Universidad Rey Juan Carlos

Máster en Redes y Servicios de Comunicación Móviles

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN

PROYECTO FIN DE MÁSTER

ESTUDIO DE COBERTURA Y PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE BTS

Autor: Daniel Coronel Ortega

Tutor: Juan José Vinagre Díaz

Curso académico 2010/2011

Universidad Rey Juan Carlos

ACTA DE EVALUACIÓN

Alumno:
Titulación:
Título del proyecto:
¿Es el proyecto resultado de Prácticas en empresas? SÍ / NO

Tutor:
Co-Tutor (en caso de que exista): -

TRIBUNAL

Presidente:
Vocal:
Secretario:

CALIFICACIÓN DETALLADA DEL PROYECTO

	Presidente	Vocal	Secretario
Presentación escrita (MB-B-R-M-MM) **Presentación oral** (MB-B-R-M-MM)			
Complejidad técnica (MB-B-R-M-MM)			
Metodología empleada (MB-B-R-M-MM)			
Resultados obtenidos (MB-B-R-M-MM)			
Esfuerzo realizado (MB-B-R-M-MM)			

CALIFICACIÓN FINAL DEL PROYECTO:

	SB/ NOT/ AP/ SS/ NP
(nota numérica)	Enmarcar la calificación alcanzada

PROYECTO PROPUESTO PARA MATRÍCULA DE HONOR: SÍ/NO
(sólo si la nota numérica final es igual a 9,5)

Fuenlabrada, de de 20__

El Presidente El Vocal El Secretario

Universidad Rey Juan Carlos

RESUMEN

En los últimos años el servicio móvil más demandado es sin duda la banda ancha móvil. Los operadores que explotan el servicio se han dado cuenta de la oportunidad de negocio que se les presenta con ella y están haciendo grandes esfuerzos económicos para actualizar sus infraestructuras y proporcionar un servicio de calidad que les abra un hueco en el mercado.

Además de actualizar equipos existentes e incorporar nuevos equipos, el servicio de banda ancha móvil requiere de una mayor capacidad de transmisión de datos que cualquiera de los servicios ofertados por los operadores móviles lo que les exige un aumento de recursos tanto en el backbone como en el subsistema de estaciones base.

Dentro del proceso de actualización de equipos, los operadores móviles se están encontrando con multitud de problemas dentro de las casetas antiguas para incorporar los nuevos equipos y, en ocasiones, deciden construir nuevas estaciones base para solventar los problemas de espacio y mejorar el servicio ofrecido a los clientes.

Dentro del marco ilustrado en los párrafos anteriores surge el presente Proyecto Fin de Máster, que tratará de ilustrar cómo realizar la planificación de la integración de una nueva estación base dentro de la red existente de un operador móvil. Se realizará con la ayuda de herramientas software un estudio de cobertura integrando la nueva estación base en la red existente del operador móvil y comprobando que su inserción aporta valor añadido a la red.

Como colofón del proyecto, se redactará una memoria de proyecto de construcción similar al que se presentaría en un proyecto administrativo para solicitar licencia. Se acompañarán de planos que describirán cómo realizar las instalaciones de construcción de las casetas y de telecomunicaciones.

Universidad Rey Juan Carlos

Contenido

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES 1
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA NECESIDAD 1
1.2 REDES GSM 4
1.2.1 Breve historia 4
1.2.2 Fundamentos de la red GSM 5
2. OBJETIVOS 13
2.1 OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS 13
2.2 REQUISITOS DE PARTIDA 14
3. METODOLOGÍA 15
3.1 INTRODUCCIÓN 15
3.2 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL PFM 16
3.3 ETAPAS DEL PFM Y PLAN DE TRABAJO 25
3.3.1 Plan de trabajo 25
4. RADIOMOBILE 30
4.1 INTRODUCCIÓN 30
4.2 MODELO DIGITAL DEL TERRENO Y MAPAS 30
4.3 REDES, UNIDADES Y SISTEMAS 32
4.3.1 Definiciones 32
4.3.2 Creación de redes 33
4.3.3 Definición de sistemas 35
4.3.4 Definición de unidades de red 36
4.4 HERRAMIENTA RADIOENLACE 37
4.5 SIMULACIÓN DE COBERTURAS 39
4.5.1 Introducción 39
4.5.2 Cobertura visual 40
4.5.3 Cobertura polar simple 40
4.5.4 Cobertura cartesiana combinada 42
5. ESTUDIO DE COBERTURA 44
5.1 UBICACIÓN DE LA BTS 44
5.2 OBJETIVOS 45

5.3 RADIOENLACE 46
5.3.1 Estaciones base vecinas. 46
5.3.2 Características de los equipos. 47
5.3.3 Viabilidad de los enlaces. 48
5.3.4 Selección del enlace 52
5.3.5 Características finales del radioenlace. 59
5.4 COBERTURA 61
5.4.1 Poblaciones cercanas. 61
5.4.2 Cobertura Sector 1: Valle del río Saja. 62
5.4.3 Cobertura Sector 2: Cañón del río Saja. 70
5.5 CONCLUSIONES 79
6. PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN 80
6.1 INTRODUCCIÓN 80
6.2 MEMORIA 81
6.2.1 Objeto del proyecto de construcción 81
6.2.2 Situación 81
6.2.3 Normativa de aplicación 82
6.2.4 Clasificación urbanística 84
6.2.5 Clasificación de la actividad 84
6.2.6 Descripción de la instalación 85
6.2.7 Obra civil 86
6.2.8 Sistema radiante 88
6.2.9 Equipos de telecomunicación y transmisión 89
6.2.10 Conclusiones 91
6.3 PLANOS 92
6.3.1 Introducción 92
6.3.2 Planos de implantación 92
6.3.3 Planos de infraestructura 98
7. CONCLUSIONES 103
BIBLIOGRAFÍA 105
ANEJOS 106

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA NECESIDAD

Es difícil imaginar el mundo actual sin la telefonía móvil. Hace dos décadas el teléfono móvil irrumpió con fuerza en los mercados internacionales y no ha parado de crecer el número de redes desplegadas en el mundo y el número de clientes. Basta echar un vistazo a la Figura 1.1. para hacerse una idea de la dimensión de mercado que se ha creado.

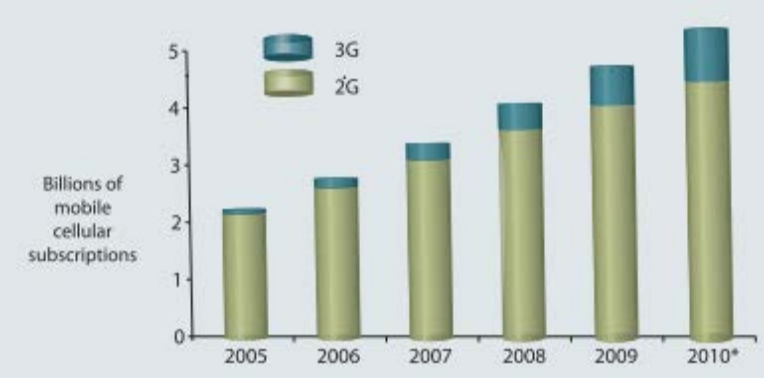


Figura 1.1. Evolución de los clientes de telefonía móvil según ITU.

Según datos de la ITU, a finales de 2010 se estima que había 5.300 millones de usuarios de redes móviles con casi 1.000 millones de subscripciones a redes 3G. Esto supone que un 80% de la población mundial cuente con una línea de teléfono móvil.

Es difícil explicar cuáles son los factores que han favorecido el espectacular despliegue del mercado de la telefonía móvil. Uno de ellos seguro que es la movilidad. Poder realizar o recibir una comunicación de voz en cualquier lugar, con cualquier persona con el mismo número de teléfono proporciona una flexibilidad nunca imaginada. Hasta entonces, las conversaciones telefónicas sólo se podían llevar a cabo cuando los extremos de la comunicación se encontraban ubicados junto a sus teléfonos. Pero estos teléfonos no se podían mover.

Además de la libertad que proporciona la telefonía móvil para establecer comunicaciones en cualquier parte, lleva asociada una serie de servicios que tienen gran utilidad y que facilitan el aumento de mercado de la telefonía móvil. El ejemplo más claro son los SMS. Los SMS son utilizados para comunicaciones cortas y que se pueden difundir al mismo tiempo a varios receptores. Son discretos, rápidos y efectivos. Sin embargo, hoy en día, los SMS cada vez son menos utilizados por el auge de las redes sociales en los países del primer mundo.

Se puede asegurar que el servicio más de moda de la telefonía móvil actual en el primer mundo es la banda ancha móvil. Las necesidades de comunicación del ser humano están evolucionando desde la comunicación de voz hacia otras formas de comunicación como son las redes sociales o el correo electrónico. Para acceder a esta clase de comunicaciones es necesario estar conectado a Internet.

La evolución de las necesidades de comunicación está reflejada en la evolución de los distintos estándares por los que van pasando las redes móviles. En la Figura 1.2. se muestran las velocidades teóricas de bajada en Kbps que se pueden alcanzar con cada una de las tecnologías en orden de aparición.

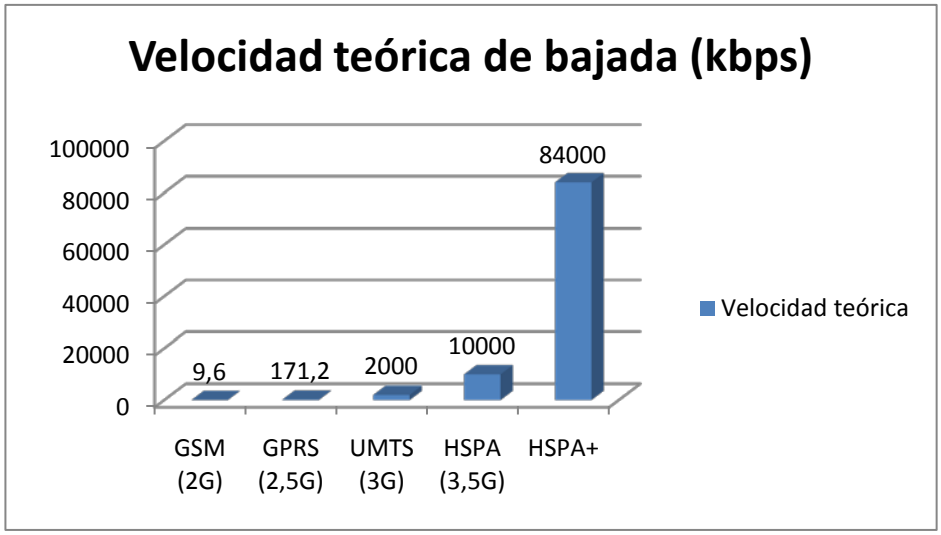


Figura 1.2. Velocidades teóricas de bajada de las tecnologías móviles.

Este aumento de velocidad de transmisión de datos lleva asociadas varias tareas e inversiones para los operadores móviles. Por una parte, deben mejorar la cobertura de su red bien modificando los parámetros de las redes existentes bien añadiendo más estaciones base.

En este contexto de mejora de velocidad de la transmisión de datos surge la necesidad de este Proyecto Fin de Máster (PFM). En las localidades del valle del río Saja y del cañón del río Saja, un operador móvil tiene un déficit de cobertura por lo que decide instalar una nueva estación base que mejore y amplíe la cobertura de la zona. En la Figura 1.3. se muestra un mapa de carreteras de la zona en cuestión.

Figura 1.3. Mapa de la zona de actuación.

En la primera fase el operador ha decidido dar cobertura de GSM en las bandas de 900 MHz y 1800 MHz. Una vez instalada la estación base y consecuencia de un proyecto de ampliación posterior se dotará de cobertura 3G, pero esta ampliación no está dentro del alcance de este PFM.

El presente PFM pretende ilustrar las diferentes fases del diseño de la nueva estación base que se construirá para dar servicio a la zona. Por otra parte, se mostrará cómo es el proyecto constructivo de la estación base, los distintos apartados que comprende y la normativa que afecta.

1.2 REDES GSM

1.2.1 Breve historia

El origen de las redes GSM arranca a principios de los años 80 cuando la "European Conference of Posts and Telecommunications Administrations" (CEPT) constituyó un grupo de trabajo denominado "Groupe Spéciale Mobile". El objetivo de este grupo de trabajo fue definir la especificación estándar para la futura red móvil digital europea que solventara los problemas que tenían las redes móviles analógicas. Los dos principales problemas de las redes analógicas eran una escasa capacidad por falta de disponibilidad de frecuencias y la imposibilidad de utilizar los teléfonos móviles fuera del país al usar estándares diferentes.

Entre los objetivos de diseño del estándar de la nueva red móvil destacan:

- Permitir itinerancia internacional de los abonados.
- Permitir interconexiones con las redes fijas existentes.
- Ofrecer una gama amplia de servicios de voz y datos a los usuarios.
- Prestar servicio a un conjunto muy amplio de estaciones móviles.
- Brindar elevadas prestaciones en cuanto a cobertura, capacidad y calidad de servicio.
- Uso eficiente del espectro radioeléctrico.
- Costes atractivos tanto para los usuarios como para los operadores.

La primera decisión trascendente del Group Speciale Mobile fue la de reservar una porción de espectro común en todos los estados europeos. En concreto se seleccionaron dos bandas de 25 MHz de ancho cada una (890 – 915 MHz y 935 – 960 MHz). Como había servicios de radiocomunicaciones existentes en estas bandas se fueron desalojando paulatinamente.

Posteriormente, el Group Speciale Mobile decidió que la norma a elaborar tendría un carácter evolutivo. Es decir, que se definirían mejores servicios y nuevas prestaciones en sucesivas fases y no de una única vez. En el año 1989 el Group Special Mobile pasó a integrarse dentro de la ETSI (European Telecommunications Standards Institute). Entonces el acrónimo GSM pasó a designar el término Global System for Mobile communications.

La fase I de la norma GSM fue publicada en el año 1990. En años 90 se desarrollaron las redes GSM de forma masiva y se publicaron diversas evoluciones del estándar. El estándar GSM-2, que ampliaba las frecuencias a la banda de 1800 MHz fue publicado en 1997.

1.2.2 Fundamentos de la red GSM

1.2.2.1 Frecuencia

El estándar GSM inicial proponía una reserva de una banda de frecuencias dividida en dos sub-bandas de 25 MHz cada una:

Banda inferior (Enlace Uplink): 890-915 MHz.

Banda superior (Enlace Downlink): 935-960 MHz.

Esta banda se denomina banda GSM primario. Debido al éxito del servicio obtenido en determinados países, posteriormente se tuvo de reservar una segunda banda de frecuencias denominada banda de ampliación (E-GSM 900). Esta banda también estaba constituida por dos sub-bandas de 10 MHz cada una:

Banda inferior (Enlace Uplink): 880-890 MHz.

Banda superior (Enlace Downlink): 925-935 MHz.

En el lanzamiento de la especificación GSM-2 se habilitó una nueva banda de funcionamiento en 1800 MHz. Al igual que en la banda de 900 MHz, la banda de 1800 MHz está constituida por dos sub-bandas pero en este caso de 75 MHz cada una. La banda inferior, destinada al enlace entre la estación móvil y la estación base, comprende las frecuencias entre 1710 y 1785 MHz. Por otra parte, la banda superior correspondiente al enlace estación base y estación móvil tiene reservadas las frecuencias desde 1805 MHz hasta 1880 MHz.

1.2.2.2 Medio de acceso

La interfaz radio GSM utiliza un medio de acceso múltiple que combina el múltiplex por división en frecuencia (FDD) y el múltiplex por división en tiempo (TDMA).

El múltiplex por división en frecuencia se basa en que cada banda GSM está dividida en canales de 200 KHz de ancho de banda. Al haber una banda destinada para el enlace ascendente y otra para el enlace descendente, un radiocanal GSM está formado por un canal en la banda inferior y otro en la banda superior. Como ejemplo, la banda primaria GSM de 25 MHz de ancho de banda está dividida en 124 radiocanales lo que posibilita el uso compartido del espectro.

Cada radiocanal está destinado a dar servicio a ocho usuarios. La forma de dividir el tiempo de ocupación de canal es que cada trama GSM se trocea en ocho porciones de tiempo iguales de duración 0,577 ms. En cada porción de tiempo se asigna un usuario. Las tramas de los enlaces ascendentes y descendentes están desplazadas temporalmente para evitar que un móvil tenga que transmitir y recibir a la vez. El hecho de esta traslación implica el abaratamiento del terminal ya que no es necesario el uso de un circulador en el circuito de antena.

Las tramas GSM se agrupan en multitramas (26 ó 51 tramas), supertramas (26x51 tramas) e hipertramas (2048 supertramas).

Por tanto, cuando un usuario quiere utilizar la red GSM se le asigna un canal de frecuencia entre los que haya disponibles y un slot de tiempo. Por el medio de acceso que implementa GSM, son precisos para el correcto funcionamiento del sistema unos requisitos mínimos de sincronía. Son varios los escenarios donde la sincronía es relevante dentro del funcionamiento normal de la red. Entre ellos destacan la sincronía de reloj entre la estación base y la estación móvil, el alineamiento temporal del móvil con la estación base y la compensación de la distancia entre el móvil y la estación base.

La sincronía del reloj de la estación base y la estación móvil es importante para posibilitar la comunicaciones a tiempo entre ambas. También es necesaria una sincronía entre las distintas estaciones base con un origen de reloj común para posibilitar los traspasos entre estaciones base de un móvil “enganchado” o de una nueva selección de celda si fuera el caso.

Otro escenario diferente donde interviene la sincronía es la necesidad de que el terminal móvil conozca el slot de tiempo, orden de trama, ciclo de multitrama de canales de tráfico y ciclo de multitrama de canales de control. El procedimiento mediante el cual la estación base informa al móvil con total exactitud la posición en que se encuentra dentro de los dos ciclos de multitramas se basa en enviar ráfagas de sincronización por el canal SCH de la portadora baliza (BCCH). Es necesario llevar a cabo este procedimiento cada vez que el móvil se asocia a una estación base ya que cada una de ellas no tiene porqué estar alineada con el resto respecto a los ciclos de multitrama.

Un medio de acceso TDMA necesita una gran sincronía para evitar colisiones de las ráfagas emitidas por los terminales móviles. Como cada terminal móvil puede estar alejado una distancia diferente del resto de terminales, el estándar GSM prevé un procedimiento mediante el cual la estación base estima la distancia a la que se encuentra el terminal móvil y le comunica el Timing Advance con el que debe transmitir. Este procedimiento se realiza de forma continua ya que se presupone movilidad de los terminales móviles.

1.2.2.3 **Despliegues celulares**

El despliegue de redes GSM se realiza de acuerdo a la teoría celular. La teoría celular divide la región a cubrir en celdas de tamaño variable que depende de la demanda de tráfico. También propone una reutilización de los canales disponibles en las distintas celdas de forma que, controlando la interferencia cocanal, se consigue una alta densidad de clientes.

La asignación de canales a cada de una de las celdas con el objetivo de reducir al máximo la interferencia cocanal es una tarea muy compleja que precisa de herramientas especializadas. Asimismo se trata de una tarea viva ya que las demandas de tráfico son variables en el tiempo.

1.2.2.4 **Modulación**

Las características que debía cumplir la modulación empleada para el sistema GSM, de medio de acceso FDD/TDMA eran:

- Elevada eficiencia espectral.
- Escasa radiación en canales adyacentes (60 – 80 dB). Esta fuerte restricción obliga a tratar la señal en frecuencia intermedia y no en banda base.
- Continuidad de fase para reducir la radiación fuera de la banda.
- Envolvente constante de la señal modulada para evitar distorsiones de intermodulación de las etapas amplificadoras.
- Buena característica de error en cuanto a las relaciones portadora/ruido y portadora/interferencia. Muy importante esta característica que influye directamente en la tasa de reutilización de las frecuencias disponibles para el sistema.
- Sencillez en las relaciones físicas de los moduladores y demoduladores. Este aspecto impacta directamente en el tamaño y en el precio del terminal móvil.

Se eligió como modulación una variante de la FSK con un índice de modulación de 0’5 que se denomina MSK. Sin embargo, esta modulación produce bastante energía en los canales adyacentes lo que incumple uno de los requisitos básicos. Para cumplir con el requisito se optó por suavizar las excursiones de fase sometiendo a la señal digital moduladora a un filtrado previo con un filtro gaussiano.

De ahí que la modulación resultante se denomine GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying). Sin embargo, el filtrado introduce una serie de efectos indeseados como interferencias intersimbólicas y disminución del nivel de la señal que tienen que ser compensados en recepción.

Otro de los objetivos que perseguía el Group Special Mobile es un aumento de calidad de la voz percibida. Para ello especificaron el uso de diferentes vocoder digitales para utilizar en distintos situaciones. Los vocoder digitales permiten usar el espectro de forma más eficiente ya que reducen la información a enviar. El uso de la transmisión digital redunda en una mayor protección frente a errores de las señales transmitidas. Ello permite que haya una mayor calidad de voz percibida.

1.2.2.5 **Privacidad**

Otro aspecto que mejora GSM respecto a las redes analógicas existentes es la seguridad prevista tanto en el acceso a la red como en la transmisión de datos.

Con el objetivo de impedir accesos fraudulentos, el sistema GSM obliga a los terminales móviles a autentificarse antes de registrarse en la red, al realizar o recibir una llamada y al obtener servicios suplementarios.

Cada estación móvil cuenta con una clave de autentificación individual que reside en la tarjeta SIM del abonado. La red almacena también esta clave de autentificación en el centro de autentificación (AuC) y cada vez que el terminal móvil se registra, se genera una clave de cifrado para la transmisión. De esta manera se consigue la privacidad de cada una de las comunicaciones.

Es destacable el papel dentro de la red GSM de la tarjeta SIM. La tarjeta SIM almacena la clave de autentificación del usuario y permite la portabilidad y el mantenimiento de la identidad del usuario aunque éste cambie el teléfono.

1.2.2.6 **Arquitectura de red GSM**

La red GSM debe realizar múltiples tareas para su buen funcionamiento. Algunas de estas tareas son localización, identificación y registro con autentificación de abonados, encaminamiento y conmutación de llamadas con su correspondiente facturación y señalización e interconexión con otras redes. La complejidad de esta red es grande, por lo que se divide en subsistemas y éstos en sistemas específicos encargados de una o varias funciones cada uno.

La red GSM distingue los siguientes subsistemas:

- Subsistema de estaciones base.
- Subsistema de conmutación y gestión.
- Subsistema de operación y mantenimiento.

