.- Análisis del documento del replanteo

A continuación vamos a analizar los puntos de los que consta el replanteo.

Todos los replanteos de este proyecto los podemos encontrar en los anexos, debido a que si los introdujésemos en esta memoria, aumentaría en exceso su tamaño.

### 6.2.1.- Datos del VANO

En este punto se indica la codificación o nombre que se le asigna al radioenlace.

#### 6.2.1.1.- Características del radioenlace

Se describen las características técnicas del radioenlace, como por ejemplo: la banda de transmisión, codificación, modulación, etc.

#### 6.2.1.2.- Emplazamiento ORIGEN

Se muestra la codificación que se le asigna a la estación origen del VANO, la dirección física y algunos datos de transmisión de ese punto.

#### 6.2.1.3.- Emplazamiento DESTINO

Se muestra la codificación que se le asigna a la estación destino del VANO, la dirección física y algunos datos de transmisión de ese punto.

#### 6.2.1.4.- Datos del personal asistente

A la hora de realizar el replanteo, se tienen que tener en cuenta tanto las necesidades de la empresa instaladora como la tecnológica, y todo ello adaptándose a la normativa interna de instalación de la operadora. El replanteo lo realizarán personal de la empresa instaladora (Talens Plisman SL), el tecnólogo (Ericsson) y la operadora (Orange). Por ello se tiene que llegar a un consenso de todas las partes.

## 6.2.2.- Datos emplazamiento origen

Para la correcta localización del emplazamiento, es necesario que se describan todos los datos posible que ayuden a ello: dirección, coordenadas, llaves de acceso, si fuese necesario algún tipo de acceso, etc.

## 6.2.3.- Instalación indoor emplazamiento origen

### 6.2.3.1.- Módulo de acceso

En el módulo de acceso se define qué modelo de TN se va a instalar [11].

### 6.2.3.2.- Disposición de tarjetas AMM

En este apartado se indica qué tarjetas se van a instalar en el TN y en qué lugar se tienen que posicionar.

### 6.2.3.3.- Disposición equipos TX. Ubicación módulo de acceso

Se define en qué huella de la caseta o sala de telecomunicaciones se van a instalar los racks con los nuevos equipos.

### 6.2.3.4.- Alimentación

Se indica de qué posición del equipo de fuerza (cuadro de alimentación), se tiene que tomar la alimentación para los equipos.

### 6.2.3.5.- Conexión de tributarios DDF 16x4

Si fuera necesario se indica a qué posición del DDF se conectan los tributarios (actualmente ya no se utilizan este tipo de conexiones).

### 6.2.3.6.- Conexión repartidor aviento en BSC

Se muestra en qué posición se instala el repartidor de la estación.

### 6.2.3.7.- Etiqueta de huella

Etiquetar en el emplazamiento el espacio a utilizar con el código del vano/proyecto mediante etiqueta adhesiva para que quede reservado el espacio de AMM, pasamuros, disyuntores, DDFs, etc.

### 6.2.3.8.- Conexión red de gestión y tráfico

Estos datos son proporcionados por el operador, ya que nos tiene que indicar la IP, máscara de subred, puerto de gestión, etc., dado que es la encargada de dimensionar y gestionar la red.

### 6.2.3.9.- Conexión de STM-1

Se indica la posición, el bastidor y el tipo de terminación de las conexiones de los SMT-1.

### 6.2.3.10.-Longitud cableados

Se muestra de una manera esquemática, la longitud del cable que separa los equipos.

### 6.2.3.11.- Recorridos de cables y plano de planta

Mediante un dibujo en planta se indica la situación de los bastidores, el recorrido de los cables FI, DC, tierra y pasamuros [12].

### 6.2.4.- Instalación outdoor origen

#### 6.2.4.1.- Parábola

Se describen las características de la parábola tales como: diámetro, posición, polaridad, tipo de anclaje, etc.

#### 6.2.4.2.- Torre existente

Se indica el tipo de torre: celosía, tubular, terraza, etc.

#### 6.2.4.3.- Herrajes

Se marca que tipo de herraje se va a instalar.

#### 6.2.4.4.- Guía onda y cable FI

Se reflejan los metros de cable de FI, kits de tierra que se deben instalar para el cableado, si es necesario guía onda, etc.

### 6.2.5.- Recorrido de cables y plano de exterior origen

Es un dibujo de alzado, incluyendo la situación del herraje y recorrido del cable de FI y tierras, añadiéndole fotos o planos del lugar.

### 6.2.6.- Accesorios

Los accesorios son los elementos adicionales que son necesarios instalar para nuestros equipos, como por ejemplo canaletas, rejiband, repartidores, etc.

### 6.2.7.- Migración de E1 tabla de interconexiones origen

Identificar y anotar, según la información del apartado de interconexiones de la memoria del proyecto, la posición de los DDFs que intervienen en la migración de E1s, así como la posición de éstos dentro de los DDFs y los puentes entre ellos. Si no estuvieran suficientemente rotulados, deberá seguir el cable y si esto no fuera posible advertirlo para tenerlo en cuenta en la migración, marcando en la tabla como OK el puente identificado y como No OK el puente no identificado, si fuese necesario.

### 6.2.8.- Items pequeña adecuación en origen

En este punto se debe anotar la cantidad de los ítems descritos en la lista que resulten necesarios para la instalación del terminal:

- Tubo soporte Parábola IR.
- Reorganización cable en pasamuros IR.
- Desplazamiento equipos de radio en bastidor.
- Magnetotérmico bipolar de 6 A a 20 A, etc.

### **6.2.9.- Datos emplazamiento destino**

Para el emplazamiento destino se describen los mismos puntos que para el emplazamiento origen. Consultar ANEXO I.

## Capítulo 7

### Ejecución de la Obra

## Diseño e implementación de un anillo de radioenlaces en San Javier (Murcia)

---

En este antepenúltimo capítulo, se va mostrar de una forma más visual las distintas fases de la instalación que se han llevado a cabo.

Para simplificar solo se va a mostrar el proceso de instalación en una estación. Ya que la metodología de instalación que se debe utilizar es la misma en todos los emplazamientos.

### 7.1.- Introducción

Aunque ya se ha explicado con anterioridad, para facilitar la comprensión de la instalación se va a resumir a grandes rasgos de que trata el proyecto de instalación.

Se trata de crear un anillo de radioenlaces compuesto por cinco estaciones unidas por cinco radioenlaces. Actualmente ya hay en funcionamiento un anillo de radioenlaces con la misma topología, pero con una capacidad de transmisión inferior a la que se va a instalar. Todos los equipos que formaban el radioenlace antiguo se tendrán que desinstalar una vez que entre en funcionamiento el nuevo radioenlace.

### 7.2.- Equipos radio

Los equipos de radio que se van a instalar en esta estación son dos parábolas y dos radios. Uno para cada uno de los sentidos del radioenlace.

#### Radioenlace MW\_MUR5.

En las siguientes imágenes, se muestra la parábola instalada de 0,9 m de diámetro acoplada con su radio de 13 GHz.



*Figura 7.1: panorámica del radioenlace MW\_MUR5 en el emplazamiento MUR\_A.*



*Figura 7.2: parábola y radio del radioenlace MW\_MUR5 en el emplazamiento MUR\_A.*

### **Radioenlace MW\_MUR1.**

En las siguientes imágenes, se muestra la parábola instalada de 0,3 m acoplada con su radio de 18 GHz.