Fuera de la red, está el conjunto de estaciones móviles. Las estaciones móviles, en adelante MS, son los equipos físicos utilizados por el usuario para acceder los servicios de la red. El equipo físico como tal es anónimo y es necesario dotarlo de identidad por medio de una tarjeta SIM (Subscriber Identity Module) donde reside la identidad del abonado así como otros datos importantes para la red GSM.

La MS realiza una serie de funciones básicas como son:

- Realizar la transmisión/recepción de las informaciones de usuario y de señalización a través de la interfaz radio.
- Inicializar el procedimiento de conexión con la red.
- Sintonizar frecuencias y realizar el seguimiento automático de las estaciones base en la zona de cobertura donde se halle.
- Funciones de procesamiento de voz.
- Adaptar velocidades e interfaces para las señales de datos.

Subsistema de estaciones base

Comprende las funciones de capa física haciendo uso de un conjunto de canales lógicos. Los conjuntos lógicos son estructuras de datos y protocolos que realizan funciones de intercambio de información necesarias para:

- Seguimiento/localización de las estaciones móviles y aviso a las mismas.
- Establecimiento de las llamadas.
- Mantenimiento de las comunicaciones establecidas.
- Supervisión y control de la calidad.
- Facilidades operativas.

Dentro del subsistema de estaciones base se distinguen dos unidades funcionales:

a) Controlador de estación base (BSC). En esta unidad es donde recae la mayoría de las funciones de control. Un BSC puede encargarse a nivel de gestión de varias estaciones base (BTS). El BSC se encarga por ejemplo de la asignación de los recursos radio de las BTS (asignación, utilización y liberación de las frecuencias, traspasos, funcionamiento con frequency hopping, etc.

b) Estación base (BTS). Constituida por equipos transmisores y receptores de radio, elementos de conexión al sistema radiante, antenas e instalaciones accesorias como torres soporte, pararrayos, tomas de tierra etc. Dentro de una red GSM hay multitud de estaciones base por lo que los equipos a instalar en una BTS deben ser duraderos, fiables y de coste moderado.

Subsistema de conmutación y gestión

Realiza todas las funciones requeridas para manejar los protocolos de señalización para el establecimiento, mantenimiento y liberación de las llamadas. Las funciones básicas que recaen en este subsistema son:

- Localización y registro con autentificación de los abonados.
- Encaminamiento de las llamadas.
- Gestión de los recursos radio durante las llamadas.
- Tratamiento de la movilidad de los usuarios durante las llamadas (traspasos).
- Intercambio de señalización entre entidades funcionales de la red GSM y con redes externas.

Está constituido por varias unidades funcionales como son:

a) Centro de conmutación de móviles (MSC)

Es una central telefónica que realiza las funciones de encaminamiento y conmutación de llamadas para las MS situadas en el área de central. Dentro de la red suele haber varias MSC de gran tamaño con enlaces mallados entre sí. Proporciona funciones adicionales necesarias para sustentar la movilidad y organizar la asignación de los recursos radioeléctricos. Sus funciones más destacadas son:

- Procedimientos de localización y registro de abonados y su actualización.
- Gestión de llamadas entrantes y salientes.

- Establecimiento de circuitos con conexión entre las MS y otras redes.
- Gestión de los protocolos de señalización.
- Funciones de pasarela para interconexión con la red fija. Normalmente no reside en todos los MSC.
- Recopilación de datos de tráfico y facturación.

b) Registro general de abonados (HLR)

El registro general de abonados en una base de datos donde residen los datos de abonado de la red. Contiene datos permanentes y volátiles. Los datos permanentes son la identificación del abonado (IMSI), servicios suscritos y limitaciones de servicio. Los datos volátiles son los relativos a la localización de la estación móvil como son las direcciones del VLR y del MSC donde esté adscrita.

c) Registro de visitantes (VLR)

El registro de abonados itinerantes es una base de datos asociada a un centro de conmutación de móviles (MSC). Está destinado a almacenar información dinámica de usuarios transeúntes en el área de cobertura de la MSC. Cuando una estación móvil itinerante se asocia a un MSC, éste notifica este hecho al VLR asociado donde se almacenan una serie de datos de la estación móvil como:

- Identidad permanente del abonado (IMSI)
- Número temporal del abonado (TMSI)
- Número telefónico del abonado (MSISDN)
- Número de encaminamiento de las llamadas (MSRN)
- Datos del abono de usuario (servicios y restricciones)

Subsistema de operación y mantenimiento

Realiza las funciones de gestión de red y cuida los aspectos relativos a la seguridad de acceso y de las comunicaciones para los usuarios.

Las funciones de gestión de red recaen sobre el centro de operaciones y mantenimiento (OMC). Para garantizar la seguridad de la red hay dos unidades funcionales distintas: el centro de autentificación (AuC) y el registro de identidad de los equipos (EIR).

En el centro de operaciones y mantenimiento (OMC) residen las funciones de control y de gestión de la red de carácter técnico y administrativo de abonados, terminales y facturación además de estadísticas de red. Sus funciones son las mismas que las de cualquier otra red fija de telefonía.

En centro de autentificación (AuC) es una base de datos donde residen las identidades de cada abonado (IMSI) junto con su clave de red *ki*. El AuC está asociado al registro general de abonados y proporciona la información necesaria para validar los usuarios por parte de la red.

En cuanto al EIR es otra base de datos donde se almacenan las identidades de los teléfonos móviles (número IMEI). Cuando una estación móvil trata de utilizar la red, el MSC consulta al EIR la validez del IMEI del equipo. En el EIR existen tres listas diferentes:

- Lista “blanca” que almacena las identidades de los equipos autorizados para el acceso.
- Lista “negra” con las identidades de los equipos con acceso prohibido porque han sido denunciados como robados.
- Lista “gris” donde están las identidades de los equipos en observación.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

El objetivo principal de este PFM es la planificación y el diseño de una estación base de un operador de telefonía móvil. Este objetivo se desprende de la necesidad de las operadoras de realizar nuevos despliegues con el fin de mejorar la cobertura de sus clientes para ofrecer servicios de última generación.

Aunque los datos de partida que se han empleado en el presente proyecto se han extraído de una toma de requisitos real de un operador concreto, el proyecto en sí ha sido realizado como un trabajo académico y no cuenta con una conexión directa con ningún pedido real de ningún operador de telefonía móvil.

Para detectar sus necesidades de cobertura, los operadores móviles emplean varios métodos. Por una parte, cuentan con las simulaciones de cobertura de sus estaciones base. Estas simulaciones de cobertura se corroboran con estudios de campo donde se mide in situ la intensidad de campo. Para apoyar estas mediciones y detectar otro tipo de problemas de funcionamiento de la red ajenos a la cobertura, las operadoras cuentan con estadísticas recogidas por sus centros de operación y mantenimiento así como por los centros de atención al cliente. Teniendo en cuenta los datos tomados de las diversas fuentes se pueden detectar zonas donde la cobertura debe ser mejorada.

Bajo las premisas expresadas en el párrafo anterior, un operador móvil detecta un fallo de cobertura y propone un emplazamiento para una nueva estación base al no poder subsanarlo retocando parámetros de transmisión de las estaciones base colindantes. El presente PFM tratará de ilustrar las tareas de gabinete necesarias para la validación y construcción de una nueva estación base.

La consecución final del objetivo principal del presente PFM se llevará a cabo a través de los siguientes objetivos particulares:

- Desarrollo de una metodología de trabajo específica para este proyecto.
- Conocimiento de la herramienta de simulación gratuita Radio Mobile.
- Validación del emplazamiento mediante un estudio de cobertura realizado con Radio Mobile.
- Elaboración del proyecto de construcción de la estación base.

En el *Apartado 3 Metodología* se especifican más en detalle los objetivos concretos propuestos para cada una de las fases en que se ha dividido la realización de este proyecto.

2.2 REQUISITOS DE PARTIDA

El presente PFM tiene una serie de condicionantes que son los que habitualmente imponen los operadores móviles cuando estos proyectos se realizan en el ámbito profesional.

En el caso que nos ocupa, el operador móvil ha hecho un estudio previo de la zona del río Saja y ha seleccionado un emplazamiento que, a priori, puede satisfacer sus necesidades. Por consiguiente no será necesario realizar una fase de selección del mejor emplazamiento ya que se da por hecho que el operador la ha realizado por su cuenta.

Otro de los condicionantes existentes en el PFM es la necesidad de cubrir varias poblaciones de la ribera del río Saja. Al ver la orografía, se puede dividir la zona a cubrir en dos áreas perfectamente diferenciadas. El cañón del río Saja, que queda al suroeste del emplazamiento propuesto y el valle del río Saja, que queda al noreste del mismo. Por tanto, se considerarán dos sectores para el nuevo emplazamiento.

En cuanto a la tecnología a desplegar en la estación base, se supone un despliegue en la banda primaria de GSM. Con posterioridad, este despliegue podrá extenderse a DCS 1800 y 3G.

Los equipos de GSM a instalar en la nueva estación base vienen impuestos como requisitos de partida. En concreto, para esta estación base se pretende instalar el modelo RBS-2206 de Ericsson que reduce espacio y está orientado a la integración con equipos All-IP que se instalarán con la evolución a LTE.

En cuanto al radioenlace necesario para conectar la estación base a la gestión de la red, se ha seleccionado el modelo Mini-link de Ericsson. Este modelo es el más utilizado por uno de los operadores principales en el ámbito nacional, lo que facilitará la integración de la nueva BTS en la gestión del subsistema de estaciones base de la zona.

3. METODOLOGÍA

3.1 INTRODUCCIÓN

El presente PFM se desarrollará conforme a la metodología de desarrollo de proyectos. El objetivo perseguido con la aplicación de esta metodología es dimensionar el trabajo a desarrollar para alcanzar cada uno de los objetivos expuestos en el Apartado 2. Uno de los resultados más destacados de la aplicación de la metodología de proyectos será obtener una división de tareas con objetivos más concretos, cuyo alcance servirá de guía para conseguir los objetivos perseguidos.

La metodología de proyectos se aplica también en los proyectos del ámbito profesional aunque se debe tener en cuenta que éstos suelen tener una complejidad mucho mayor al tener más variables que controlar. En el caso del PFM, la dirección del proyecto recae sobre el profesor tutor mientras que el resto de tareas recaen sobre el alumno que es el único recurso con el que realizar el proyecto.

El uso de la metodología de proyectos permite que todos los pasos intermedios que se realicen vayan enfocados a la consecución de los objetivos finales. De esta manera, se conserva una visión global del proyecto mientras se desarrollan de forma detallada cada una de las tareas en las que se dividirá el conjunto del mismo.

Otro aspecto muy destacado de la aplicación de la metodología de proyectos es la realización de una correcta priorización de tareas. De esta forma, el alumno puede determinar las tareas más críticas respecto al resto e ir solapando tareas para desarrollar el PFM de la forma más eficaz. En el ámbito profesional la priorización de tareas es básica para el éxito de los proyectos y se utilizan herramientas como Microsoft Project para hacer el seguimiento de la planificación del proyecto.

La división del proyecto en tareas más pequeñas permite establecer una planificación por separado de cada uno de los módulos. Como consecuencia, la carga de trabajo que acarreará el desarrollo de cada uno de ellos puede ser prevista con anticipación. Además el establecimiento de relaciones temporales de cada una de las tareas con el resto permitirá detectar cuáles marcarán el devenir temporal de la ejecución de proyectos.

Por tanto se puede resumir que la aplicación correcta de la metodología de proyectos hará que se detecten distintas fases en la elaboración del PFM pudiendo definir aquellás más críticas en las que poner más énfasis y esfuerzo para evitar retrasos en la consecución de los objetivos finales. Este esfuerzo previo permitirá una coordinación ejemplar entre el profesor tutor y el alumno ya que permite entrever la dimensión del proyecto en global y facilita la imposición de hitos en función de la carga de trabajo y del camino crítico del propio proyecto.

3.2 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL PFM

La metodología de trabajo desarrollada para el presente PFM define las siguientes fases en el desarrollo del mismo:

Fase 1: Definición del alcance del Proyecto.

Fase 2: Planificación del Proyecto.

Fase 3: Elaboración del estudio de cobertura.

Fase 4: Elaboración del Proyecto de construcción.

Fase 5: Elaboración de la Memoria Final del PFM

A continuación de describen de manera detallada las actividades involucradas en cada una de ellas.

Fase 1: Definición del alcance del Proyecto.

El punto de partida para la elaboración de este PFM es la identificación de los objetivos a cumplir en el presente proyecto y, en consecuencia, la definición del alcance inicial y la profundidad requerida por este trabajo.

En este caso particular, el proyecto parte de la necesidad de un operador de telecomunicaciones móvil de mejorar la cobertura GSM en una zona donde se ha detectado un servicio deficiente. El objetivo final perseguido es dotar a futuros y actuales clientes de los mejores servicios 3G en una segunda fase.

La zona a cubrir está enclavada junto a la ribera del río Saja en la provincia de Santander y sus poblaciones más importantes son Cabezón de la Sal, Ruente, Ucieda de Abajo, Ucieda de Arriba y Villanueva de la Peña. En la Figura 3.1. se muestra un plano ampliado de la zona en cuestión.

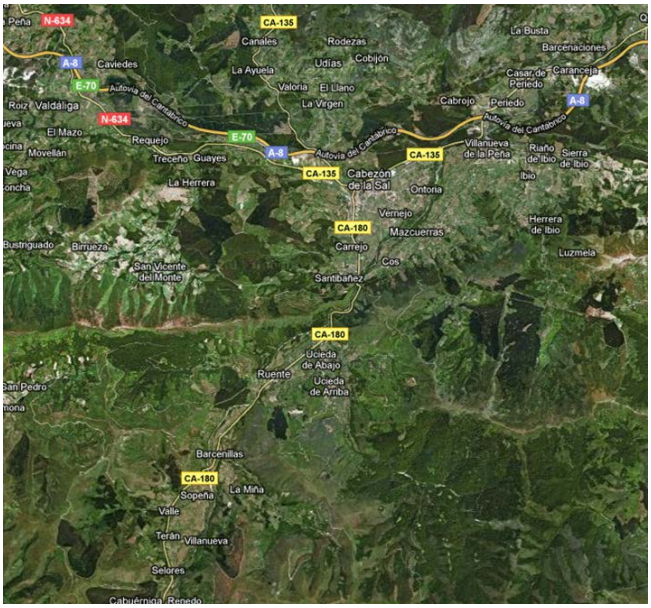


Figura 3.1. Zona de actuación.

Se supone que se ha realizado un estudio previo de la orografía de la zona y se ha seleccionado un emplazamiento donde podría enclavarse la nueva estación base. Dicho emplazamiento se denominará en adelante, BTS UCIEDA. En una primera fase del proyecto, se evaluará la conveniencia de la instalación de una estación base en dicho emplazamiento. Para ello se realizará un "Estudio Básico de Cobertura".

En caso que del "Estudio Básico de Cobertura" muestre como apto el emplazamiento para albergar una nueva estación base de la red, se pasará a la segunda fase del PFM. Esta segunda fase comprende la elaboración del "Proyecto de Construcción" de la estación base de acuerdo con las normativas legales vigentes.

La fase de definición de objetivos se divide en las siguientes tareas:

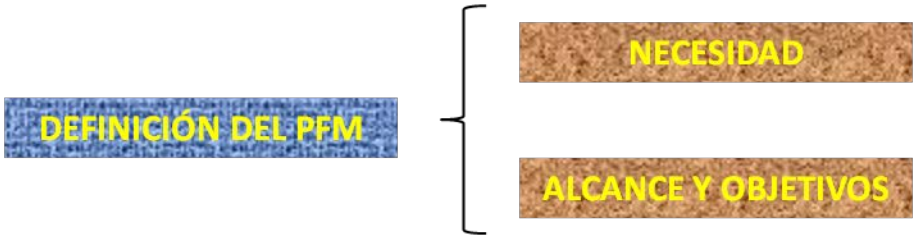


Figura 3.2. Esquema de la Fase 1 del PFM

- Actividades principales:
  - Identificación de la necesidad para la elaboración de un PFM.
  - Descripción de la tecnología base.
  - Concreción de objetivos y del alcance final del PFM.
- Termina cuando:
  - Exista una idea clara de la necesidad a cubrir por el proyecto.
  - Se propongan objetivos a cumplir en el desarrollo del proyecto.
- Duración:
  - 1 mes
- Se solapa con:
  - Fase 2: Planificación del Proyecto.
  - Fase 5: Redacción de la memoria.
- Documentación que genera:
  - Apartados 1, 2 y 6 de este trabajo:
  - Introducción y Antecedentes: necesidad y descripción del proyecto
  - Objetivos a cumplir
  - Bibliografía utilizada

Fase 2: Planificación del Proyecto

El objetivo perseguido en este apartado es establecer un calendario que permita alcanzar los objetivos marcados en la Fase 1 a tiempo. Con este fin, se desglosará el proyecto en todas las actividades y tareas a realizar concretando un intervalo temporal de realización. A continuación se establecerán las relaciones temporales entre todas las tareas identificando aquellas que van a requerir un mayor esfuerzo para llevar a cabo a tiempo el presente PFM.

Una adecuada planificación del proyecto ayuda a garantizar que el avance se produzca de forma eficaz y que se establezca una base sólida para que el presente PFM finalice con éxito.

Dentro de la etapa de planificación se encuentran diferentes tareas a realizar:

1. Resumen previo: en él se recogen inicialmente los aspectos más relevantes del PFM, tales como personas intervinientes y recursos, control del proyecto, objetivos propuestos, etc.

2. Modularización del proyecto y definición de la secuencia de tareas a desarrollar: el siguiente paso es la división del proyecto global en tareas más concretas que puedan ser desarrolladas individualmente y el establecimiento de un orden de ejecución de las mismas.

3. Establecimiento del control del proyecto: el control del estado del proyecto es fundamental para el desarrollo coordinado de las tareas definidas y su cumplimiento, lo que marcará el devenir final del mismo.

   En este caso serán necesarias reuniones periódicas de control entre el alumno y el tutor del PFM para exponer el estado de las tareas que se estén desarrollando en ese momento concreto y para prevenir futuros problemas que puedan surgir en aquéllas que todavía no han comenzado a ejecutarse.

4. Asignación de recursos. En un PFM los recursos humanos que lo desarrollan se limitan fundamentalmente al alumno que lo desarrolla y al tutor que supervisa el avance del mismo.

5. Clarificación del alcance del PFM y revisión de metas y objetivos: una vez llegados a este punto, resulta conveniente la revisión de los objetivos iniciales y su ajuste en caso de que se haya producido la variación de alguna circunstancia inicial del proyecto.

Un resumen de las tareas incluidas en esta etapa es el siguiente:

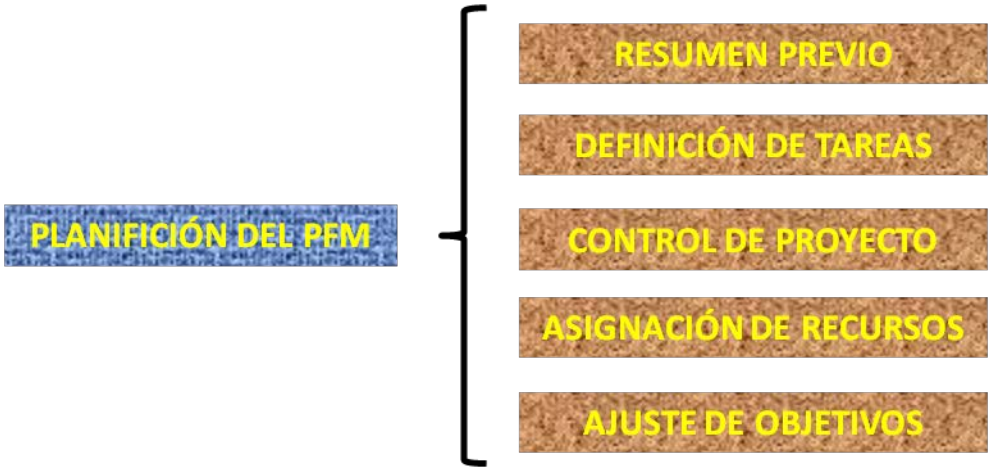


Figura 3.3. Esquema de la Fase 2 del PFM

- Actividades principales:
  - División del proyecto en tareas concretas y establecimiento de un intervalo de ejecución de cada una de ellas hasta completar el proyecto global.
  - Definición del control del proyecto mediante la programación de reuniones periódicas.
  - Redefinición de los objetivos del proyecto si fuese necesario.
- Termina cuando:
  - Exista una idea clara de cómo desarrollar el proyecto.
  - Se haya elaborado los diagramas necesarios para facilitar el seguimiento del proyecto. En el caso que nos ocupa bastará con un diagrama de Gantt.
- Duración:
  - 1 mes
- Se solapa con:
  - Fase 1: Definición del alcance del proyecto en la parte inicial de la descripción de la tecnología a utilizar realizada en la fase anterior.
  - Fase 5: Elaboración de la Memoria Final del PFM.
  - El control del proyecto puede igualmente solaparse con la etapa anterior ya que no es una tarea independiente del resto de las de esta fase.

- Documentación que entrega:
  - Planificación temporal de las actividades a realizar (Diagramas de Gantt).
  - Apartado 3 de este trabajo.
  - Bibliografía utilizada.

Fase 3: Elaboración del estudio de cobertura

En esta fase se elaborará un estudio de cobertura con el objetivo de verificar que la localización propuesta cumpla con los requisitos de servicio.

Para realizar el estudio de cobertura se utilizará una herramienta gratuita de cálculo de coberturas y radioenlaces como es Radio Mobile. Radio Mobile utiliza mapas digitales de terreno gratuitos descargados de diversos servidores de Internet con la posibilidad de fusionarlos con mapas cartográficos. Se describirán sus posibilidades en el Apartado 4 del presente PFM para mostrar que es una aplicación válida para el desarrollo del PFM.

Lo ideal para realizar el estudio sería haber contado con una herramienta más potente y con un modelo digital del terreno mejor, pero al no contar con acceso a ninguna de ellas se ha optado por la alternativa gratuita que es igualmente ilustrativa que la que se podría obtener con software más completos aunque con resultados quizá más inexactos.

El estudio de cobertura llevado a cabo en esta fase está dividido en dos partes claramente diferenciadas: viabilidad de integración en la red del operador mediante enlace radio y viabilidad de cobertura en las poblaciones objetivo.

En la viabilidad de integración de la estación base en la red del operador se analizará la estructura actual de la red del operador en la zona y se simulará la posibilidad de integrar la nueva estación base dentro de ella. Junto con la simulación se analizarán los pros y los contras de las distintas posibilidades con el objetivo de seleccionar la mejor opción de integración.

En cuanto al estudio de cobertura, el primer análisis a realizar será la situación geográfica de las poblaciones a cubrir para determinar el número de sectores con los que se equipará la nueva estación base. Posteriormente, se hará un análisis de la integración de la nueva estación base en la red del operador móvil con el fin de determinar el mejor radioenlace posible.

A continuación se calculará, ayudado por Radio Mobile, la cobertura ofrecida por la nueva estación base sector a sector analizando los resultados obtenidos. La última etapa de esta fase será contrastar dichos resultados con los requerimientos iniciales del operador para validar la conveniencia o no de la construcción de la nueva estación base.

De la misma forma presentada en las fases anteriores, se expone a continuación un resumen de lo contenido en esta tercera etapa:

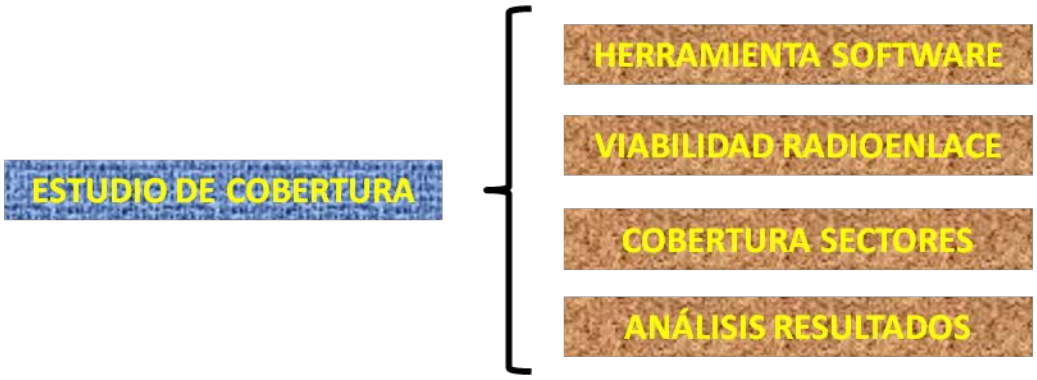


Figura 3.4. Esquema de la Fase 3 del PFM

- Actividades principales:
  - Estudio de las capacidades de la herramienta de cálculo de coberturas y radioenlaces.
  - Estudio de la viabilidad de integración de la nueva estación base en la red existente del operador.
  - Estudio de cobertura de los nuevos sectores.
  - Análisis de los resultados obtenidos.
- Termina cuando:
  - Se detallen las capacidades de la herramienta a utilizar.
  - Se demuestre la viabilidad del radioenlace de la nueva estación base.
  - Se calcule la cobertura de cada uno de los sectores de los que contará la nueva estación base.
  - Se conozca con certeza si la construcción de la nueva estación base va a cumplir con los requisitos de cobertura deseados.
- Duración:
  - 2 meses
- Se solapa con:
  - Fase 5: Elaboración de la Memoria Final del PFM

- Documentación que entrega:
  - Apartados 4 y 5 de este trabajo.
  - Referencias bibliográficas.

Fase 4: Elaboración del Proyecto de construcción

Una vez que el estudio de cobertura muestre que la instalación de la nueva estación base va a proporcionar valor añadido a la red se procede a la elaboración del proyecto de construcción de la misma. El objetivo en este punto es mostrar cómo sería un proyecto típico para la construcción de una estación base.

Los proyectos de construcción, al igual que la mayoría de los proyectos en general, se dividen en varios apartados. Los más usuales suelen ser Memoria, Estudio de Seguridad y Salud, Planos, Pliego de Prescripciones Técnicas y Presupuesto.

En el presente PFM sólo se va a redactar la memoria y se va a elaborar el apartado de Planos correspondiente al proyecto de construcción, detallando todos los aspectos referentes a la construcción de los diversos elementos que conforman la estación base (torre y caseta) así como a los equipos de telecomunicación (antenas y equipos de transmisión GSM). Incluir el resto de documentación usual en un proyecto administrativo haría que el PFM fuera excesivamente voluminoso además de aportar un reducido valor académico.

En la memoria se describe de forma detallada el objeto del proyecto sin entrar en mucha profundida técnica. En ella se hará referencia la normativa de aplicación y se incluirá la descripción somera de todas las tareas a realizar durante la ejecución de la obra. La descripción técnica se presentará en el Pliego de Prescripciones Técnicas.

En el apartado de planos se detallan los trabajos de instalaciones a realizar, proporcionando toda la información necesaria a los instaladores para realizar las obras.

- Actividades principales:
  - Redacción de la memoria del proyecto de construcción.
  - Enumeración de riesgos a tener en cuenta en el estudio de seguridad y salud.
  - Elaboración de los planos del proyecto.

- Termina cuando:
  - Se finalice la memoria del proyecto de construcción.
  - Se finalice el apartado destinado a la seguridad y salud.
  - Se realicen los planos del proyecto.
- Duración
  - 2 meses.
- Se solapa con:
  - Fase 5: Elaboración de la Memoria Final del PFM
- Documentación que entrega:
  - Apartados 6 del presente trabajo.
  - Referencias bibliográficas.

Fase 5: Elaboración de la Memoria Final del PFM

La última etapa del presente PFM comprende la elaboración de esta memoria y la inclusión de todos los resultados obtenidos en el desarrollo de cada una de las fases.

- Actividades principales:
  - Definición de la estructura de la memoria de este PFM.
  - Redacción de los distintos apartados que la componen.
  - Revisión final por parte del tutor.
- Termina cuando:
  - Se revise, encuaderne y deposite la presente memoria.
- Duración:
  - 1,5 meses.

- Se solapa con:
  - Cada fase se documentará por escrito al finalizarse. Por tanto, la redacción de la documentación de dicha fase se solapará con la siguiente fase.
- Documentación que entrega:
  - Memoria final del PFM encuadernada con toda la información asociada al diseño y construcción de la estación base.

3.3 ETAPAS DEL PFM Y PLAN DE TRABAJO

Una vez que se ha descrito la metodología propuesta para la realización de este PFM se está en condiciones de aplicarla al caso concreto que nos ocupa. El primer resultado de este proceso es la creación de un Diagrama de Gantt que refleje las distintas fases descritas anteriormente y las actividades a realizar en cada una de ellas. En definitiva, se trata de aplicar todo lo dicho anteriormente al caso del diseño y construcción de una estación base GSM.

Como resultado del desarrollo de las distintas fases se irá produciendo una serie de documentos que, al integrarse unos con otros, formarán parte de los diversos apartados en los que se dividirán el presente PFM.

3.3.1 Plan de trabajo

A continuación se muestra el plan de trabajo seguido para la confección de este PFM. En él pueden observarse las distintas etapas descritas a continuación y las características y particularidades propias de cada una de ellas, así como las tareas concretas a completar, los resultados de cada una y la duración final de todas ellas.

Figura 3.5. Plan de trabajo

Cada una de las etapas descritas se compone de las siguientes tareas concretas:

Paquete de trabajo	1. Definición del alcance del Proyecto.	Fecha Inicio	Mes 1	Fecha Fin	Mes 1
Objetivos Identificar los objetivos del PFM.					
Tareas T1.1 Identificación de la necesidad para la elaboración del PFM: motivación para la elaboración del PFM. Identificación del escenario de partida para la elaboración del PFM. T1.2 Descripción de la tecnología a utilizar: descripción de la tecnología GSM haciendo hincapié en los parámetros que interesan a la hora de realizar simulaciones de cobertura. T1.3 Definición de objetivos del PFM: elaboración de un listado de objetivos desprendidos de las tareas T1.1. y T1.2.					
Entregables (mes en que tendrá lugar) E1.1 Introducción y Antecedentes (M1): documento que introduce el tema de las redes GSM e identifica las necesidades de las que parte el PFM. E1.2 Objetivos (M1): documento con los objetivos iniciales del PFM.					

Paquete de trabajo	2.Planificación del proyecto	Fecha Inicio	Mes 1	Fecha Fin	Mes 2
Objetivos Obtención de una planificación inicial detallada del PFM. Se concretan las acciones y tareas a desarrollar. Establecimiento de criterios de control del PFM.					
Tareas T2.1 División del PFM en tareas y fases: esquematización de las diversas tareas que comprenderán en PFM. T2.2 Elaboración de una programación temporal de las tareas: establecimiento de intervalos temporales de ejecución de las distintas tareas considerando las relaciones que estas tienen entre sí. T2.3 Establecimiento de medidas para el control del PFM.					
Entregables (semana en que tendrá lugar) E2.1 Diagrama de Gantt del PFM (M2): documento que identifique las diferentes fases, las dimensione temporalmente y señale la relación temporal entre todas ellas.					

Paquete de trabajo	3. Elaboración del estudio de cobertura	Fecha Inicio	Mes 2	Fecha Fin	Mes 4

Objetivos

Validación del emplazamiento propuesto.

Conocimiento de la herramienta software a realizar para el estudio de cobertura.

Tareas

T3.1 Conocimiento de la herramienta software: enumeración de las capacidades y limitaciones de la herramienta software empleada en el estudio de cobertura.

T3.2 Estudio de la viabilidad de integración en la red del operador de la nueva BTS: análisis de las posibles formas de comunicar por radioenlace de la nueva BTS con las existentes para seleccionar la mejor opción.

T3.3 Estudio de cobertura de cada uno de los sectores de la nueva BTS: cálculo de los parámetros de apuntamiento de las antenas sectoriales y análisis de la cobertura ofrecida por cada uno de los sectores.

T3.4 Análisis de los resultados obtenidos: estudio de los resultados obtenidos en las tareas T3.2 y T3.3. para comprobar si la construcción del emplazamiento daría valor añadido a la red del operador.

Entregables (semana en que tendrá lugar)

E3.1 Radio Mobile (M3): documento que describe la herramienta software usada para realizar el estudio de cobertura.

E3.2 Estudio de cobertura (M4): documento que contiene los condicionantes y los resultados del estudio de cobertura necesario para dar validez al emplazamiento.

Paquete de trabajo	4. Elaboración del Proyecto de Construcción.	Fecha Inicio	Mes 4	Fecha Fin	Mes 6

Objetivos

Redactar la memoria del proyecto de construcción de la estación base. Enumerar los aspectos principales a tener en cuenta en el apartado del *Estudio de Seguridad y Salud* que llevaría el proyecto de construcción. Elaboración de los planos asociados a la construcción de la estación base.

Tareas

T4.1 Recopilación de los datos necesarios para la elaboración de la memoria: normativa a utilizar, datos de la estación base así como datos de las instalaciones que lleva asociadas la estación base.

T4.2 Redacción de la memoria de la construcción de la estación base: organización de los datos a incluir en la memoria para describir las tareas a ejecutar en obra.

T4.3 Diseño de las distintas instalaciones que forman parte de una estación base.

Entregables (semana en que tendrá lugar)

E4.1 Memoria del proyecto de construcción (M5): documento que describe el objeto y las particularidades del proyecto.

E4.2 Planos del proyecto de construcción (M6): documento que incorpora los planos de todas las instalaciones que conlleva la construcción de una estación base.

Paquete de trabajo	5. Elaboración de la memoria del PFM	Fecha Inicio	Mes 2	Fecha Fin	Mes 7
Objetivos Elaboración de la memoria del PFM incluyendo toda la documentación y diagramas generados.					
Tareas T5.1 Definición de la estructura de la memoria del PFM: identificar los requisitos incluidos en el *Reglamento PFM RESMovil* y creación de la estructura de la memoria. T5.2 Redacción de la memoria: redactar los distintos apartados que la componen incluyendo todos los gráficos y diagramas generados en las distintas etapas del proyecto. T5.3 Revisión final de la memoria del PFM: revisión final y correcciones de errores identificados por parte del tutor.					
Entregables (semana en que tendrá lugar) E5.1 Memoria encuadernada del PFM (M7): 1 copia en papel y otra en formato electrónico					

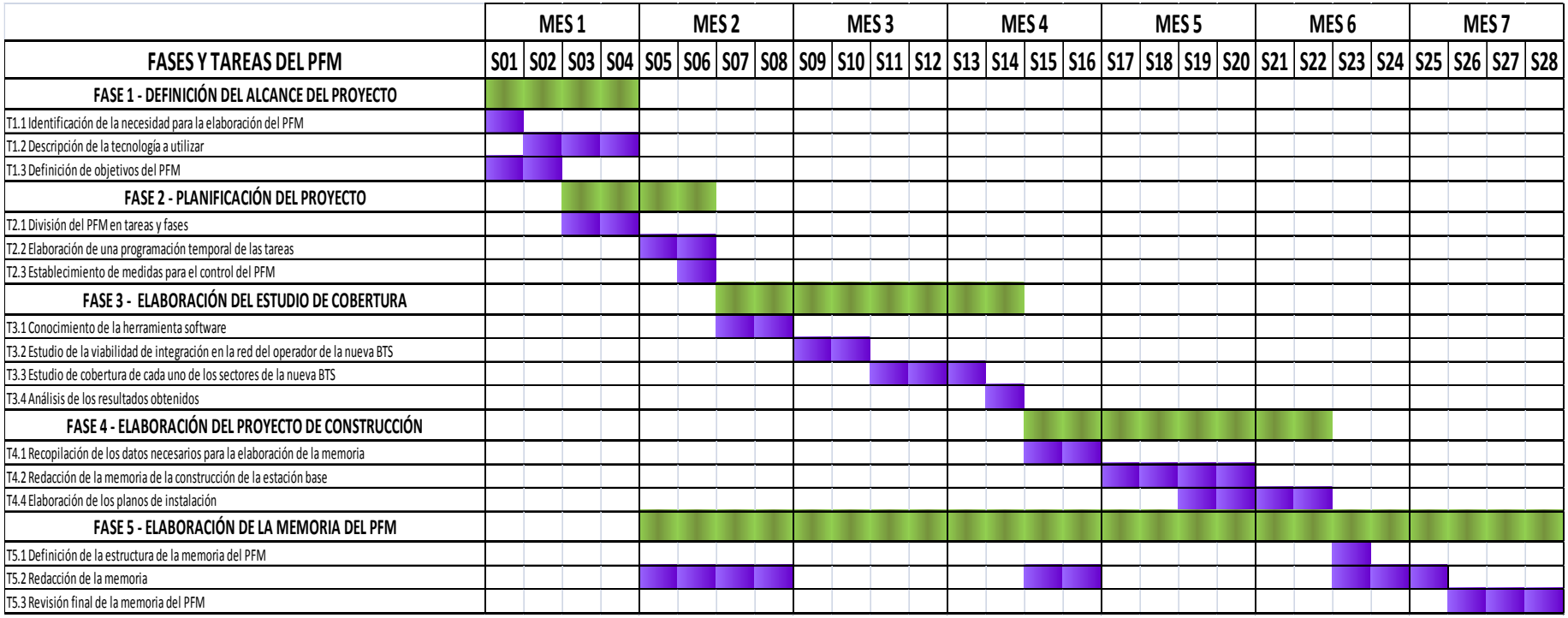


Figura 3.6. Diagrama de Gant del PFM

4. RADIOMOBILE

4.1 INTRODUCCIÓN

Rabio Mobile es un software de planificación de sistemas de radiotelecomunicación gratuito desarrollado por Roger Coudé. Es gratuito porque está dirigido a proyectos humanitarios y radio amateur. Su descarga es posible a través de Internet en la dirección http://www.cplus.org/rmw/english1.html.

A la hora de calcular las coberturas, Radio Mobile tiene en cuenta los datos de alturas del terreno. Los datos del modelo digital del terreno, en adelante MDT, son obtenidos desde Internet desde diferentes fuentes. Algunas de ellas están citadas en http://www.cplus.org/rmw/dataen.html. El modelo de propagación seleccionado para realizar los cálculos de señal es el "Irregular Terrain Model" basado en el modelo Longley-Rice. Se trata de un modelo antiguo pero válido para entornos con espacios abiertos.

Las herramientas principales de Rabio Mobile son la simulación radioenlaces entre estaciones y el cálculo de coberturas desde una estación fija. Respecto a la simulación de radioenlaces, Radio Mobile calcula el apuntamiento de las antenas (azimut y ángulo de elevación) así como el nivel de señal esperado en la estación destino para analizar el correcto funcionamiento del radioenlace. La simulación de las coberturas desde una estación fija genera diagramas de cobertura en función de la potencia de señal esperada en el punto. De esta manera se posibilita el análisis del impacto en cuestiones de cobertura de una estación en la red.

4.2 MODELO DIGITAL DEL TERRENO Y MAPAS

El modelo digital del terreno es la base de los cálculos de Radio Mobile. Habitualmente se descargan de Internet de forma gratuita desde servidores oficiales aunque se puede especificar únicamente el uso de archivos locales si fuera el caso. Para el almacenamiento de los ficheros descargados o búsqueda de archivos locales, Radio Mobile precisa que se le suministre una estructura de directorios. Dicha estructura de directorios se suministra en la opción "Internet" del menú "Opciones". Para cada uno de los tipos de modelo digital de terreno aceptado por Radio Mobile hay que indicar un directorio donde almacenarlo.

Los modelos digitales del terreno aceptados por Radio Mobile son varios. En la versión 10.9.8 acepta BIL, DTED, GLOBE, GTOPO30 y SRTM. Todos tienen precisiones similares aunque entre ellos destaca SRTM que tiene precisiones de 10 metros (1/3 arcosegundo) en algunas zonas del globo terráqueo.

El modelo SRTM es el acrónimo de “Shuttle Radar Topography Mission”. Corresponde a los datos obtenidos por el proyecto del mismo nombre emprendido por la NASA en 2001. La idea inicial fue registrar las alturas de la tierra con una precisión de 3 arcosegundos, equivalente a una cuadrícula de 90 metros, excepto en EE.UU. que fue 1 arcosegundo (cuadrículas de 30 metros). Actualmente se cuentan con mapas en diversas zonas con precisiones de cuadrículas de 10 metros, 1/3 de arcosegundo. Sin embargo, la cobertura del modelo SRTM no es universal ya que tienen huecos por lo que es conveniente indicar siempre una segunda fuente de datos de altitud como DTED (Digital Terrain Elevation Data).

Los datos de elevación del terreno obtenido son usados por Radio Mobile para dibujar mapas de alturas. Se puede trabajar con los mapas en colores, asignando Radio Mobile los colores para cada uno de los rangos de alturas de forma automática o bien en escala de grises. Sobre estos mapas de alturas se trabajará después situando los transmisores y receptores de la red.

Para extraer los mapas de alturas, se utiliza la opción “Propiedades del mapa” del menú “Archivo”. En este menú es necesario indicar las coordenadas del centro y la extensión deseada del mapa en kilómetros o píxeles (máximo 2000 x 2000 píxeles). Esto se puede hacer seleccionando directamente del mapa del mundo, seleccionando una ciudad o bien introduciendo las coordenadas geográficas.

Otra de las opciones a seleccionar en esta opción es la fuente de los datos de altitud. Se indican de forma jerárquica y si la primera de las fuentes no tiene datos de la zona requerida no tasa a buscar a la segunda fuente y así de forma sucesiva.

La Figura 4.1. muestra una captura de pantalla del cuadro de diálogo “Propiedades del mapa”.

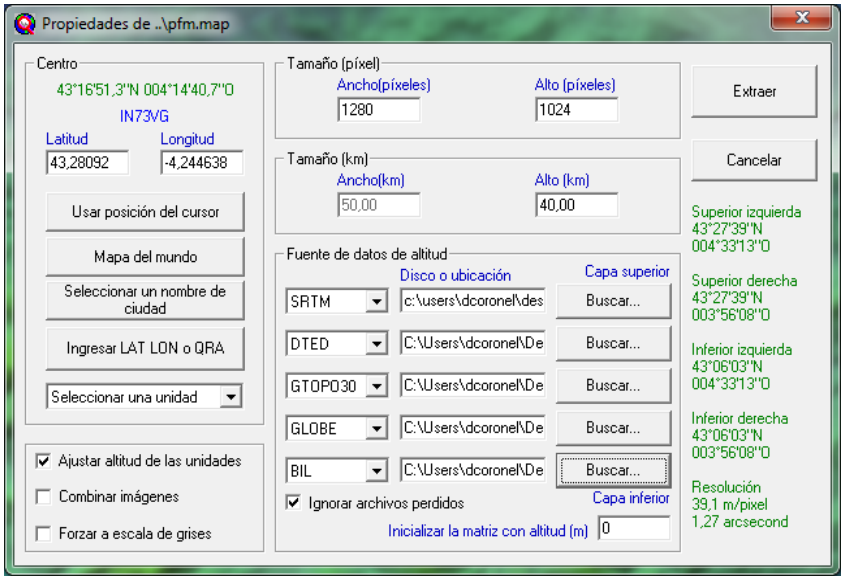


Figura 4.1. Detalle de la opción “Propiedades del mapa”

Una opción destacada del menú “Propiedades del mapa” es la de combinar los mapas de alturas de colores o en escala de grises con mapas cartográficos obtenidos de Internet. De esta manera, se añade a los datos de altura, la ubicación de poblaciones y carreteras enriqueciendo el entorno de trabajo. Para ello hay que utilizar la opción “Combinar imágenes” dentro del menú de “Propiedades del mapa”. Posteriormente, se seleccionará en un cuadro de diálogo la fuente de los datos cartográficos. La Figura 4.2. muestra un resultado de un mapa de alturas combinado con Google Maps.

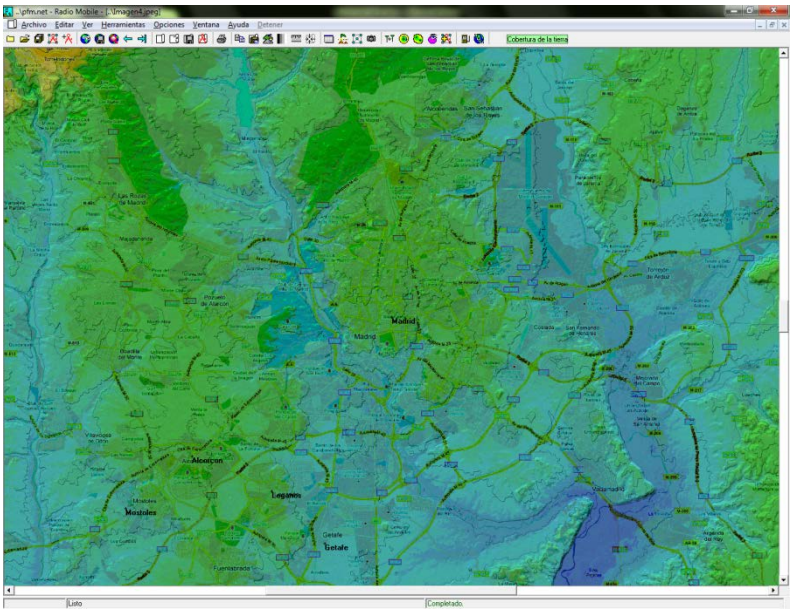


Figura 4.2. Ejemplo de mapa de alturas combinada con GoogleMap.