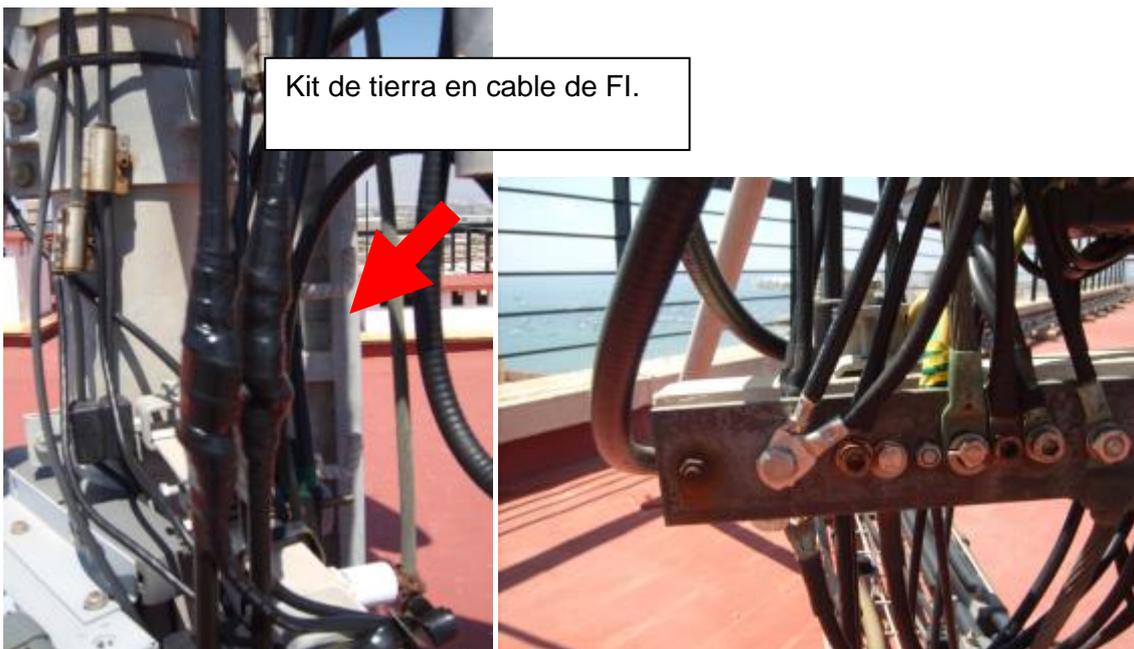
*Figura 7.3: panorámica del radioenlace MW\_MUR1 en el emplazamiento MUR\_A.*



Figura 7.4: parábola y radio del radioenlace MW\_MUR1 en el emplazamiento MUR\_A.

### 7.3.- Instalación outdoor

La instalación outdoor comprende de la tirada de cable FI desde la radio hasta el pasamuros en la entrada de la caseta. El cableado FI tiene que estar sujeto en todo su recorrido por bridas metálicas o grapas plásticas. Además se tienen que instalar kits de tierra según indica la normativa.



Kit de tierra en cable de FI.

Figura 7.5: Kit de tierra en cable FI y conexión a pletina equipotencial.

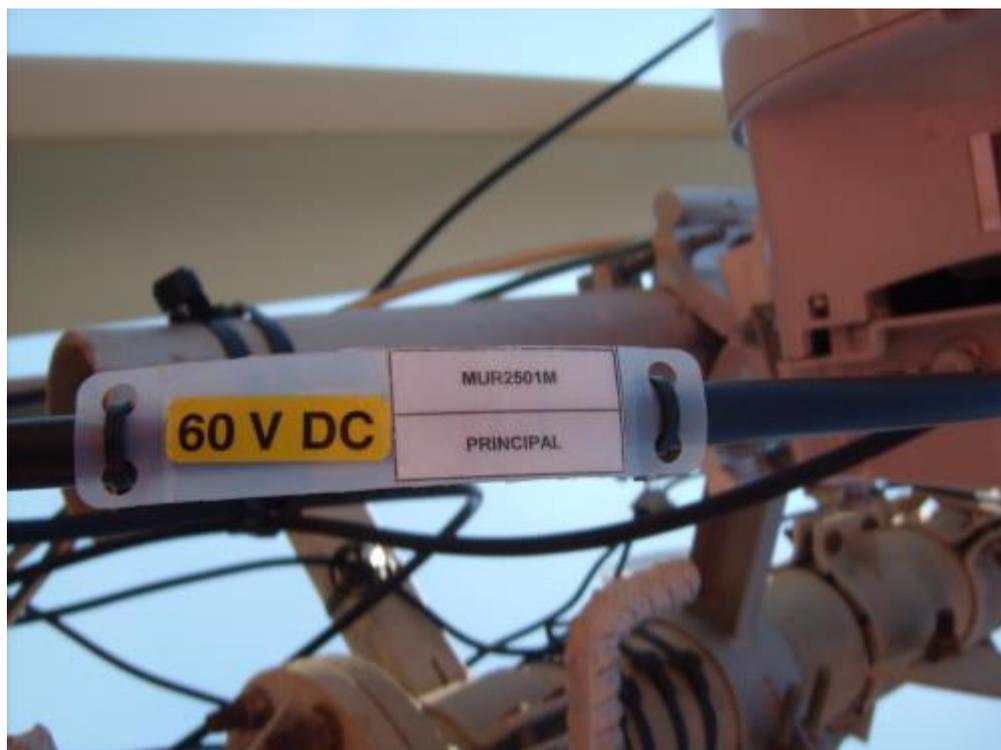


Figura 7.6: identificación del cable FI.