4.3 REDES, UNIDADES Y SISTEMAS

4.3.1 Definiciones

El propósito de uso de Radio Mobile es la simulación del comportamiento de redes inalámbricas. Por ello es necesaria la creación de redes. Antes de profundizar en cómo crear las redes se requiere aclarar la terminología de Radio Mobile, en cuanto a lo que entiende por redes, sistemas y unidades.

Una red en Radio Mobile es un grupo de unidades radio que funcionan bajo los mismos parámetros en cuanto a frecuencia y clima. Para seleccionar aquéllas que cumplen estas condiciones se asignan las unidades miembros a la red.

Una unidad es un emplazamiento físico con una posición geográfica y especificaciones de un tipo de sistema.

Un sistema es una especificación que incluye potencia de transmisión, umbral de recepción, pérdidas del circuito de antena, diagrama de radiación y ganancia de la antena. Cada unidad física emplazada en el mapa debe tener asociada un sistema para poder funcionar.

4.3.2 Creación de redes

El primer paso para la creación de una nueva red en Radio Mobile es crear un nuevo archivo net. Para ello se usa la opción “Nuevas Redes” del menú “Archivo”. En esta opción es necesario dar el dimensionamiento del nuevo fichero net en términos de número máximo de redes que pueda albergar, número máximo de unidades y número máximo de sistemas. Una vez especificados estos valores no se podrán modificar más.

El siguiente paso sería la extracción del mapa de acuerdo al procedimiento especificado en el apartado “Modelo Digital del Terreno y Mapas”.

Una vez extraídos los mapas de elevación del terreno, se establecerán los parámetros de propagación de la red. Para ello se utiliza la opción “Propiedades de red” del menú “Archivo”. En el cuadro de diálogo que aparece es necesario seleccionar el botón “Parámetros” para poder especificar los valores de propagación del programa. Entre ellos destaca, la frecuencia máxima y mínima del sistema, polarización, modo de variabilidad (en el caso que nos ocupa será Móvil) y el tipo de clima empleado para los cálculos. En la Figura 4.3. se muestra el aspecto del cuadro de diálogo.

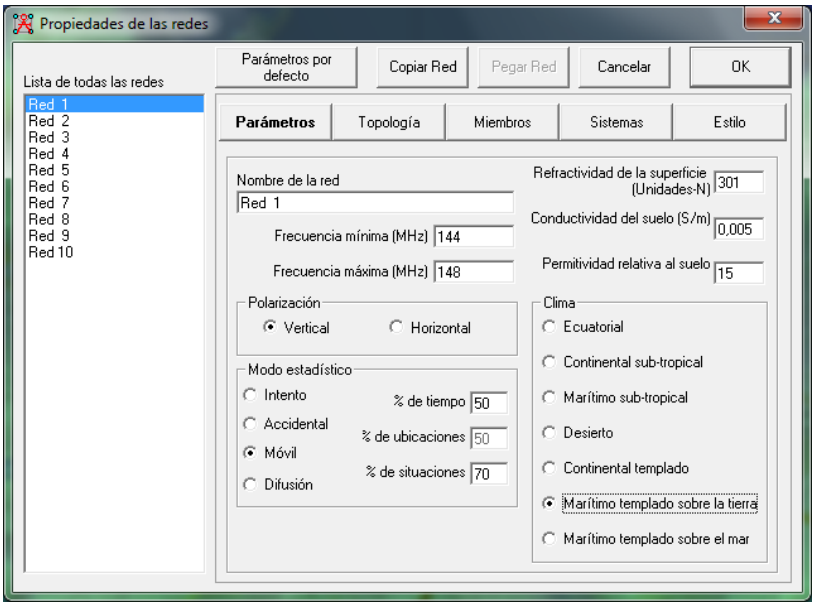


Figura 4.3. Cuadro de diálogo Propiedades de las Redes: Parámetros

El anterior cuadro de diálogo debe de rellenarse para cada una de las subredes que se definan. En cada archivo net pueden albergarse redes con características completamente diferentes.

El siguiente paso es indicar la topología de la red. Para ello se utiliza el botón "Topología" del cuadro de diálogo "Propiedades de las redes". Las opciones son "Red de Voz", "Red de Datos, Topología Estrella" y "Red de Datos, Cluster". En el caso que nos ocupa la opción será "Red de Voz".

Más tarde se definen los sistemas que se utilizarán en la red. Se explica cómo en el Apartado "Definición de Sistemas".

A continuación se deben emplazar las distintas unidades radio de la red. Se explica cómo en el Apartado 4.3.4. Definición de Unidades de Red".

Como paso definitivo antes del uso de las herramientas de simulación se debe hacerlas miembros de una red. Para ello, se utilizará el botón "Miembros" del cuadro de diálogo "Propiedades de las redes". En este cuadro de diálogo se podrá asociar las unidades radio miembro de cada una las redes definidas dentro del fichero net así como asociarlas un sistema a cada una de las unidades radio miembro. En la Figura 4.4. se muestra una captura de pantalla del cuadro de diálogo.

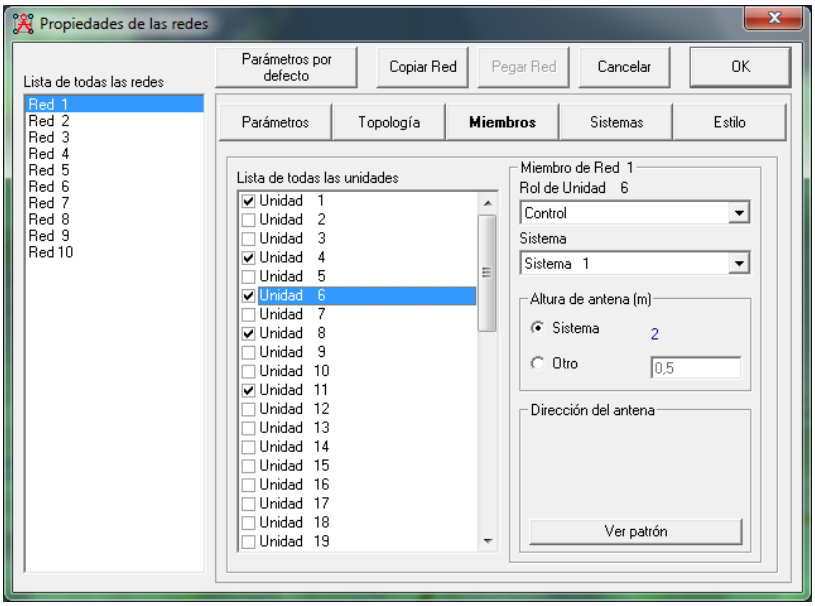


Figura 4.4. Cuadro de diálogo Propiedades de las Redes: Miembros

4.3.3 Definición de sistemas

Radio Mobile almacena especificaciones de sistemas asociados a un archivo de red (.net) en un fichero denominado radiosys.dat. Cada una de estas especificaciones forma lo que en Radio Mobile se denomina un sistema y que se debe asociar a las unidades de red emplazadas en el mapa de alturas.

Las especificaciones de un sistema vienen definidas por los valores de hoja de catálogo de los equipos empleados. Los parámetros a definir son el nombre del sistema, la potencia de transmisión, el umbral de recepción, las pérdidas de línea de los sistemas, el tipo de antena y su ganancia y la altura de la antena. Para introducir los datos del sistema se utiliza el cuadro de diálogo que aparece al pulsar el botón “Sistemas” del cuadro de diálogo “Propiedades de las redes”. En la Figura 4.5 se muestra el aspecto del cuadro de diálogo.

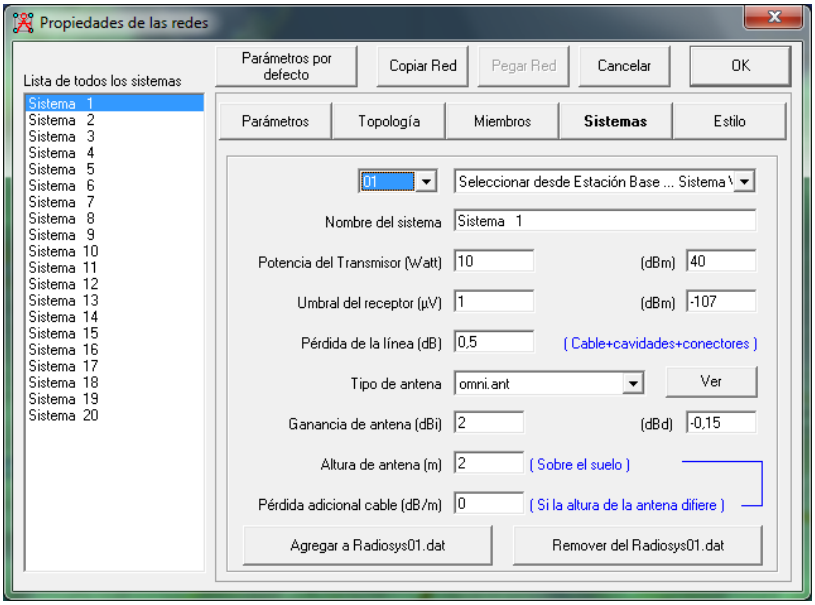


Figura 4.5. Cuadro de diálogo “Propiedades de las redes : Sistemas”

Es destacable que la creación de un sistema no implica la creación de una unidad de red sino que son entidades completamente diferentes. De hecho, es necesario asociar un sistema a cada unidad de red creada para que Radio Mobile pueda hacer los cálculos de cobertura.

4.3.4 Definición de unidades de red

Las unidades de red son los emplazamientos radio físicos. Para trabajar con ellas tan sólo hay que asignarles un nombre y ubicarlas por coordenadas o por cursor. Se emplea para ello el cuadro de diálogo “Propiedades de la Unidad” del menú “Archivo”. En la Figura 4.6. se muestra dicho cuadro de diálogo.

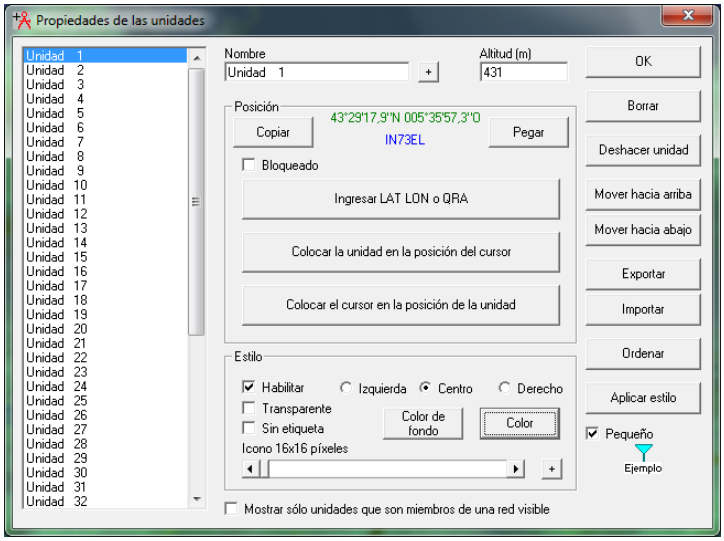


Figura 4.6. Definición de las unidades de red

Para distinguir de manera gráfica cada una de las unidades, se les pueden asignar diferentes iconos. Para ello se utiliza la barra de desplazamiento que aparece en la barra inferior del cuadro de diálogo.

4.4 HERRAMIENTA RADIOENLACE

Radio Mobile incorpora una herramienta que posibilita la simulación de un hipotético radioenlace entre dos unidades distintas de la red. Los cálculos de propagación de señal se realizan de acuerdo al modelo Longley-Rice. También tiene en cuenta el perfil del terreno entre ambas unidades que dibuja en una ventana. La Figura 4.7 muestra un ejemplo de perfil extraído de la herramienta.

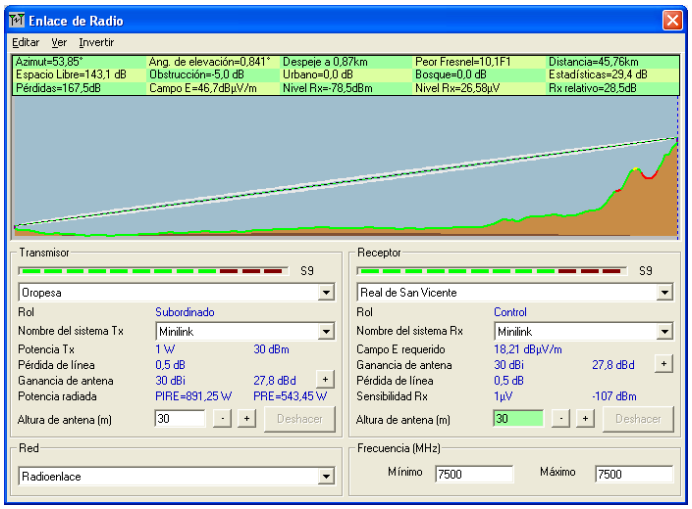


Figura 4.7. Pantalla principal de la herramienta “Enlace de radio”

Además del perfil del terreno entre el emisor y el receptor, la ventana principal de a herramienta muestra varios parámetros a tener en cuenta a la hora de realizar los cálculos. Algunos de estos datos son los de apuntamiento ideales de la antena (azimut y ángulo de elevación), la longitud del enlace, la distancia de la mayor obstrucción en el camino, despejamiento Fresnel en dicho obstáculo, nivel de atenuación de dicha obstrucción y totales el enlace y nivel de recepción esperado.

En la pantalla principal de la herramienta, mostrada en la Figura 4.7 se puede pinchar en cualquier punto entre el transmisor y receptor para ver los parámetros de recepción, despejamiento, etc., en dicho punto.

Es posible cambiar el transmisor por el receptor para ver los parámetros de apuntamiento de la antena o cualquier otra modificación. Para ello se utiliza el menú “Invertir” de la pantalla principal de la herramienta.

Otra opción interesante que incorpora la herramienta “Enlace de Radio” de Radio Mobile es la posibilidad de observar el receptor desde el transmisor. Se apoya en los datos de alturas del terreno para realizar una imagen tridimensional que permita hacerse una idea del camino de la señal para detectar posibles obstáculos no vistos en el perfil al añadirse la vegetación real. Incluso hace posible simular un vuelo entre ambas unidades radio. A estas prestaciones del programa se puede acceder desde el menú “Ver” de la pantalla principal de la herramienta, opción “Observar”. La Figura 4.8. muestra una captura de pantalla extraída de la herramienta.

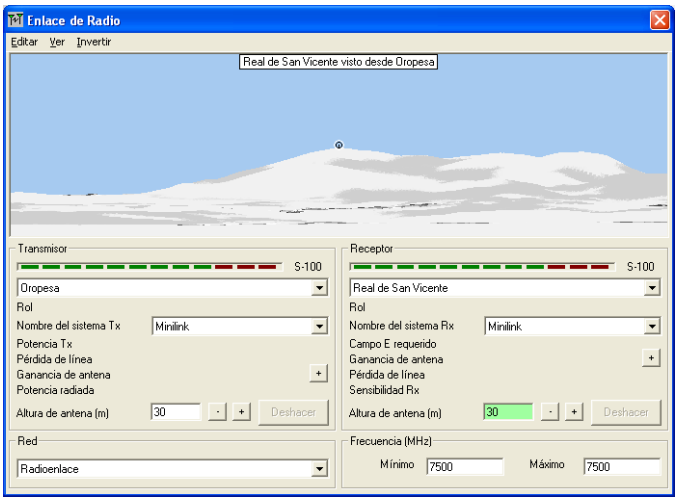


Figura 4.8. Opción “Observar” de la herramienta “Enlace de Radio”

Otra opción que presenta la herramienta “Enlace de radio” es la de exportar. Se puede exportar el enlace a un programa muy popular de cálculo de radioenlaces como “Rm Path” y a formato kml para poder ser visionado por “Google Earth”. En el formato kml exporta varias zonas de Fresnel haciendo posible visionar las obstrucciones de las distintas zonas de Fresnel. La Figura 4.9. muestra una captura de pantalla de Google Earth con un enlace activo y en la Figura 4.10 se observan las distintas zonas de Fresnel del enlace.

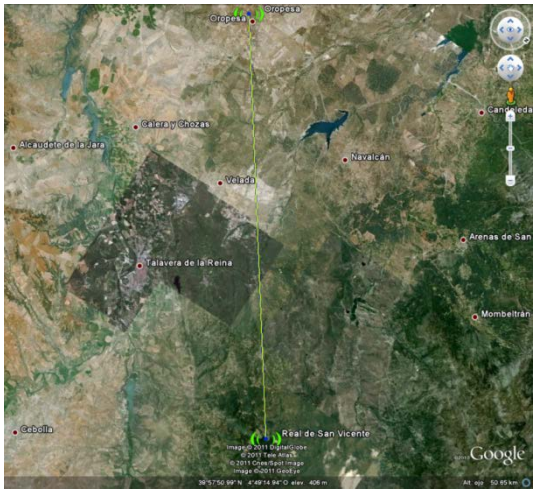


Figura 4.9. Ejemplo de radioenlace exportado a Google Earth.

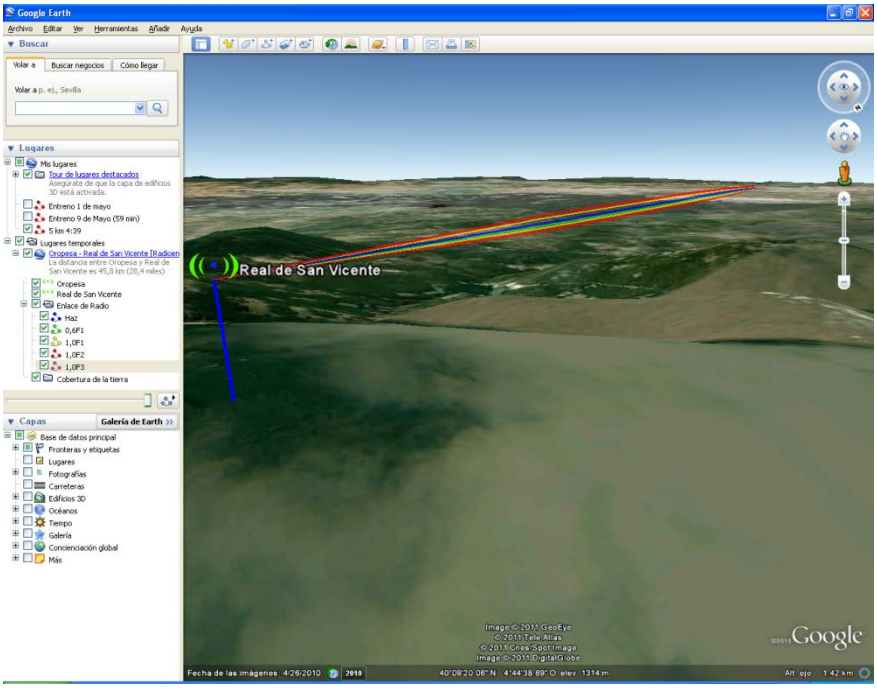


Figura 4.10. Zonas de Fresnel de la señal transmitida vistas en Google Earth.

4.5 SIMULACIÓN DE COBERTURAS

4.5.1 Introducción

La utilidad principal de Radio Mobile es la simulación de coberturas. Para realizar la simulación de coberturas, Radio Mobile tiene un conjunto de herramientas que presentan los datos de diferentes maneras. Algunas de ellas son el análisis de la cobertura visual desde un emplazamiento, cálculo de cobertura polar simple y cálculo de cobertura cartesiana combinada.

También cuenta con herramientas para encontrar la máxima altura del mapa con el objetivo de dar la mayor cobertura posible. También incluye un cálculo de diagramas con señales interferentes.

4.5.2 Cobertura visual

La cobertura visual está basada en criterios geométricos, identificando las zonas que tienen visión directa con el hipotético emisor de la señal. Tiene en cuenta alturas respecto del suelo tanto de transmisor como de receptor así como la topografía y curvatura de la tierra. El resultado de una cobertura visual es un diagrama en el que se colorean las zonas con visión directa. Un ejemplo del resultado se muestra en la Figura 4.11.

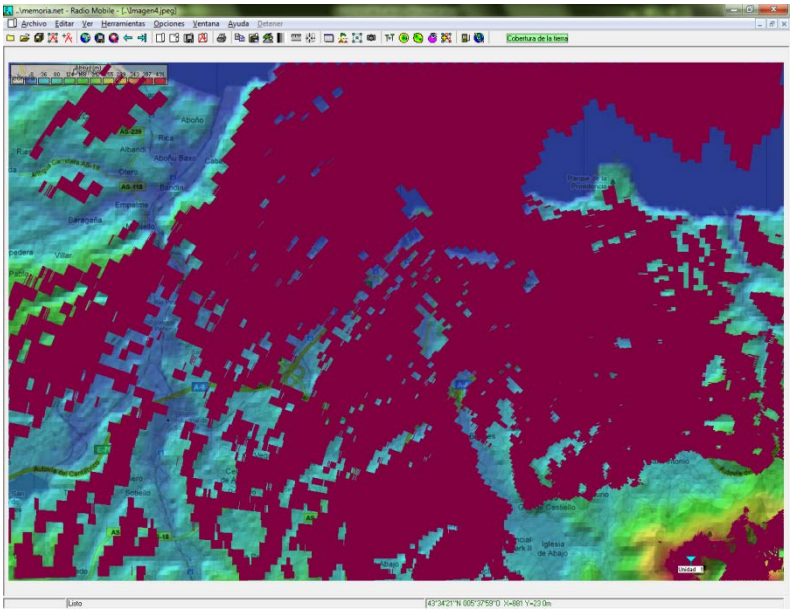


Figura 4.11. Ejemplo de cobertura visual

Con esta clase de diagramas se puede conocer el alcance de vista desde una unidad. También se detectan de forma intuitiva la existencia de obstrucciones significativas en el entorno que indiquen cómo apuntar las antenas de una forma más óptima.

4.5.3 Cobertura polar simple

La herramienta de cobertura polar simple realiza los cálculos de señal para una estación transmisora fija hacia una móvil realizando un barrido radial. Para realizar un análisis de cobertura con esta herramienta es preciso proporcionar los siguientes parámetros:

- Unidad central o estación transmisora fija.
- Unidad móvil.
- Red común sobre la que realizar los cálculos.
- Dirección del enlace de cálculo de la señal.

- Alcance máximo del cálculo. Al tratarse de una herramienta de barrido radial, al aumentar la distancia respecto de la estación base transmisora, aumenta el error de cálculo.

- Rango del azimut. Es posible configurar la zona sobre la que realizar el cálculo.

- Patrón de Antena. Decide si se usa la antena de la red configurada o bien utilizar otra. Esta característica permite realizar el análisis de cobertura con diferentes antenas sin realizar cambios en la red.

- Umbral. Decide la unidad a representar en el cálculo. Las opciones son S-Unit, dBm µV o dBµV/m.

La Figura 4.12 muestra el cuadro de diálogo desde el que se configuran todas las opciones de la herramienta.

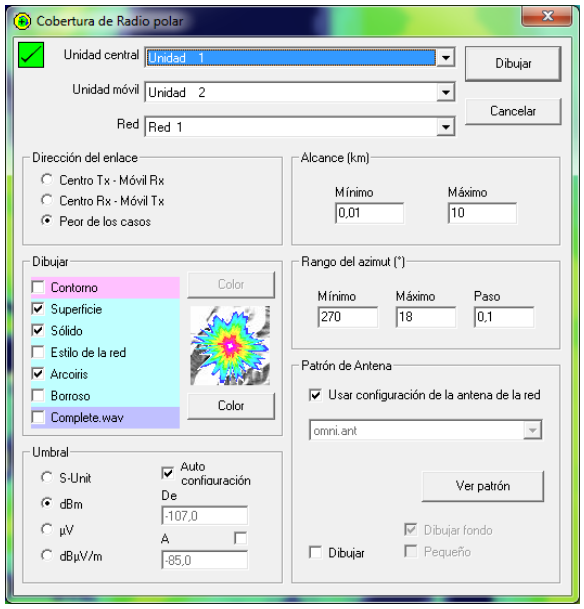


Figura 4.12. Configuración de “Cobertura de Radio Polar”

La gráfica resultado se puede representar en escala de colores configurable o con el estilo de la red configurado en el apartado “Estilo” del cuadro de diálogo “Propiedades de las redes”. También es importante conocer que sólo se dibujarán los resultados del análisis en el mapa de elevaciones principal no en las ampliaciones de él que se puedan realizar. Un ejemplo de diagrama de cobertura polar con colores arco iris se muestra en la Figura 4.13. Los valores a los que corresponde cada color se muestran en la esquina superior izquierda de la imagen.

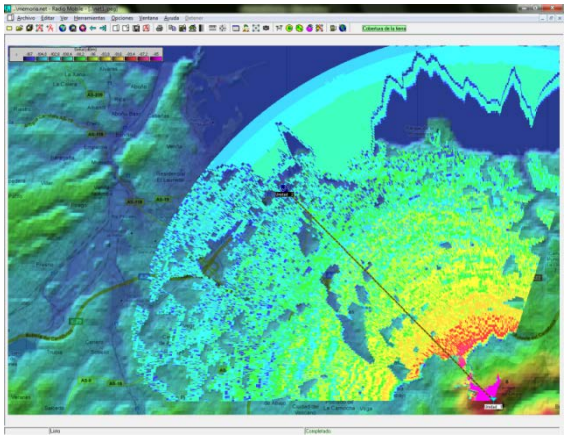


Figura 4.13. Ejemplo de cobertura de radio polar.

4.5.4 Cobertura cartesiana combinada

El cálculo de cobertura cartesiana combinada se puede realizar con varias estaciones fijas a la vez y una única estación móvil. El cálculo se realiza por coordenadas cartesianas en toda la pantalla activa por lo que es capaz de representar los niveles de señal en regiones ampliadas del mapa principal.

Para configurar un análisis de cobertura cartesiana combinada se deben proporcionar diversos parámetros como son:

- Selección de unidades fijas o estaciones transmisores fijas como fuentes de señal para el análisis.
- Selección de unidad móvil.
- Red común sobre la que realizar los cálculos.
- Dirección del enlace de cálculo de la señal.
- Alcance máximo del cálculo.
- Patrón de Antena. Decide si se usa la antena de la red configurada u otra. Esta característica permite realizar el análisis de cobertura con diferentes antenas sin realizar cambios en la red.
- Rango de la señal a dibujar. Decide la unidad a representar en el cálculo. Las opciones son S-Unit, dBm µV o dBµV/m.

En la Figura 4.14 se muestran las opciones de configuración que aparecen en el cuadro de diálogo de la herramienta.

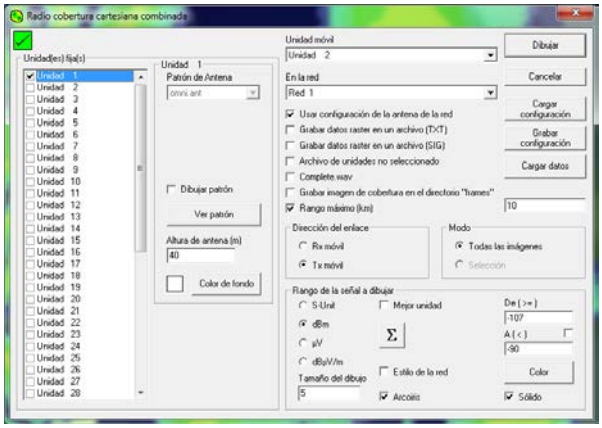


Figura 4.14. Configuración de Cobertura cartesiana combinada

Al igual que con la herramienta de cálculo de cobertura polar, es posible configurar la forma de mostrar los resultados en pantalla con resultados en arco iris personalizados o estándares o con parámetros del sistema. En la Figura 4.15 se muestra el resultado de un ejemplo de cobertura de radio cartesiana. La zona en cuestión se trata de una ampliación de la zona donde estaba instalado el receptor del ejemplo mostrado en el apartado dedicado a la cobertura de radio polar. La leyenda de los colores se muestra en la esquina superior izquierda.

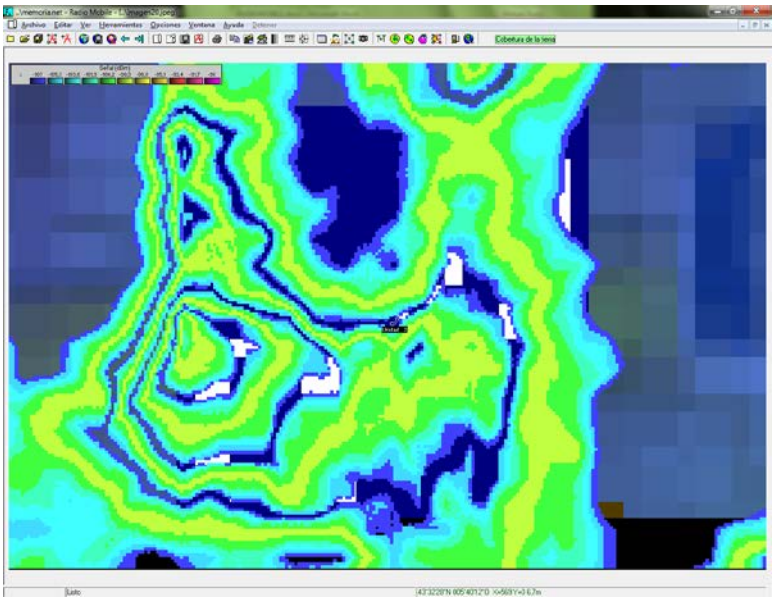


Figura 4.15. Ejemplo de ampliación de cobertura cartesiana combinada

5. ESTUDIO DE COBERTURA

5.1 UBICACIÓN DE LA BTS

La ubicación de la BTS ha sido seleccionada después de los estudios en campo realizados y de contactos realizados por el operador móvil con distintos ayuntamientos. Los datos del emplazamiento son los siguientes:

Población : Monte El Escudo, Santa Lucía, Cabezón de la Sal

Ayuntamiento : Cabezón de la Sal

Provincia: Cantabria

Coordenadas :

Latitud : 43º 16’ 51.3” N.

Longitud : 04º 14’ 40,7” W.

Altitud : 355 metros.

Nombre de la estación : UCIEDA

En la Figura 5.1. se ilustra la ubicación de la nueva estación base sobre mapa.

Figura 5.1. Ubicación de la BTS Ucieda.

5.2 OBJETIVOS

El presente estudio de cobertura surge de la necesidad de un operador móvil de instalar una nueva estación base para reforzar la cobertura en las poblaciones de la zona del cañón del del río Saja. Las localidades de Ruente y Ucieda que son las más importantes, cuentan con poca cobertura en la actualidad.

Como segundo objetivo, es reforzar la cobertura en las poblaciones del valle del río Saja. Algunas de estas poblaciones son Cabezón de la Sal, Mazcuerras y Villanueva de la Peña. También se refuerza la cobertura de la autovía del Cantábrico, A8, cuyo trazado discurre por el valle del río Saja.

Una vez seleccionado el emplazamiento de la nueva estación base de Ucieda, se va a comprobar el cumplimiento de los requisitos de cobertura y enlace necesarios para iniciar el proceso de construcción de la estación base.

En la Figura 5.2. se muestra sobre mapa digital del terreno, la ubicación de la estación base y de las poblaciones más importantes de la zona.

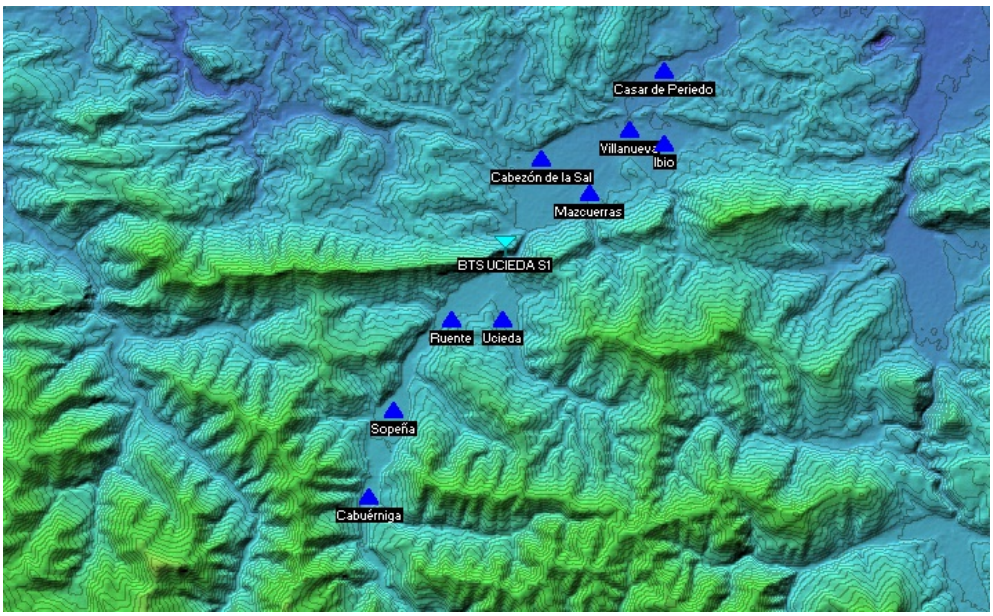


Figura 5.2. Ubicación de la BTS y poblaciones a cubrir.

5.3 RADIOENLACE

5.3.1 Estaciones base vecinas.

La nueva estación base tiene que integrar el tráfico y la gestión dentro de la red del operador móvil. Las estaciones base del operador móvil más cercanas y sus coordenadas geodésicas se muestran en la Tabla 5.1.

1. GUAYES. Coordenadas: - Longitud: 43º 19' 00,5"N. - Latitud: 4º 17' 16,6"W. Distancia a Ucieda : 5,31 Km.	2. CARANCEJA. Coordenadas: - Longitud: 43º 19' 53,9"N. - Latitud: 04º 09' 54,2" W. Distancia a Ucieda : 8,56 Km.
3. QUIJAS Coordenadas: - Longitud: 43º 21' 12,1" N. - Latitud: 04º 08' 01,5" W. Distancia a Ucieda: 12,05 Km.	4. PUENTE DE SAN MIGUEL Coordenadas: - Longitud: 43º 21' 21,0"N. - Latitud: 04º 05' 04,4" W. Distancia a Ucieda : 15,39 Km

Tabla 5.1. Coordenadas de las BTS cercanas a Ucieda

La Figura 5.3. muestra la ubicación de las estaciones base cercanas a Ucieda sobre mapa de alturas.

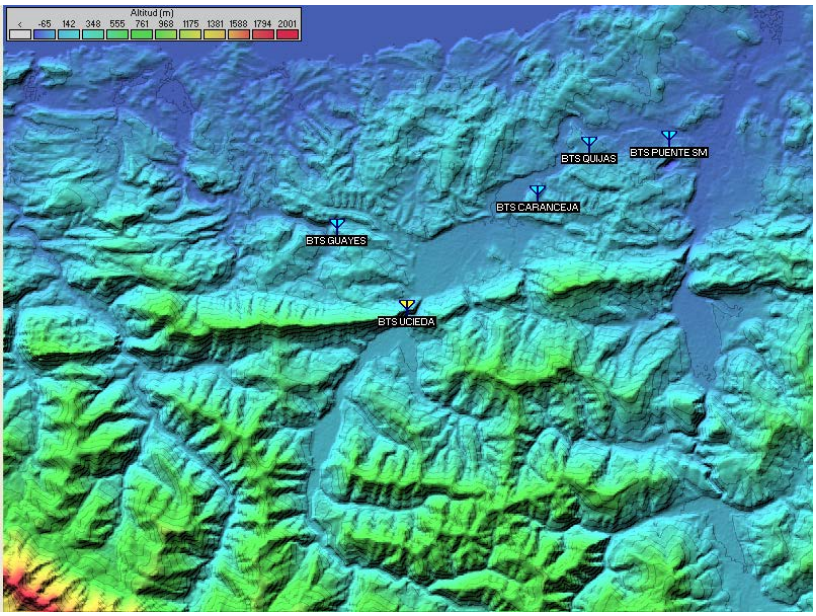


Figura 5.3. Estaciones base cercanas a Ucieda.

5.3.2 Características de los equipos.

El equipo seleccionado para realizar el radioenlace es “Mini Link” de Ericsson. “Mini Link” es un equipo que permite la evolución a “All-Ip” que exigirá la adopción de LTE a cualquier operador.

El operador móvil impone que los cálculos del radioenlace sean viables para un enlace de velocidad STM-1 sobre una modulación 16QAM. La frecuencia del radioenlace se encuadra dentro de la banda de 7450 MHz a 7550 MHz. Entre otros usos, esta banda de frecuencias está destinada usarse por radioenlaces del servicio fijo y móvil según el CNAF.

Teniendo en cuenta estas características del enlace, se exponen las características radio de “Mini Link” extraídas de sus hojas de catálogo.

Potencia máxima de transmisión 16QAM: 27 dBm.

Potencia mínima de transmisión 16QAM: -5 dBm.

Potencia mínima de recepción 16QAM: -78 dBm.

Las hojas de características del equipo “Mini Link” de Ericsson así como el CNAF están referenciadas en el anexo de documentación.

5.3.3 Viabilidad de los enlaces.

Para el estudio de la viabilidad de los radioenlaces, se supondrá una altura de antena de 25 m en todos los casos.

GUAYES

En la Figura 5.4. se muestra la ubicación de las estaciones base de Guayes y Ucieda así como la distancia en línea recta que las une.

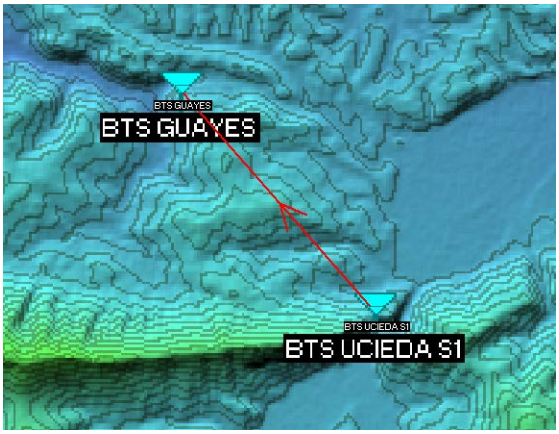


Figura 5.4. Radioenlace Guayes – Ucieda

La herramienta “Enlace de radio” de Radiomobile nos muestra el perfil del recorrido que une las estaciones base de Ucieda y Guayes (Figura 5.5.). Se observa que hay obstrucción en el recorrido entre ambas estaciones base por lo que se descarta este radioenlace como candidato final.

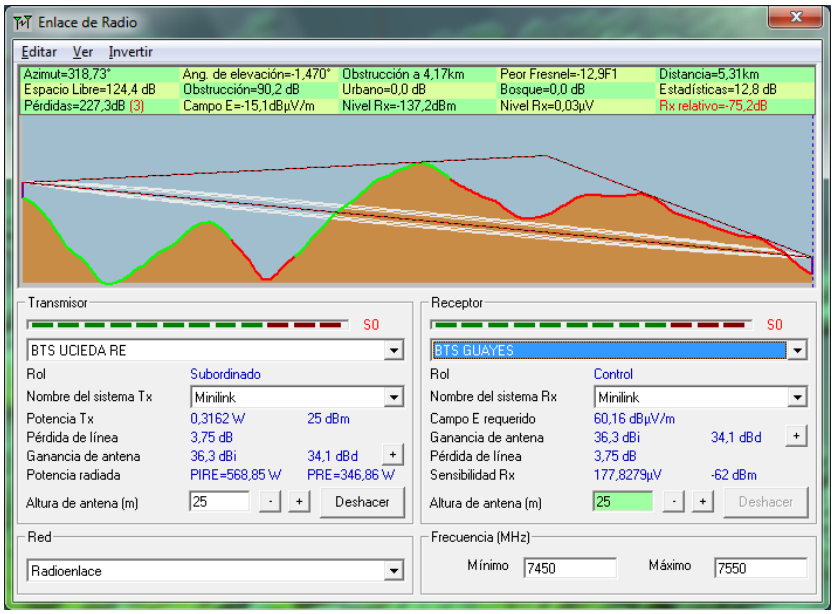


Figura 5.5. Perfil del radioenlace Ucieda-Guayes

CARANCEJA

La ubicación de ambas estaciones base se muestra en la Figura 5.6.

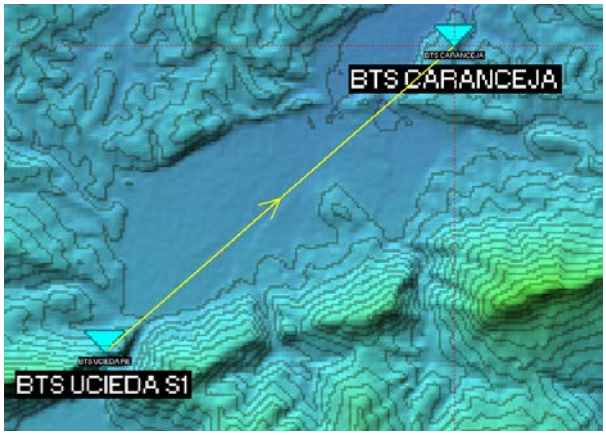


Figura 5.6. Radioenlace Ucieda - Caranceja

Se evalúa la viabilidad del enlace con la herramienta “Enlace de radio” de Radiomobile que nos muestra el perfil expuesto en la Figura 5.7.

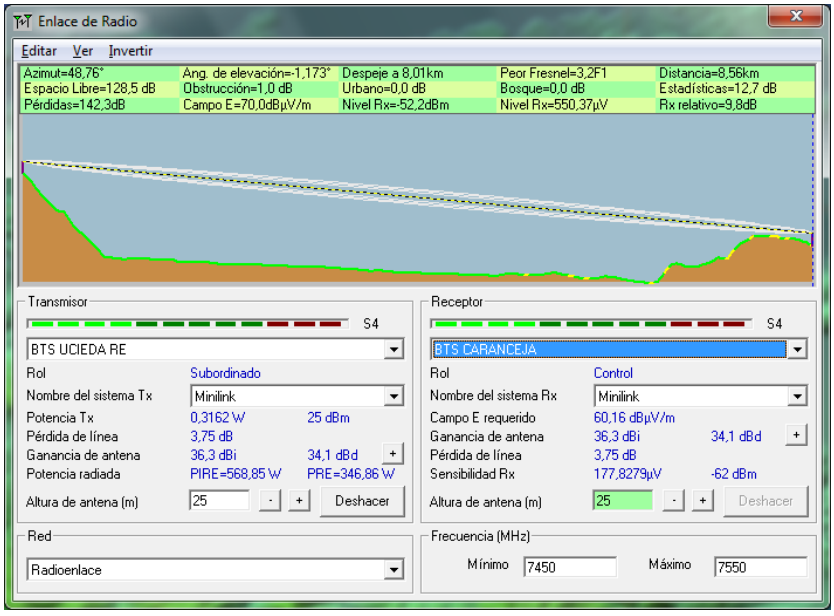


Figura 5.7. Perfil del radioenlace Ucieda-Caranceja

Se observa que hay línea de visión directa entre ambas estaciones base lo que convierte a este enlace como candidato final. En la siguiente fase de selección se evaluarán otros parámetros y se retocarán los valores de transmisión y recepción.

QUIJAS

El camino que une las estaciones base de Ucieda y Quijas se muestra en la Figura 5.8.

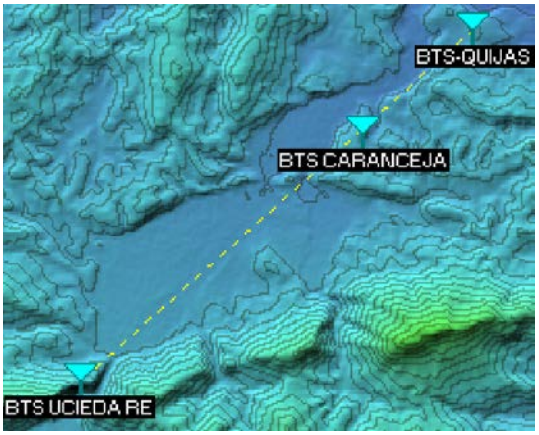


Figura 5.8. Radioenlace Ucieda - Quijas

El perfil del radioenlace expuesto en la Figura 5.9 muestra que hay línea de visión directa entre ambas estaciones a 25 metros de altura. Por tanto, el enlace es potencialmente viable y pasa a ser candidato para el estudio final.