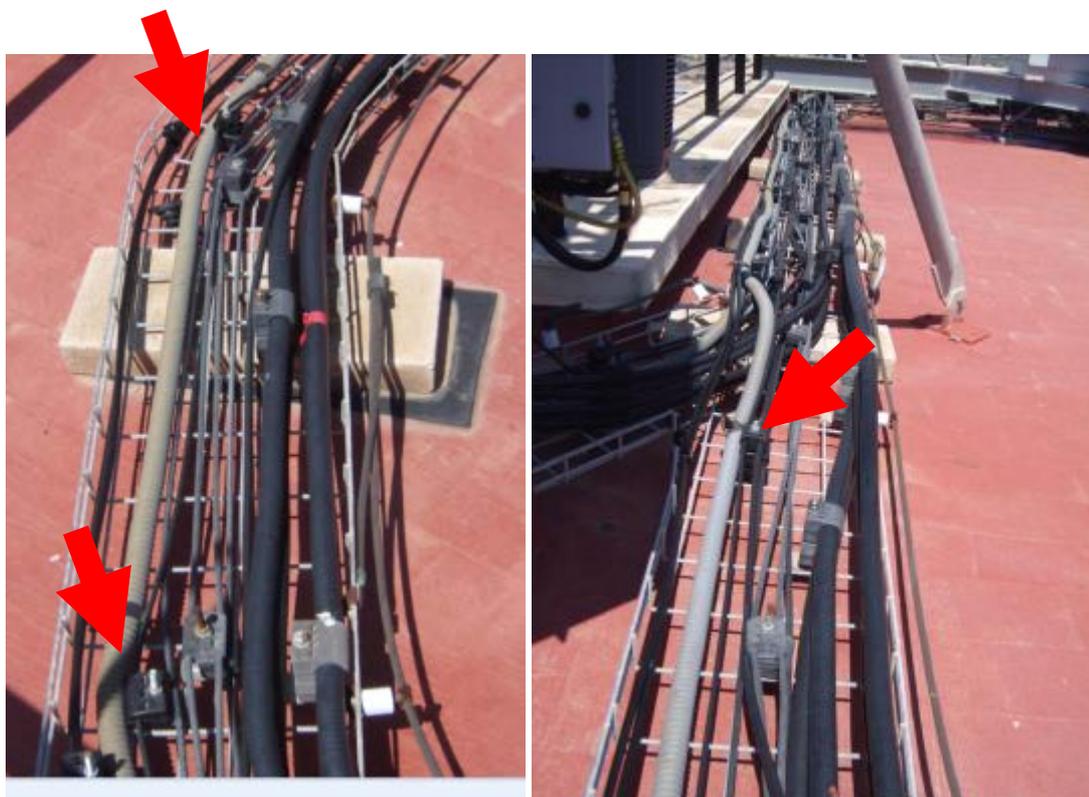
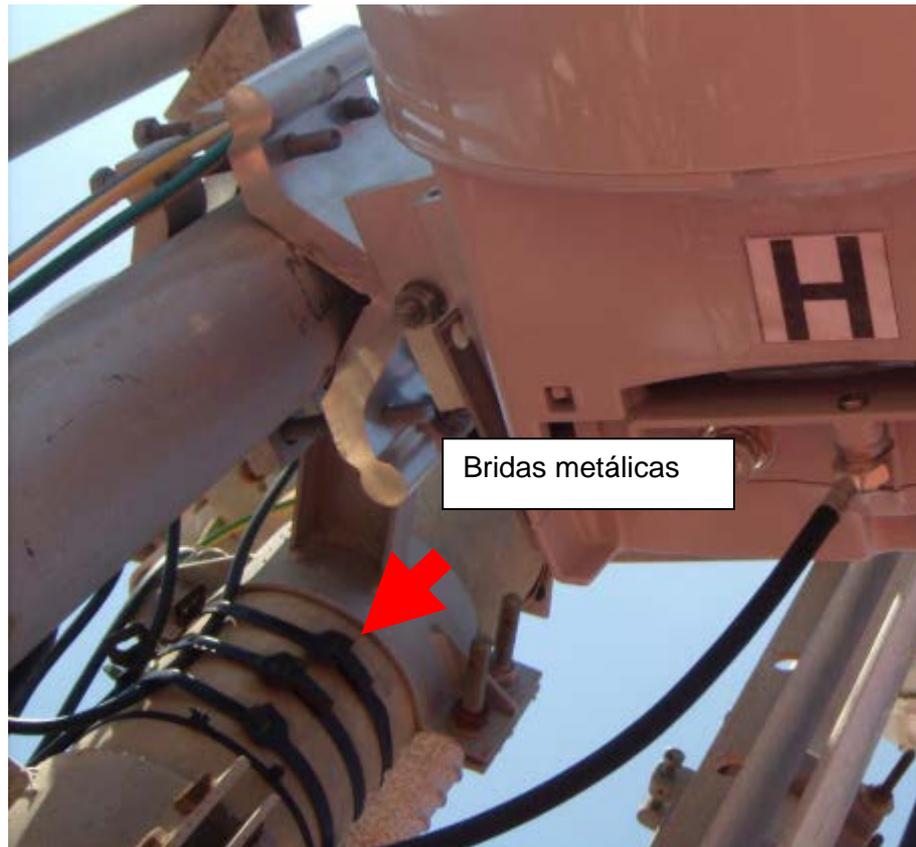