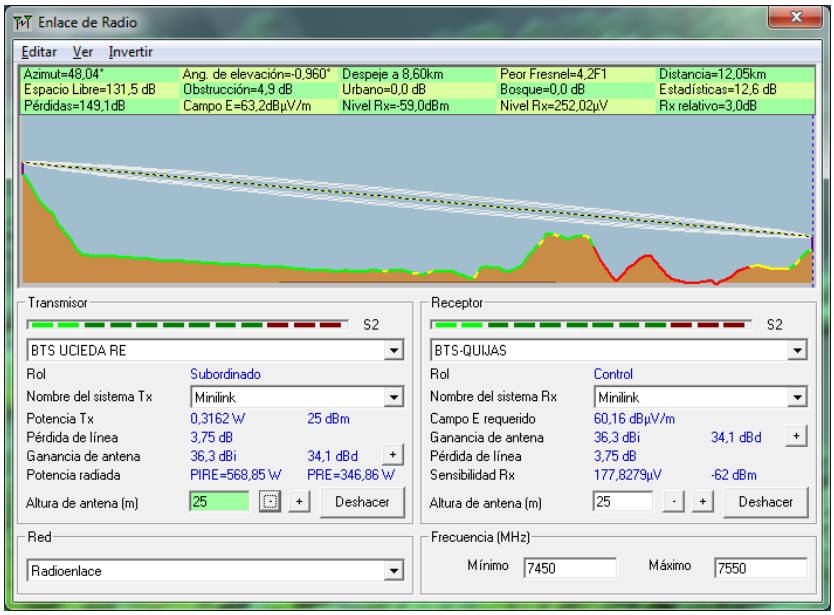


Figura 5.9. Perfil del radioenlace Ucieda - Quijas

PUENTE DE SAN MIGUEL

El recorrido entre las estaciones base de Ucieda y Puente de San Miguel (PSM) se muestra en la Figura 5.10.

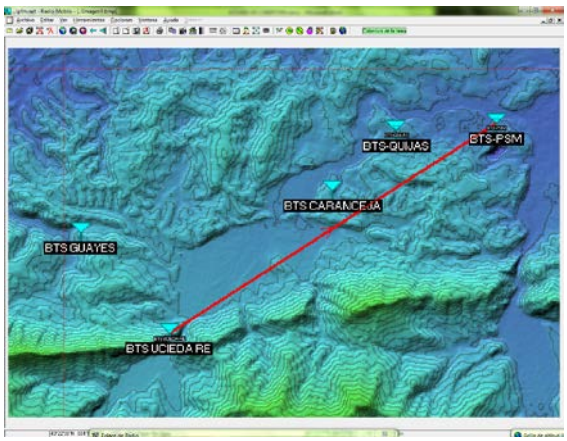


Figura 5.10. Radioenlace Ucieda – Puente de San Miguel

Analizando el perfil del enlace extraído de la herramienta "Enlace de Radio" de Radiomobile (Figura 5.11.), se muestra la imposibilidad del mismo por obstrucción del rayo. Este hecho descarta a este enlace como candidato final.

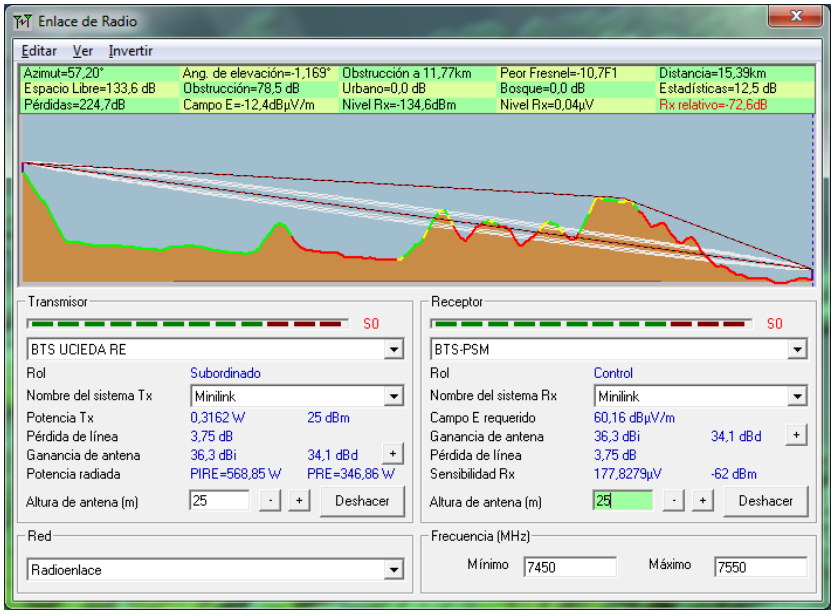


Figura 5.11. Perfil del radioenlace Ucieda – Puente de San Miguel

5.3.4 Selección del enlace.

Los enlaces que han pasado la fase de viabilidad son UCIEDA –QUIJAS y UCIEDA-CARANCEJA. Para seleccionar el radioenlace más conveniente se tomarán en cuanta varios criterios:

- Arquitectura de red.
- Necesidades del radioenlace.
- Económicos.

CRITERIO DE ARQUITECTURA DE RED

La estación base de “PUENTE DE SAN MIGUEL” hace las funciones de controlador de estación base (BSC) de la zona. La gestión y el tráfico de las estaciones base de “QUIJAS” y “CARANCEJA” dependen del BSC de “PUENTE DE SAN MIGUEL”.

Sin embargo, ambas estaciones base no cuentan con radioenlaces directos con “PUENTE DE SAN MIGUEL”. La estación base “BTS CARANCEJA” no tiene LOS con la estación base de “PUENTE DE SAN MIGUEL”. El tráfico y la gestión de la estación base de “CARANCEJA” se envía a la estación base de “QUIJAS” y de ahí se canaliza hacia “PUENTE DE SAN MIGUEL”.

Por tanto, las opciones de enlace de la nueva estación base pasan por comunicarse con “QUIJAS”, que actúa como concentrador de tráfico, o con “CARANCEJA” que es una simple estación base. Realizar el radioenlace con “CARANCEJA” implicaría modificar el equipamiento de transmisión para que hiciera funciones de concentrador de tráfico.

Además, la estación base de “CARANCEJA” sirve a los pueblos del valle del Saja, al igual que la nueva estación base de “UCIEDA”. Si el tráfico de “UCIEDA” se integrase en la estación base de “CARANCEJA” y considerando la configuración actual de enrutamiento de tráfico, se añadiría un punto de fallo en la red. La estación base “BTS CARANCEJA” se convertiría en una estación base cuyo fallo dejaría sin servicio al valle del Saja. El objetivo que se pretende con la nueva estación base de “UCIEDA” es reforzar la cobertura y si es posible redundarla para reducir las posibles caídas de servicio.

Una vez analizadas las consideraciones previas, nos indican que por criterio de arquitectura de red el enlace más conveniente es “UCIEDA”-“QUIJAS”.

CRITERIO DE NECESIDADES DEL RADIOENLACE

Para ubicar las infraestructuras del nuevo radioenlace hay que tener en cuenta las infraestructuras con las que cuentan las estaciones base existentes ya que nos limitarán la altura a la que instalar la nueva parábola.

INFRAESTRUCTURA ACTUAL CARANCEJA

Altura de la torre: 43 m.

Altura de las antenas sectoriales: 40 m.

Parábola: 20 m.

Orientación: 46,32º.

INFRAESTRUCTURA ACTUAL QUIJAS

Altura de la torre 33 m.

Altura de las antenas sectoriales: 30 m.

Parábola 1: 25 m.

Orientación: 86,4º.

Parábola 2: 20 m.

Orientación:226,34º.

ENLACE CARANCEJA - UCIEDA

Para la simulación de este enlace se supone una parábola de 0,6 m de diámetro situada a 25 metros de altura en Caranceja y de 20 metros en Ucieda. El valor de 20 metros está fijado como mínimo por el operador en zonas de densidad media de arbolado para evitar pérdidas por obstrucción con vegetales.

Los valores de apuntamiento de las antenas parabólicas son los siguientes:

Caranceja

Azimut: 228,82º

Elevación: 1,063º

Ucieda

Azimut: 48,76º

Elevación: -1,140º

Con estas características, el enlace sería viable según se deduce del perfil del radioenlce mostrado en la Figura 5.12.

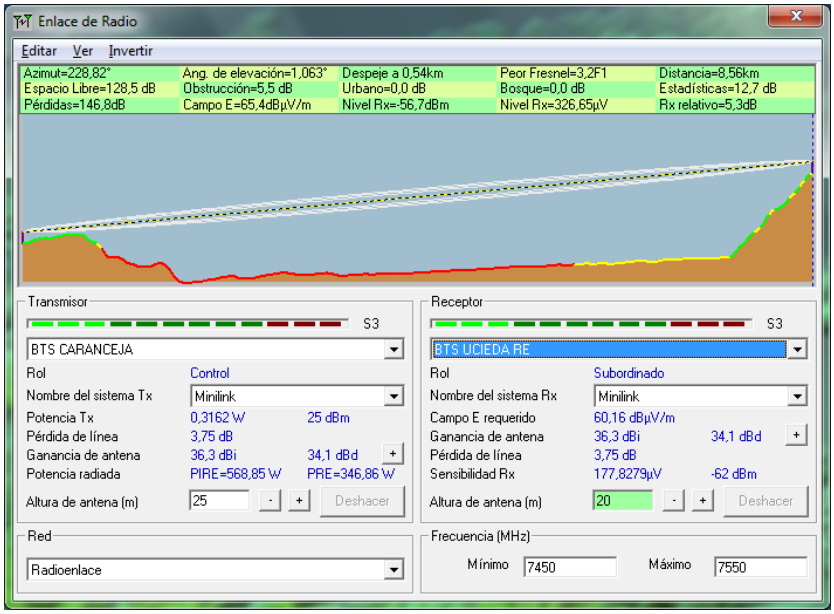


Figura 5.12. Perfil Caranceja-Ucieda con parabólicas ajustadas.

Es destacable que el punto de menor despejamiento se encuentra a 0,54 km de la estación base de Caranceja. Tal y como se muestra en la Figura 5.13, se observa que la distancia del rayo directo al suelo en este punto es de 14,22 metros.. Al tratarse de una zona arbolada, habría que estudiar en campo una posible obstrucción a causa de la vegetación existente o prever si la hubiese en un futuro.

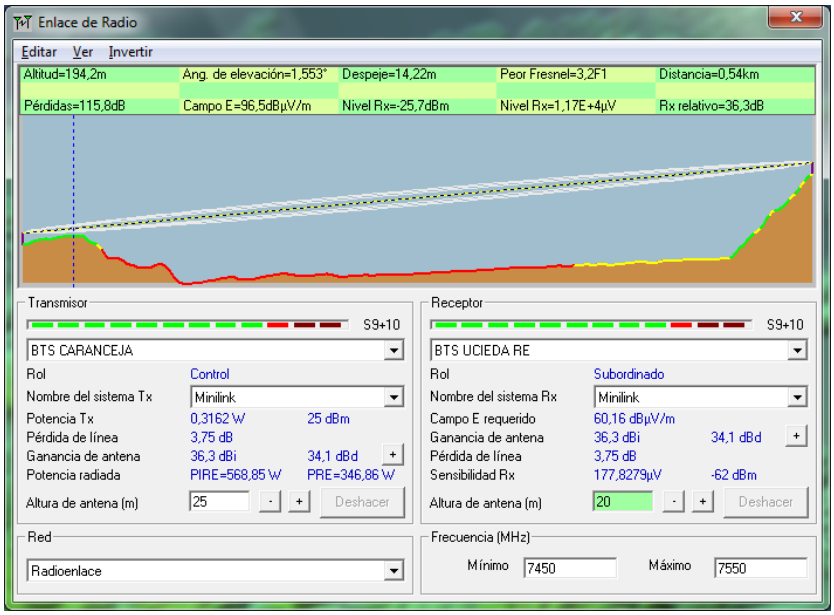


Figura 5.13. Punto de menor despejamiento en radioenlace Caranceja-Ucieda

ENLACE QUIJAS – UCIEDA

Para la simulación de este enlace se supone una parábola de 0,6m de diámetro situada a 22'5 metros de altura en Quijas y de 20 metros en Ucieda.

El valor de 22,5 metros de altura está fijado como intermedio entre las parábolas existentes en la estación base de Quijas. De esta manera, alejamos físicamente la nueva parábola de las existentes para evitar interferencias en ambos sentidos. No obstante, habrá que ajustar las frecuencias del nuevo radioenlace teniendo en cuenta las frecuencias usadas en los radioenlaces existentes. Esta información será suministrada por el operador.

Los valores de apuntamiento de las antenas parabólicas en ambas estaciones base son:

Quijas

Azimut: 228,12º

Elevación: 0,842º

Ucieda

Azimut: 48,04º

Elevación: -0,951º

La herramienta “Enlace de radio” de Radiomobile muestra que este enlace es viable con las características expuestas anteriormente, como se muestra en la Figura 5.14.

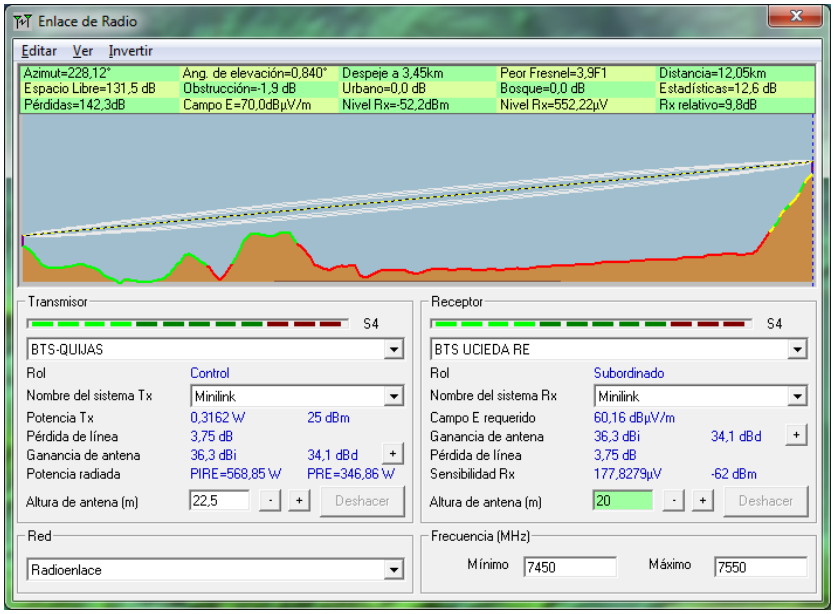


Figura 5.14. Perfil Quijas-Ucieda con parabólicas ajustadas.

El punto de menor despejamiento en este enlace, mostrado en la Figura 5.15, se produce a 3,45 km de la estación base de Quijas. La distancia del rayo directo al suelo en este punto es de 39 metros. Esta distancia al suelo es suficiente alta para evitar pensar en obstrucciones causadas por la vegetación de la zona.

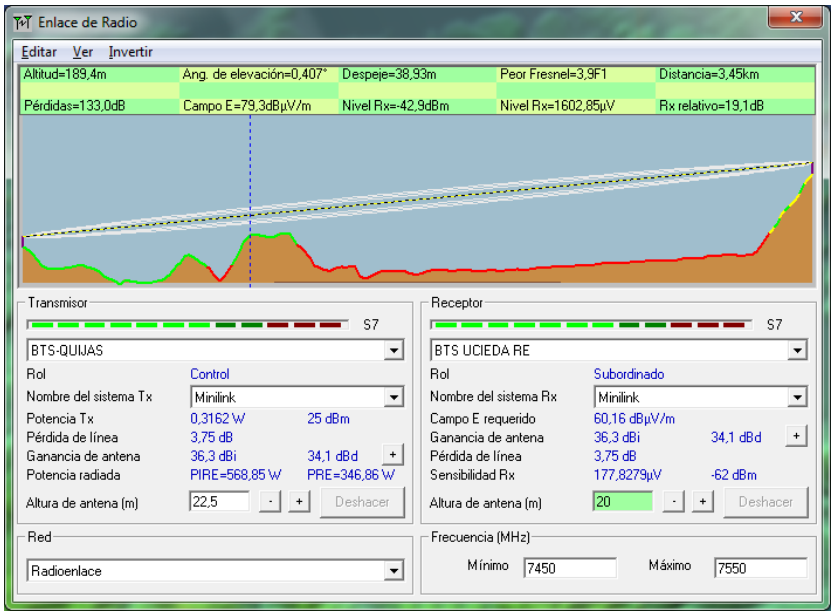


Figura 5.15. Punto de menor despejamiento del radioenlace Quijas-Ucieda

CONCLUSIONES

Ambos enlaces son compatibles con las infraestructuras actuales de las estaciones base de “QUIJAS” y de “CARANCEJA”.

Sin embargo, el enlace “QUIJAS”-“UCIEDA” precisa de menos altura de antenas y se obtiene un mayor despejamiento sobre el suelo que el enlace “CARANCEJA”-“UCIEDA” lo que hace que esté más protegido frente a la vegetación existente.

El criterio de necesidades del radioenlace apunta a que el enlace “QUIJAS” – “UCIEDA” está más protegido frente a obstrucciones que el enlace “CARANCEJA”- “UCIEDA”.

CRITERIO ECONÓMICO

El criterio económico pretende medir el gasto que precisará la instalación de cada uno de los radioenlaces para luego compararlos e indicar el más económico. Para ello, sin entrar en precios exactos sino comparando las tareas, se mostrarán los diferentes desembolsos que acarrearía la instalación del radioenlace. En la tabla 5.2 se muestran los trabajos a realizar para instalar cada uno de los radioenlaces.

CARANCEJA-UCIEDA	QUIJAS-UCIEDA
Materiales 1. Mini Link: 2 2. Parábolas 0,6 m diámetro: 2. 3. Cable Coaxial: 65 m. 4. Switch transmisión: 1.	Materiales 1. Mini Link: 2 2. Parábolas 0,6 m diámetro: 2. 3. Cable Coaxial: 62 m.
Instalación 1. Instalación de parábola a 25 m de altura. 2. Instalación de parábola a 20 m de altura. 3. Instalación y puesta en marcha de equipo Minilink: 2. 4. Instalación y puesta en marcha de equipo Switch. 5. Horas nocturnas por puesta en marcha de equipos: 24. 6. Actualización de velocidad equipo Minilink Quijas: 2. 7. Actualización de velocidad equipo Minilink Puente de San Miguel	Instalación 1. Instalación de parábola a 22 m de altura. 2. Instalación de parábola a 20 m de altura. 3. Instalación y puesta en marcha de equipo Minilink: 2. 4. Horas nocturnas por puesta en marcha de equipos: 16. 5. Actualización de velocidad equipo Minilink Quijas. 6. Actualización de velocidad equipo Minilink Puente de San Miguel

Tabla 5.2. Comparativa de tareas de radioenlaces candidatos.

CONCLUSIÓN

Comparando los materiales y las tareas de instalación que hay que llevar a cabo para instalar cada uno de los dos enlaces, se comprueba que el enlace “CARANCEJA”-“UCIEDA” será más caro de instalar. Este enlace necesita de un mayor número de materiales (equipo Switch) y de más partidas de instalación que el enlace “QUIJAS”-“UCIEDA”.

Por tanto, el criterio económico indica que es más barata la instalación del enlace “QUIJAS”-“UCIEDA” que el radioenlace “CARANCEJA”-“UCIEDA”.

CONCLUSIÓN FINAL

Una vez expuestos los resultados de los análisis según distintos criterios, se concluye que la instalación del radioenlace entre las estaciones base “BTS QUIJAS” y la nueva estación base “BTS UCIEDA” será el más conveniente.

Por una parte, de entre los enlaces posibles es el más económico de instalar. Tampoco necesita de grandes cambios arquitecturales y es superior en prestaciones al resto de radioenlaces. Por consiguiente se propondrá la instalación de un radioenlace entre las BTS de “QUIJAS” y “UCIEDA”.

5.3.5 Características finales del radioenlace.

Una vez definido el radioenlace que se propondrá construir, faltaría ajustar los parámetros radio. Es decir, la potencia de transmisión y el diámetro de la parábola que hagan funcionar convenientemente el nuevo radioenlace.

Para definir el umbral de recepción, se tendrá en cuenta la menor sensibilidad del equipo Minilink, Según las hojas de catálogo del fabricante, el valor mínimo de sensibilidad del equipo Minilink para un radioenlace en la banda de 7 GHz, es de -62 dBm. El enlace que exige estas características tiene una velocidad 80E1 con una modulación 256QAM.

Como potencia de transmisión máxima del equipo Minilink se tomará 25 dBm. Ésta es la potencia máxima a transmitir para un enlace en la banda de 7 GHz con una modulación 256QAM.

Las pérdidas que se producen entre el transmisor y el sistema de antenas se introducen como parámetro en la definición del sistema. En este caso, se barajan unas pérdidas de 3,75 dB para una antena situada a 25 metros de altura.

En cuanto a la fiabilidad del enlace se busca que el enlace esté disponible 95% del tiempo y en el 95% de las situaciones. La herramienta “enlace de radio” tiene en cuenta estos parámetros más el clima para calcular el margen de desvanecimiento mostrando este valor como pérdidas estadísticas.

Para la simulación del enlace se usan antenas parabólicas con alta eficiencia (0,75) y de 0,6 dB de diámetro. Su ganancia es de aproximadamente 36,3 dBi en la banda de los 7 GHz. En caso que no se obtengan resultados satisfactorios con la potencia de transmisión máxima se procederá a modificar el diámetro de la antena parabólica.

Introduciendo los valores en la herramienta de simulación “Enlace Radio” se obtiene el perfil y los cálculos mostrados en la Figura 5.16.

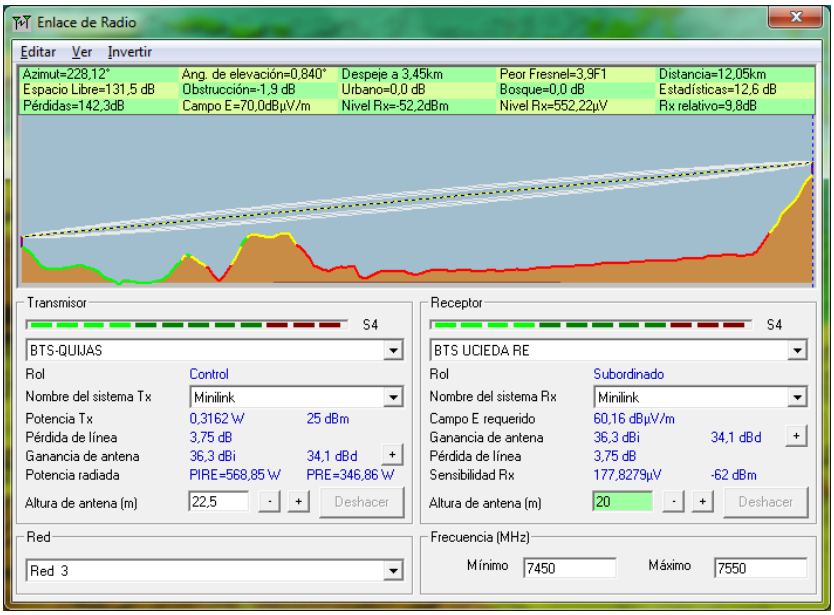


Figura 5.16. Datos del radioenlace “Quijas”-“Ucieda”

Como se aprecia en la Figura 5.16., con los 25 dB de potencia transmisión, el nivel de recepción está casi 10 dB por encima del umbral. Es mejor que sobren estos 10 dB para compensar posibles pérdidas adicionales no contempladas en el diseño y que aparecen en la práctica como las pérdidas por desapuntamiento de las antenas en la instalación. Contar con este margen de 10 dB nos garantiza un enlace fiable.