Figura 7.7: rejiband exterior con cable FI con grapas plásticas.



*Figura 7.8: sujeción de cableado FI con bridas metálicas a mástil.*



*Figura 7.9: pasamuros de entrada a caseta.*

#### 7.4.- Instalación indoor

La instalación indoor es una de las partes más complejas, ya que está compuesta por diferentes componentes y generalmente hay que adaptarse a las condiciones existentes en la caseta.

Lo primero es llegar hasta el porta transiciones con el cableado FI. Y a continuación el último tramo es desde el porta transiciones hasta el TN.



Figura 7.10: cableado en rejiband de caseta.



Figura 7.11: porta transiciones FI.



Figura 7.12: conexión al porta transiciones.

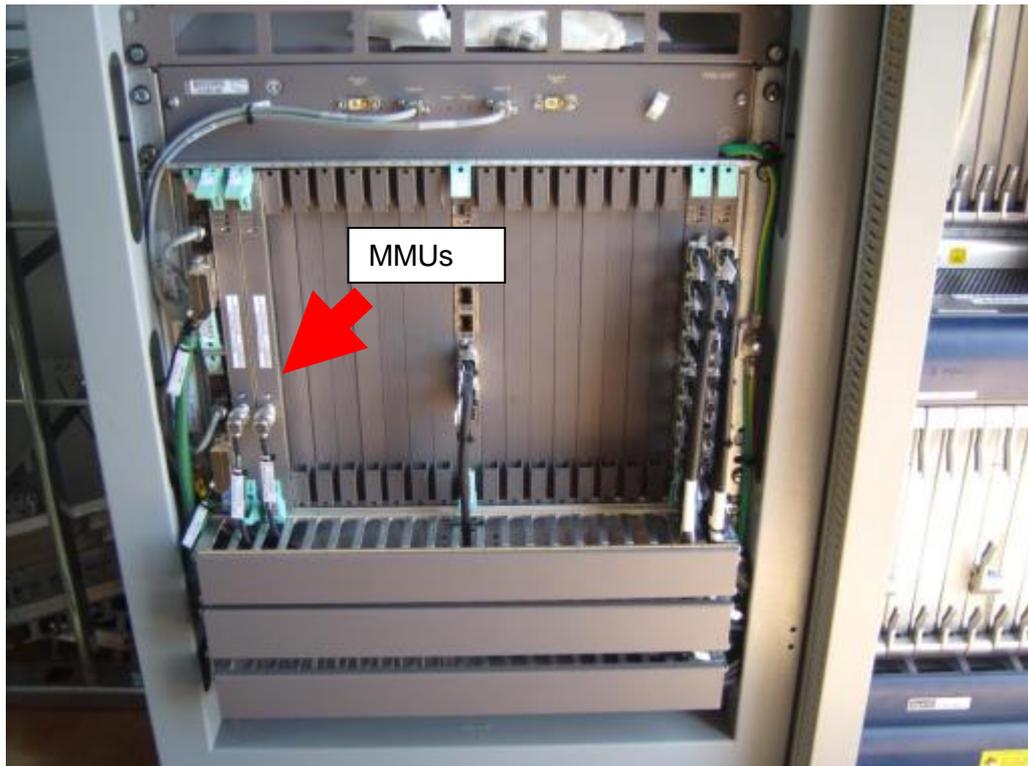


Figura 7.13: rack con TN.

A continuación vamos a pasar a describir las diferentes partes del TN.