Considerando que el operador asignará la velocidad a este enlace en función de sus necesidades, se considera finalizado el diseño del radioenlace incorporando dos parábolas de 0’6 m. La potencia de transmisión depende de la velocidad del enlace que seleccione el operador por lo que se ajustará en el momento de puesta en marcha. No obstante el diseño se ha realizado con el peor de los casos y aún así resulta fiable.

5.4 COBERTURA

5.4.1 Poblaciones cercanas.

El objetivo de la instalación de la nueva estación base de Ucieda es reforzar el servicio al mayor número de poblaciones cercanas posible. Las poblaciones a cubrir se dividen en dos zonas perfectamente diferenciadas tal y como se muestra en la Figura 5.17.

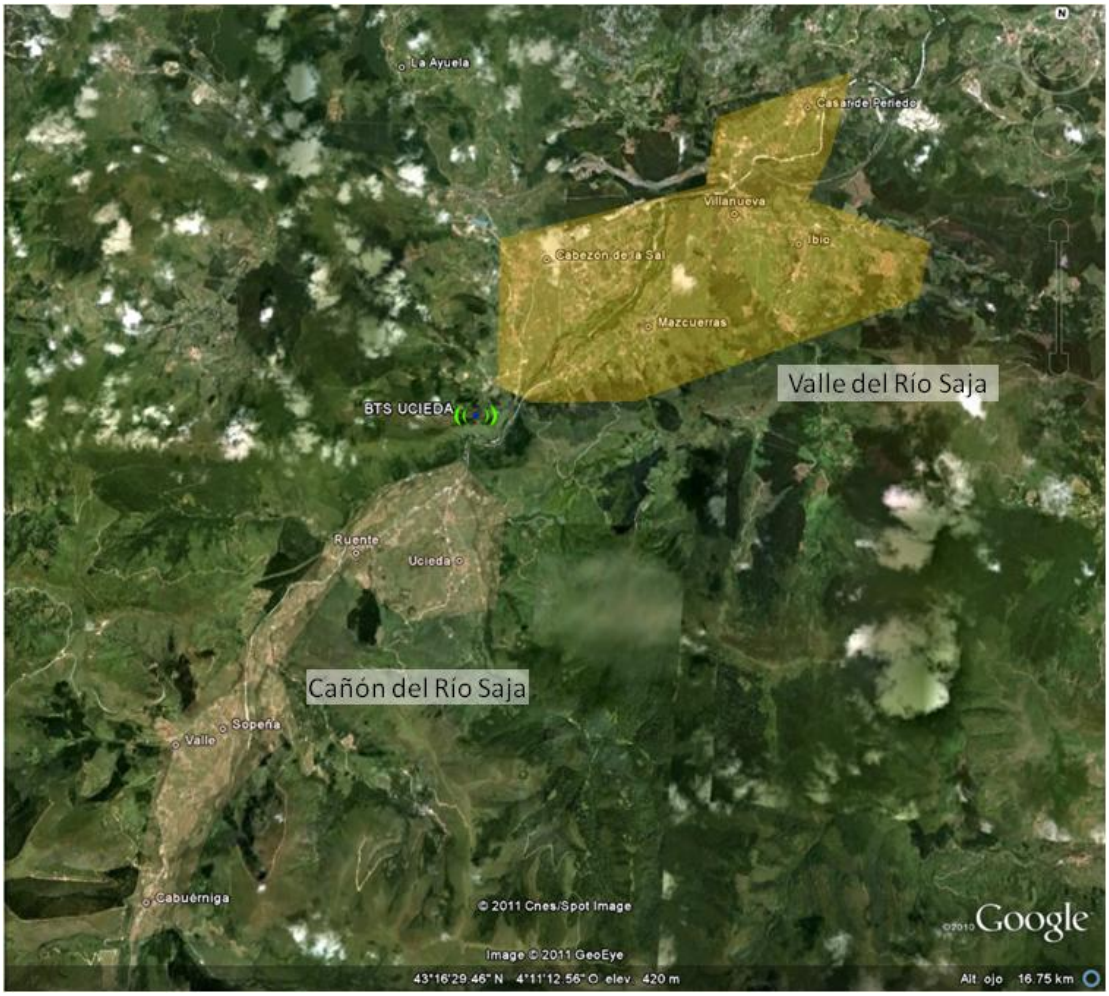


Figura 5.17. Zonas de actuación de la BTS Ucieda

En la Figura 5.17. se muestran las zonas denominadas “Valle del Río Saja” y “Cañón del Río Saja”. La zona del Valle del río Saja integra las poblaciones de Cabezón de la Sal, Mazcuerras, Ibio, Villanueva de la Peña y Casar de Periedo mientras que la zona del cañón del río Saja son Ruente, Ucieda de Abajo, Ucieda de Arriba, Sopeña, Valle y Cabuérniga entre otras pedanías.

5.4.2 Cobertura Sector 1: Valle del río Saja.

Parámetros de la red

La cobertura del sector 1, que dará servicio al valle del río Saja, se estudiará con los siguientes parámetros de red.

Las frecuencias de cálculo corresponden a la banda primaria GSM, es decir entre 880 – 960 MHz. En cuanto al clima de la zona, está enclavado dentro del clima oceánico por lo que su correspondiente en "Radiomobile" se entiende que es "Marítimo templado sobre el mar".

En cuanto a los márgenes de seguridad, lo que "Radiomobile" entiende como modo estadístico se desea que la cobertura esté presente un 80 % del tiempo y en un 75% de situaciones. No hay que olvidar que la zona de cobertura es rural con una densidad de población es muy baja y el objetivo es reforzar la cobertura. De ahí que estos valores estimados no sean más ambiciosos.

En la Figura 5.18 se pueden apreciar los parámetros de cálculo de cobertura de la red "Valle Saja" introducidos en Radiomobile.

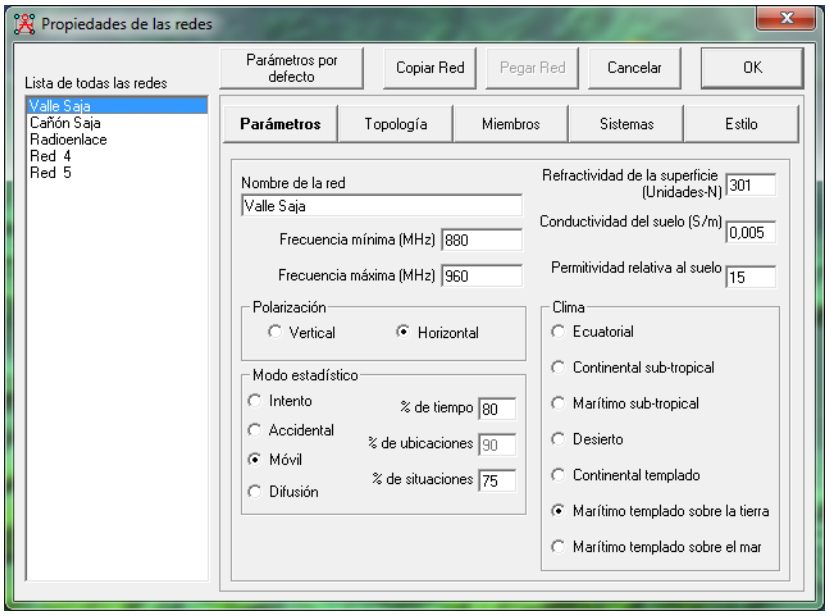


Figura 5.18. Parámetros de red del Sector 1

Equipamiento

GSM

Se instalará el equipo del fabricante Ericsson modelo RBS-2206. El bastidor radio RBS-2206 está diseñado como una estación base para instalaciones indoor, la cual puede configurarse como una estación trisectorial con hasta 12 transmisores.

Sus principales parámetros radio son:

Potencia de transmisión banda GSM 900: 35 W (45,5 dBm).

Sensibilidad receptor banda GSM 900: -111 dBm.

ANTENAS

Las antenas se instalarán a una altura de 30 m a tope de antena, y serán del tipo tribanda (GSM/DCS/UMTS) del modelo UD04P_T4, cuyas características son las expuestas en la Tabla 5.3.

Tipo	Modelo	Ganancia (dbi)	Ancho del haz PH(o)	Ancho del haz PV (o)	Supresión de lóbulos laterales (dB)
Tribanda 4 conectores	UD04P_T 4	14 (GSM)	65 (GSM)	14,5 (GSM)	14 (GSM)
		16,5 (DCS-UMTS)	65/63 (DCS-UMTS)	7,8/6,8 (DCS-UMTS)	16 (DCS-UMTS)

Tabla 5.3. Características de las antenas sectoriales.

RECEPTOR MÓVIL

Se considerará para presente estudio un receptor móvil con un umbral de -102 dBm y con 21 dBm de potencia de transmisión máxima.

Apuntamiento de las antenas

Azimut

La definición del azimut inicial de apuntamiento de la antena sectorial se realizará teniendo en cuenta las características orográficas de la zona a cubrir. En la Figura 5.19 se observa que un azimut de 40º permitiría cubrir todos los pueblos de la zona teniendo en cuenta el ancho de haz de la antena (65º).

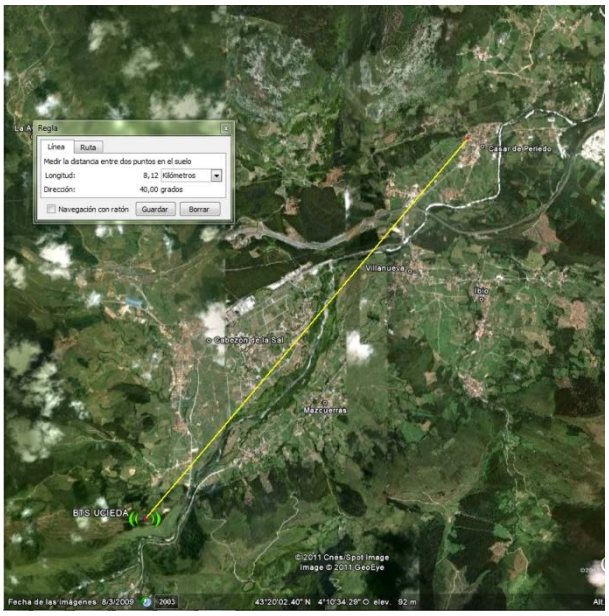


Figura 5.19. Distribución de localidades del sector 1

No obstante, se realizarán simulaciones con otros azimut de apuntamiento para verificar la mejor opción de apuntamiento en función del perfil y distribución de la población en el sector 1.

Ángulo de elevación

El ángulo de elevación de la antena se va a establecer apuntando a la población más grande a cubrir. En este caso es Cabezón de la Sal. Utilizando la herramienta “Enlace de radio” de Radiomobile se determina el ángulo de elevación a -4,218 º tal y como muestra la Figura 5.20.

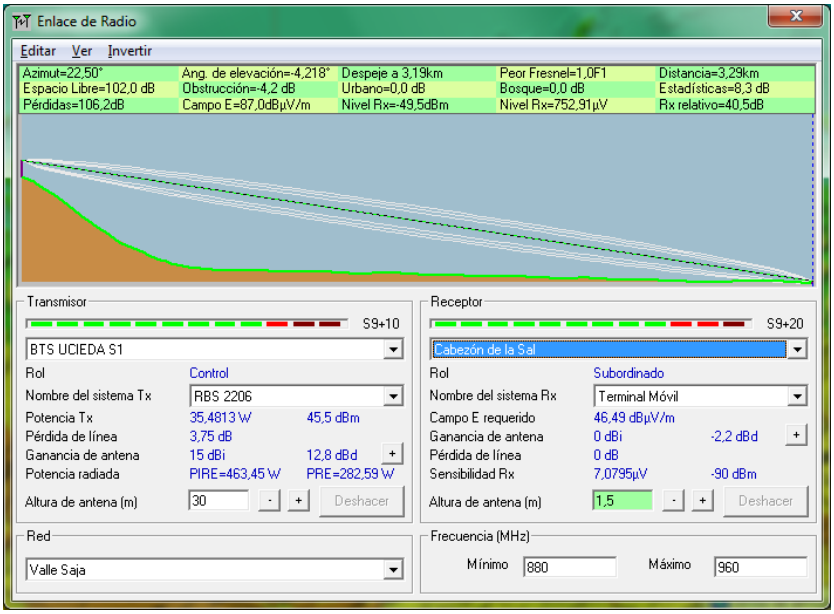


Figura 5.20. Sector 1: Definición del ángulo de elevación

A continuación se muestran los diagramas obtenidos con diferentes azimut. Se compararán entre ellos para definir el azimut final de la antena.

Leyenda de los diagramas

Radiomobile permite configurar cómo se muestran los resultados de un estudio de cobertura. Para realizar los estudios iniciales se ha optado por realizar coberturas de radio polar. Los resultados se mostrarán con el estilo de la red configurado de la siguiente forma:

Color verde: Señal recibida 10 dB por encima del umbral.

Color amarillo: Señal recibida entre 0 y 10 dB por encima del umbral.

Color rojo: Señal recibida por debajo del umbral.

Azimut 40º

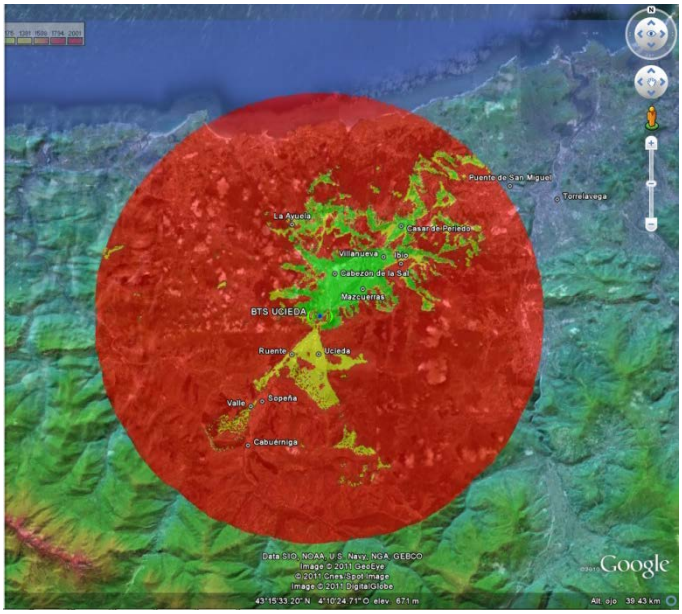


Figura 5.21. Sector 1: Diagrama de cobertura con azimut 40º

En la Figura 5.21 se muestra como la cobertura a las poblaciones deseadas es buena con excepción de Ibio. Ibio es una población que no tiene LOS con la nueva estación base por lo que no se podrá cubrir con la nueva estación base. Las Figuras 5.22 y 5.23 ilustran la imposibilidad de cubrir Ibio desde la nueva estación base de Ucieda.

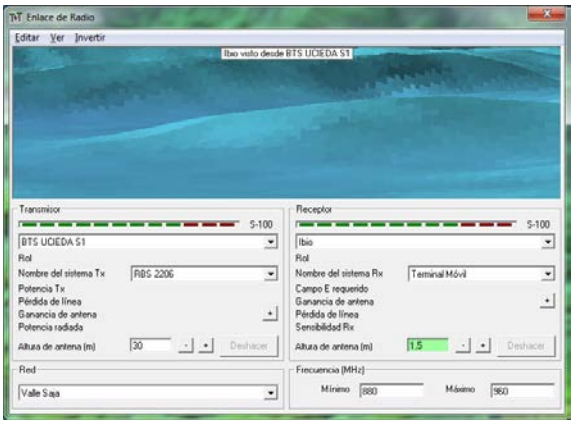


Figura 5.22. Ibio desde Ucieda

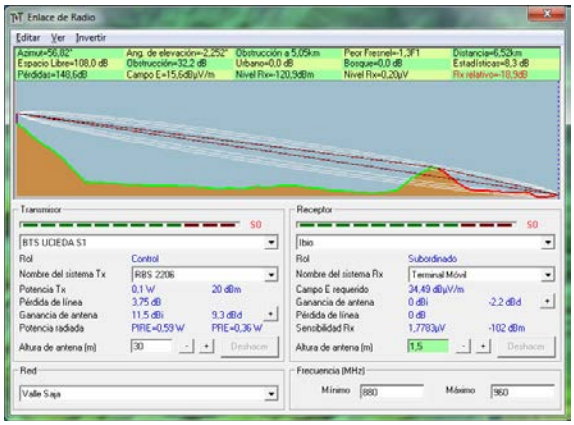


Figura 5.23. Perfil Ucieda-Ibio

También se observa zonas de cobertura buena lejanas a la estación base en la dirección de Casar de Periedo (el radio de cálculo es de 15 km) así como cobertura no deseada a causa del lóbulo trasero de la antena. Se va a bajar la potencia de transmisión para reducir estos efectos. Tras realizar varias pruebas se muestra que con 20 dBm de potencia de transmisión se obtienen buenos valores de cobertura en los pueblos deseados y reducción visible de la cobertura no deseada. Se muestra el resultado del estudio en la Figura 5.24.

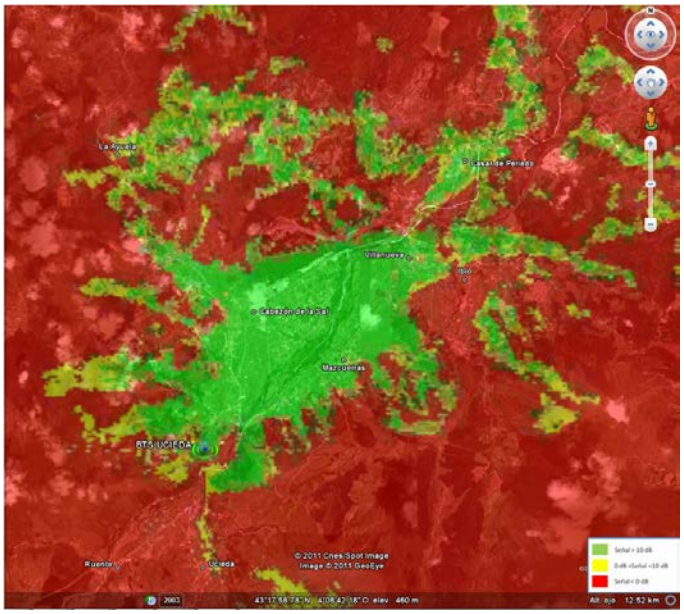


Figura 5.24. Sector 1: Cobertura 40º azimut y P_{Tx} de 20 dBm

A continuación, en las figuras 5.25 y 5.26 se muestran los diagramas con la potencia de transmisión ajustada para evitar radiación por el lóbulo trasero de la antena y con diferentes azimut de antena para compararlos entre ellos y con el diagrama mostrado en la Figura 5.21.

AZIMUT 50

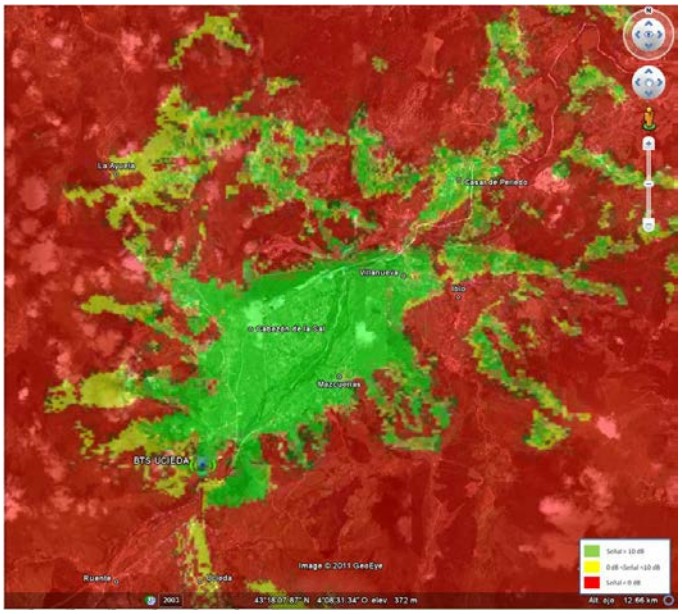


Figura 5.25. Sector 1: Cobertura 50º azimut y P_{TX} de 20 dBm

AZIMUT 30

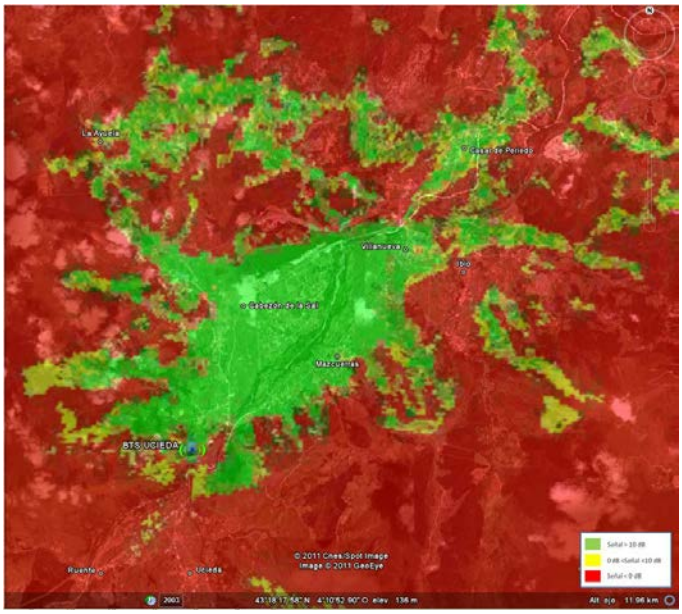


Figura 5.26. Sector 1: Cobertura 30º azimut y P_{TX} de 20 dBm

La cobertura con azimut de 50º y de 30º son muy similares a la de 40º. La diferencia estriba en la cobertura en La Ayuela, localidad que no entra dentro de las poblaciones objetivo. La Ayuela queda relativamente bien cubierta con 30º y 40º de azimut y no tanto con 50º. Además con 50 º de Azimut, se produce más señal en el lóbulo trasero hacia Ucieda.