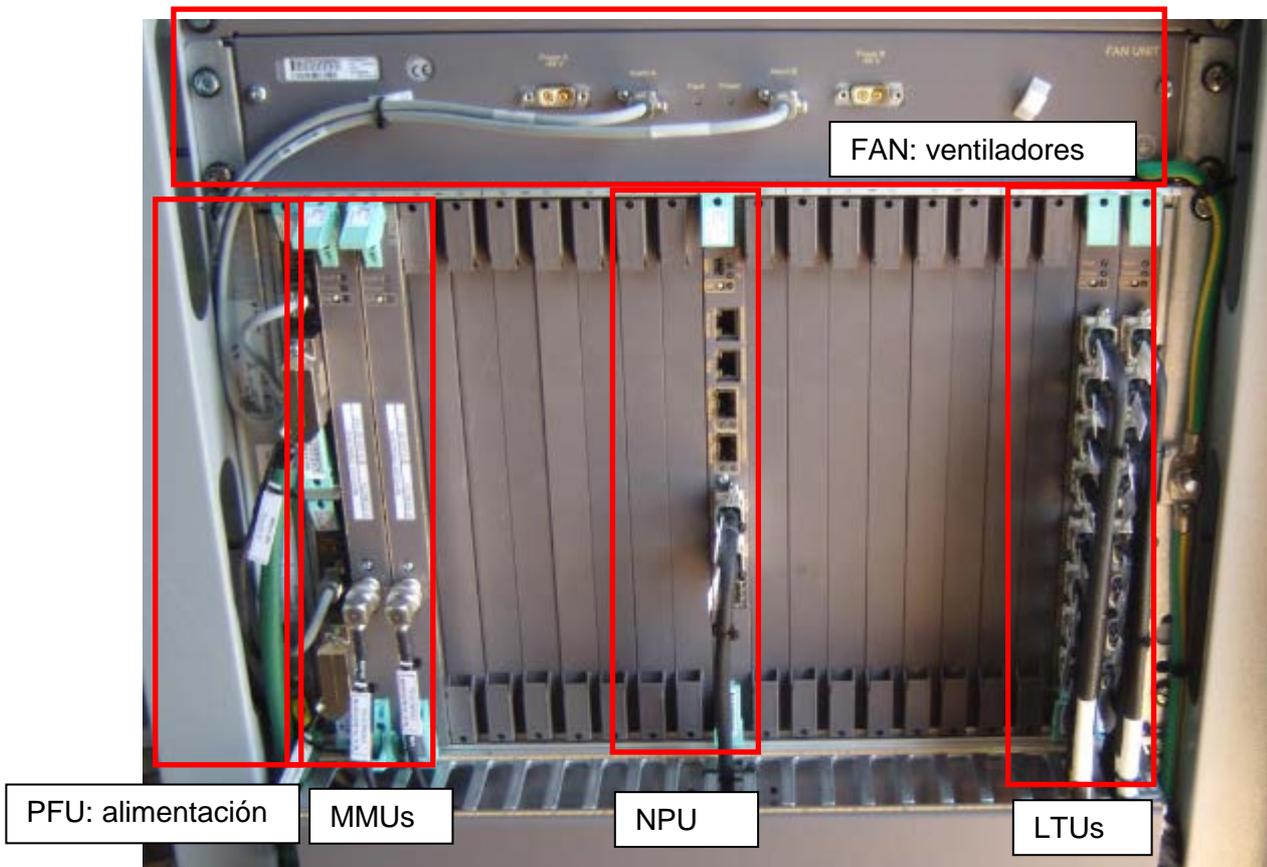


Figura 7.14: TN completo.

## Diseño e implementación de un anillo de radioenlaces en San Javier (Murcia)

---

Desde la NPU del TN se conecta a la RBS (equipo que se encarga de gestionar las llamadas), la NPU transforma las llamadas de vía radio a paquetes de datos IP.



Figura 7.15: NPU en TN 20P

Desde las LTUs se conecta al repartidor, que es el encargado de conectar la transmisión del anillo con la red del operador a través del DDF.



Figura 7.16: LTU en TN 20P.



*Figura 7.17: conexiones en el DDF de la estación.*

## Capítulo 8

### Conclusiones

## 8.1.- Cumplimiento de los objetivos

Los objetivos que se plantearon al comienzo de este proyecto final de carrera, se han cubierto en su totalidad.

El principal objetivo era la puesta en marcha del nuevo anillo de radioenlaces, aunque para conseguir este fin, se han tenido que ir cumpliendo diversos objetivos.

Si los enumeramos cronológicamente, lo primero es plasmar en un documento las peticiones del proyecto del operador y adaptarlo a las características técnicas que tienen los equipos de Ericsson. Todo esto se muestra en el capítulo 4.

A continuación se realizaron los replanteos, en el capítulo 6 se detallan todos los puntos que componen el documento del replanteo. En el ANEXO I, se encuentran todos los replanteos que componen el anillo de radioenlaces.

El siguiente objetivo era realizar la documentación de PRL, en este caso consistía en elaborar un PMP por emplazamiento y obtener la aprobación del PMP por parte de Ericsson y el operador. Todos los PMPs presentados fueron aprobados por ambas partes, este contenido está desarrollado en el capítulo 5.

Una vez realizados los dos puntos anteriores, ya se pudo comenzar la instalación de todos los equipos que componen el anillo de radioenlaces. Como se muestra en el capítulo 7, la instalación y la puesta en marcha del nuevo anillo se llevó a cabo satisfactoriamente. En el ANEXO IV se amplía el capítulo 7 con el resto de reportajes fotográficos de los emplazamientos.

## 8.2.- Problemas encontrados y soluciones

Uno de los primeros desafíos que se presentó, fue la planificación que nos presentó el operador para la realización de todos los trabajos. En dos meses se tenían que llevar a cabo todos los trabajos. Desde los replanteos y la elección de equipos de Ericsson hasta la puesta en marcha de todos los radioenlaces. Aunque con un escaso margen de un par de días, se consiguió finalizar el proyecto dentro de los plazos que nos marcó el operador, gracias a una buena planificación de los trabajos y una buena coordinación de todos los integrantes del proyecto.

Durante la instalación de los equipos en los emplazamientos se tuvieron dos problemas en dos emplazamientos. El MUR\_B, está situado en una azotea de un edificio comunitario, aunque el emplazamiento está alquilado por el operador con la comunidad de vecinos y se tienen todos los permisos en regla, una pequeña parte de la comunidad de vecinos, nos impidió la realización de los trabajos en la azotea. Debido a esto los trabajos se retrasaron unos días, hasta que se logró encontrar al presidente de la comunidad y los administradores, para que nos permitiesen continuar la instalación.

El emplazamiento MUR\_D, es un emplazamiento rural, está ubicado entre unos campos. Hoy en día se están produciendo muchos robos en este tipo de ubicaciones. Cuando ya se tenía superpuesta toda la tirada de cable FI desde la caseta hasta la torre, se produjo un robo del cable FI y de todo el cobre de las tomas de tierra del emplazamiento. Debido a ello se tuvo que reponer toda la tirada de cable con el consiguiente retraso de tiempo.

### **8.3.- Aportaciones personales**

La elaboración de este proyecto y las prácticas realizadas en la empresa Talens Plisman SL, han sido muy favorables para mí, ya que me han aportado muchos conocimientos, tanto en mi trayectoria profesional como a nivel personal.

Lo primero que quiero es agradecer todos aquellos conocimientos que me han transmitido mis compañeros en la empresa, tanto mi tutor, Ricard Torres, como su compañero Antonio Tarrasó. Gracias a ellos he podido asentar todos los conocimientos teóricos que he adquirido a lo largo del grado, en el mundo de la empresa.

También me gustaría resaltar que cuando se plasma un proyecto en papel, a menudo, puede parecer muy sencillo. Pero a la hora de llevarlo a cabo aparecen infinidad de problemas que a priori no se plantean y hay que tener una gran capacidad resolutiva para afrontar los problemas y resolverlos en el menor espacio de tiempo posible.

## **Bibliografía y referencias**



- [1] CARSÍN PÉREZ, ALEXANDRE. Proyecto De Modernización Y Ampliación De Una Estación Base De Telefonía Móvil. 30/07/12 (Director Acadèmic: Cabedo Fabrés, Marta).
- [2] SANTAMARÍA MOLIÓ, MANUEL. Optimización Y Ampliación De La Red De Transmisión De Un Operador De Telefonía Móvil En La Zona De La Safor. 03/11/10 (Director Acadèmic: Herranz Herruzo, José Ignacio).
- [3] UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), <http://www.itu.int/es/Pages/default.aspx>
- [4] Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, <http://www.cmt.es/>
- [5] Cox Christopher, Essentials of UMTS, Cambridge, UK; New York: Cambridge University Press 2008.
- [6] Lingyang Song, Jia Shen, Evolved cellular network planning and optimization for UMTS and LTE, Boca Raton, Fla.; London: Taylor & Francis , 2010.
- [7] I-Reingeniería de ML E a ML TN, <http://www.ericsson.com/es>
- [8] Ordenanza municipal sobre protección contra ruidos y vibraciones de San Javier. [http://www.sanjavier.es/post/files/1277274288\\_Ruidos%20y%20vibraciones.pdf](http://www.sanjavier.es/post/files/1277274288_Ruidos%20y%20vibraciones.pdf)
- [9] Aceptación Traffic Node Ericsson v2, <http://www.ericsson.com/es>
- [10] Plan de prevención de riesgos laborales de Ericsson, <http://www.ericsson.com/es>
- [11] EP-08-0031 Norma de instalación Mini Link TN Orange V8, <http://www.ericsson.com/es>
- [12] EP-09-0086 Normativa Cableado Estructurado V03, <http://www.ericsson.com/es>