También hay una leve diferencia en la señal del lóbulo trasero entre 30º y 40º. A 40º hay mayor radiación trasera hacia Ucieda mientras que a 30º es menor esta radiación. Otro aspecto a considerar es que a 30º prácticamente estamos apuntando hacia Cabezón de la Sal que es la población más importante del valle con mayor potencial en cuanto a número de clientes.

Conclusiones

Las consideraciones anteriores nos indican que la antena sectorial que dará servicio al valle del Saja, tendrá que estar orientada en un azimut de 30º, con -4,218º de ángulo de elevación y estará colocada a 30 metros de altura.

El diagrama de cobertura esperado con la instalación del sector 1 es el mostrado en la Figura 5.27.

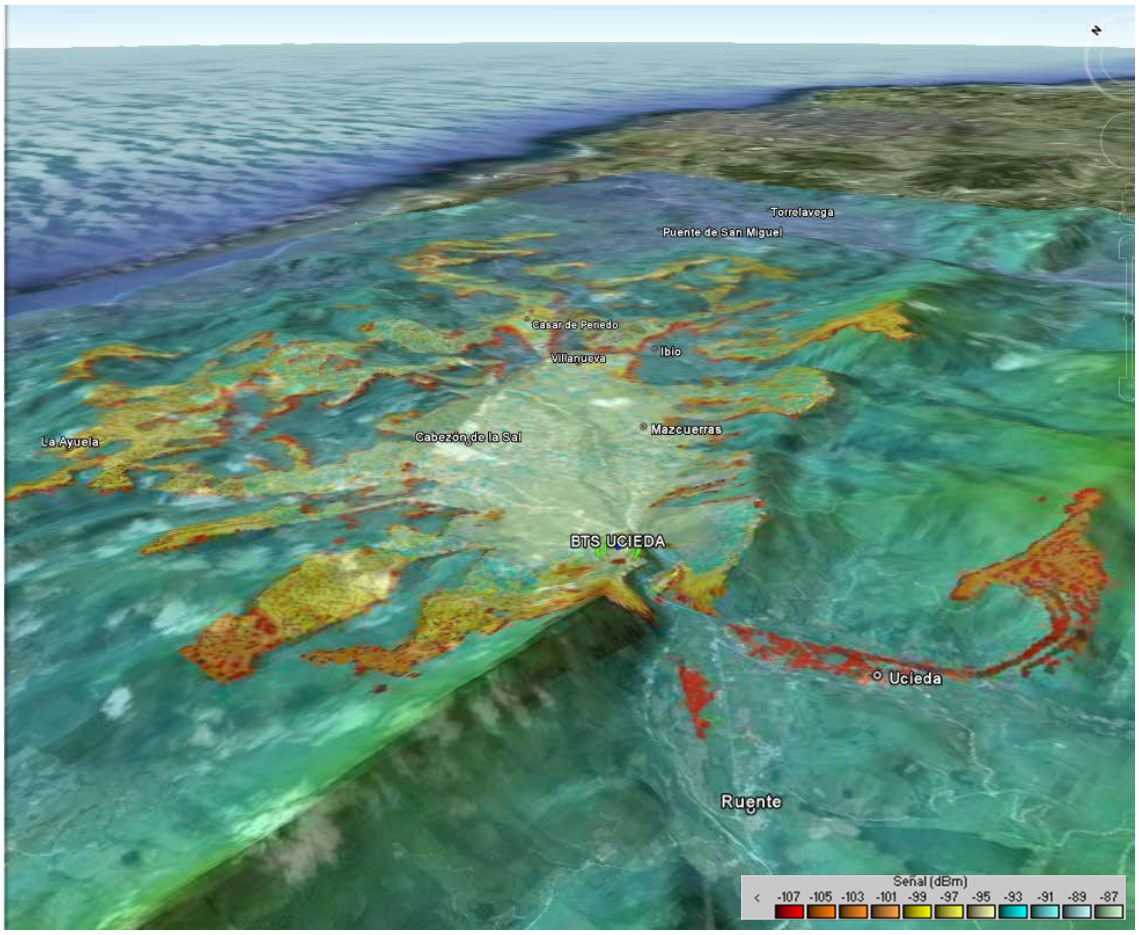


Figura 5.27. Cobertura Sector 1 con apuntamiento final.

5.4.3 Cobertura Sector 2: Cañón del río Saja.

Parámetros de la red

Los parámetros de red coinciden con los establecidos en el apartado dedicado a la cobertura del Sector 1: Valle del río Saja.

Las frecuencias de los canales utilizados en el Sector 1 y en el Sector 2 serán diferentes y fijados por la operadora. Para el estudio de cobertura se utiliza toda la amplitud de la banda GSM.

Los parámetros de la red con los que Radiomobile realizará el estudio de cobertura para la red "Cañón Saja" se pueden observar en la Figura 5.28.

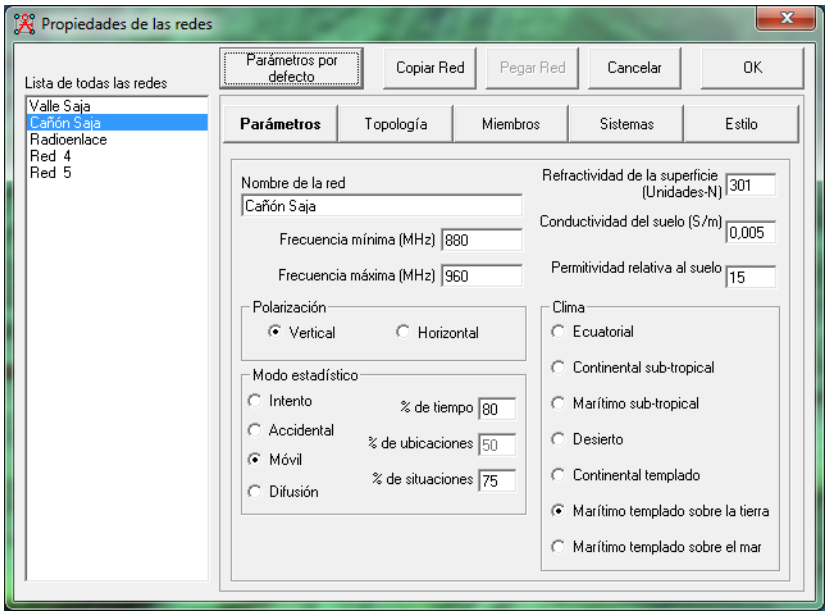


Figura 5.28. Parámetros de red del Sector 2.

Equipamiento

El equipamiento utilizado en el sector 2 es igual al considerado para servir al sector 1.

Apuntamiento de las antenas

Azimut

La definición del azimut de la antena sectorial se realizará teniendo en cuenta las características orográficas de la zona a cubrir. La mayoría de las poblaciones se encuentran entre 210º y 220º de azimut por lo que parece que éstos serán nuestros azimut centrales. Sin embargo, Ucieda se encuentra a 180º de azimut pero puede ser servida aprovechando el ancho de haz de la antena sectorial de 65º apuntando a 210º-220º de azimut. La Figura 5.29 muestra la situación descrita con anterioridad en este párrafo.

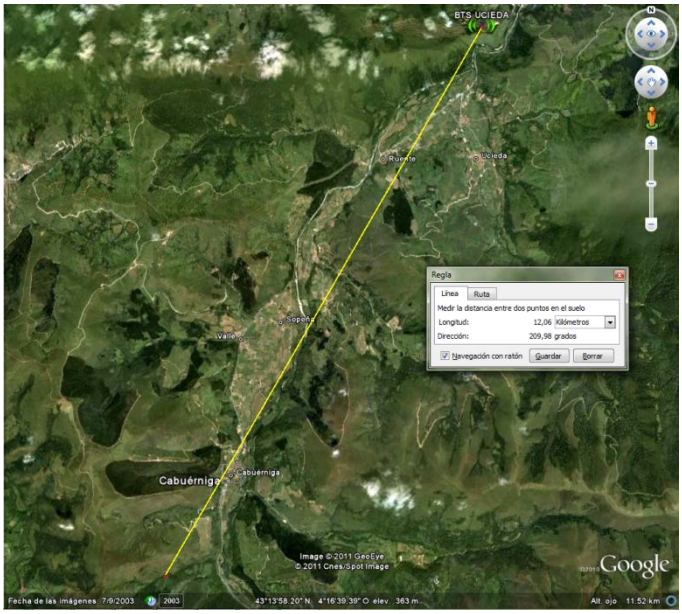


Figura 5.29. Distribución de poblaciones en el sector 2.

Ángulo de elevación

Atendiendo a las características de la zona a servir, parece que no va a haber problema para dar servicio a las poblaciones más cercanas como Ucieda o Ruente. Sin embargo, Cabuérniga, Sopeña o Valle pueden tener más problemas de cobertura al encontrarse dentro del cañón y más aisladas. Además, Sopeña y Cabuérniga no tiene LOS con la nueva estación base pero sí posibilidades de recibir señal por un rebote directo por lo que parece apropiado concentrar señal para tratar de dar cobertura a estas poblaciones.

Sin embargo, si no se consiguen valores de cobertura buenos en Sopeña o Cabuérniga, se considerará establecer el ángulo de elevación hacia Ruente.

Apuntamiento inicial

- Azimut: 210º
- Ángulo de elevación: -0,633º (Valle)
- Potencia de transmisión: 45,5 dBm

El resultado de la simulación de cobertura en Radiomobile con los parámetros anteriores se ilustra en la Figura 5.30. Destaca que en Sopeña y en Cabuérniga, al no haber línea de visión directa, no habrá suficiente señal para prestar el servicio. Sin embargo, dada la orografía, se espera que haya cobertura gracias a rebotes. Pero para simularlo hace falta contar con software que analice las trayectorias de los distintos rayos. En la introducción del PFM se hacía notar este aspecto ya que Radiomobile tiene limitaciones a este respecto. También se muestra gran cantidad de radiación en el lóbulo trasero que habrá que corregir modificando la potencia de transmisión y el ángulo de elevación.

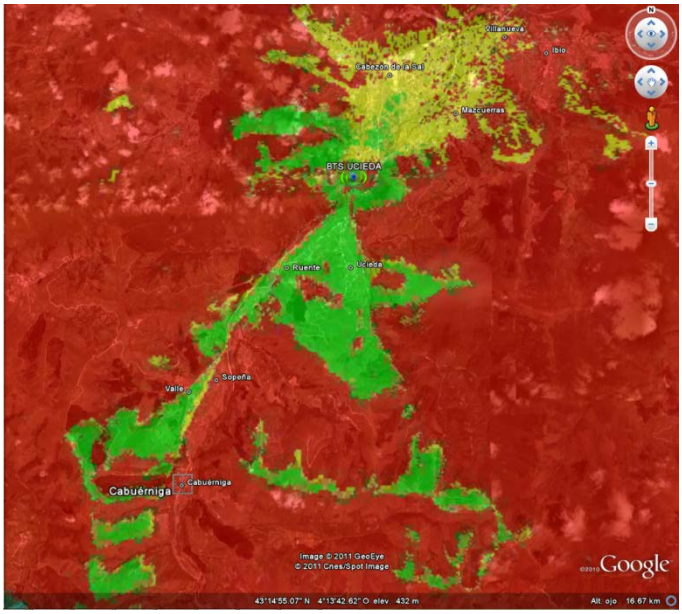


Figura 5.30. Sector 2: Cobertura con la máxima potencia de transmisión

APUNTAMIENTO 2: ÁNGULO DE ELEVACIÓN HACIA RUENTE.

- Azimut: 210º
- Ángulo de elevación: -2,697º (Ruente)
- Potencia de transmisión: 45,5 dBm

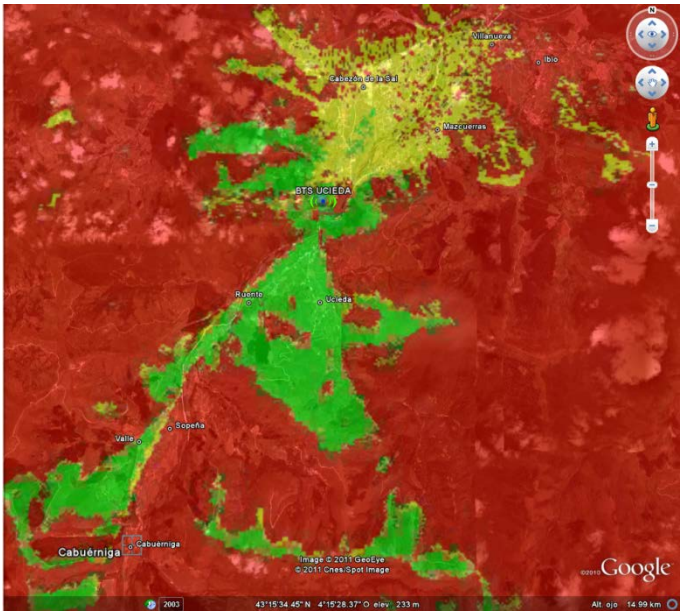


Figura 5.31. Sector 2: Cobertura con variación del ángulo de elevación

En la Figura 5.31, se muestra que la huella de cobertura en la dirección deseada no varía demasiado. Sin embargo, sí que se observa en la dirección del lóbulo trasero cómo la radiación esperada es sensiblemente menor que en el caso anterior.

Considerando la invariabilidad de la huella de cobertura en la dirección deseada por el cambio de ángulo de elevación de la antena y la menor radiación por el lóbulo trasero, se considerará como primera opción el ángulo de elevación de la antena hacia Ruente a partir de ahora sin descartar volver a variar el ángulo de elevación de la antena si se cree preciso..

APUNTAMIENTO 3: DISMINUCIÓN DE LA POTENCIA DE TRANSMISIÓN

En esta fase del apuntamiento se busca reducir la potencia radiada en el lóbulo trasero sin descuidar que la señal recibida por las poblaciones a cubrir sea suficientemente buena.

Después de simular varias veces la huella de cobertura con diferentes valores de potencia de transmisión, se muestra el siguiente apuntamiento por ser significativo. Lo valores de apuntamiento de la antena y la potencia de transmisión considerados son los siguientes:

- Azimut: 210º
- Ángulo de elevación: -2,697º (Ruente)
- Potencia de transmisión: 23 dBm

La huella de cobertura obtenida para los valores de apuntamiento anteriores se muestra en la Figura 5.32.

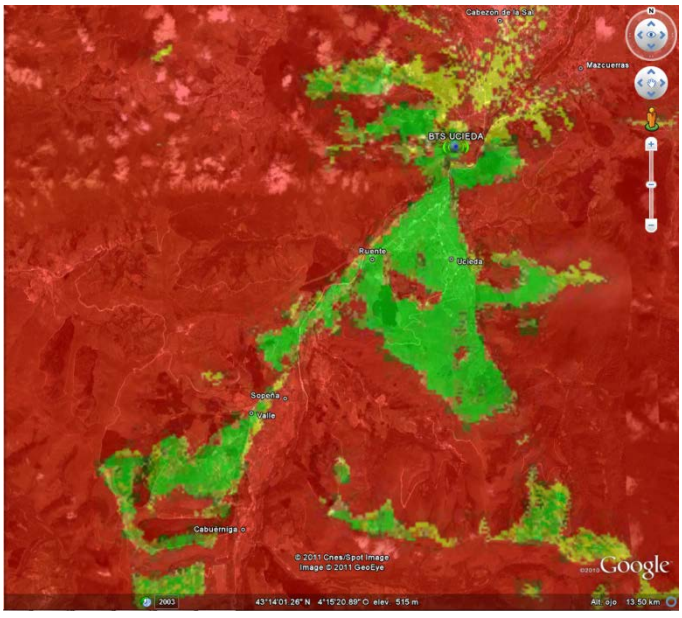


Figura 5.32. Sector 2: Cobertura con P_{TX} 23 dBm y 210º azimut

Manteniendo los valores de azimut y de potencia de transmisión pero variando el ángulo de elevación de la antena hacia la localidad de Valle, se obtiene una cobertura similar al mostrado anteriormente pero con más potencia radiada en el lóbulo trasero. Este efecto se ilustra en la Figura 5.33.

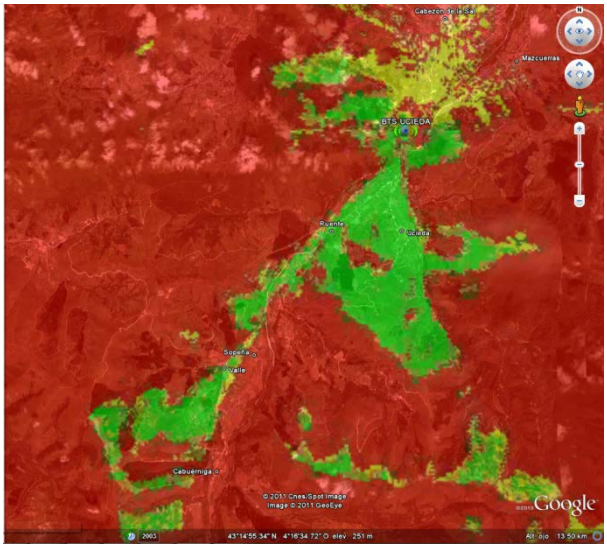


Figura 5.33. Sector 2: Variación del ángulo de elevación de la antena.

Se procede ahora a comprobar cómo afectaría un cambio de azimut de la antena directiva en la potencia radiada en el lóbulo trasero y en la zona de cobertura deseada.

APUNTAMIENTO 4: CAMBIO DE AZIMUT

Para proponer un cambio de azimut, se debe de estudiar la orografía del terreno. Para ello, se opta por utilizar la opción “Observar” de la herramienta “Enlace de radio” de Radiomobile. En la figura 5.34 se muestra como a la derecha de la estación base de Ucieda, hay un promontorio que dificulta la cobertura lo que deja sin sentido un giro de la antena en ese sentido del azimut.

En la figura 5.35, se aprecia como a la izquierda de la localidad de Ucieda hay un promontorio menor pero que también dificulta también la cobertura. Si a eso añadimos que no hay poblaciones que cubrir más alejadas de Ucieda, es obvio que no hay demasiado interés en girar más la antena en este sentido.

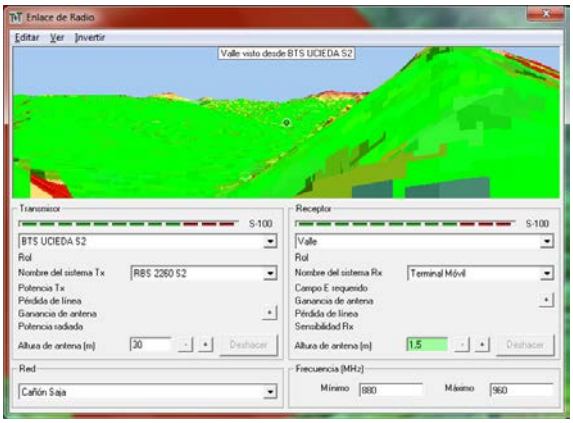


Figura 5.34. Valle desde BTS Ucieda.

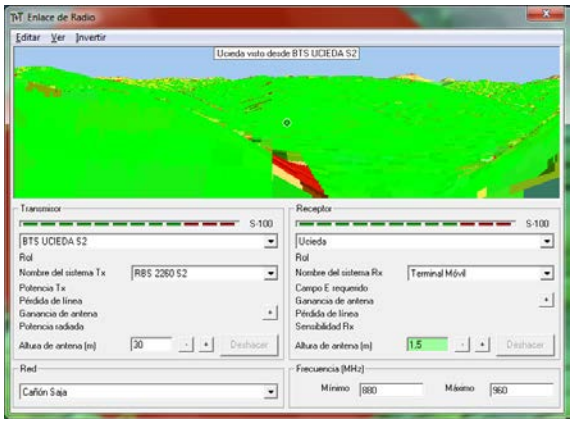


Figura 5.35. Ucieda desde BTS Ucieda.

Por tanto, al tratarse de un cañón lo que se debe de hacer es concentrar la mayor parte de la señal por el centro del cañón. Con la ayuda de Google Earth y de las coberturas obtenidas en diagramas anteriores se determina el ángulo central del cañón que es donde se apuntará la antena sectorial si los diagramas de radiación obtenidos mejoran o igualan a los obtenidos con un azimut de 210º. Las Figuras 5.36 y 5.37 muestran la situación relativa de los promontorios respecto de la estación base de Ucieda.

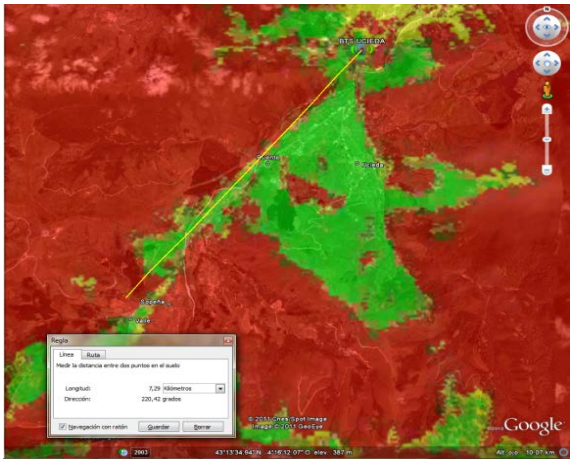


Figura 5.36. Promontorio a 220ºN

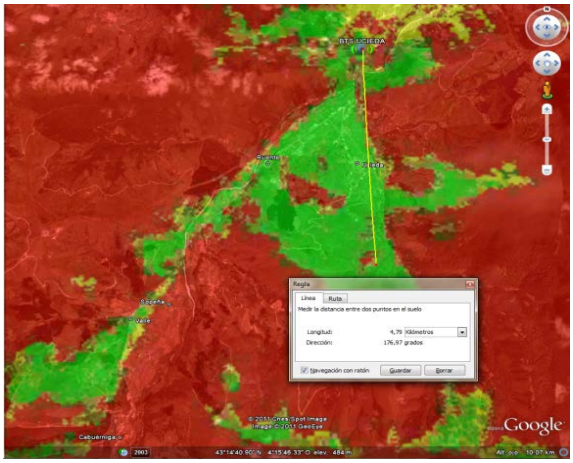


Figura 5.37. Promontorio a 177ºN

El ángulo central del cañón es de 198'5º de azimut. El diagrama de cobertura obtenido con los 198'5º de azimut, ángulo de elevación -2,697º y con 23 dBm de potencia de transmisión es el ilustrado en la Figura 5.38.

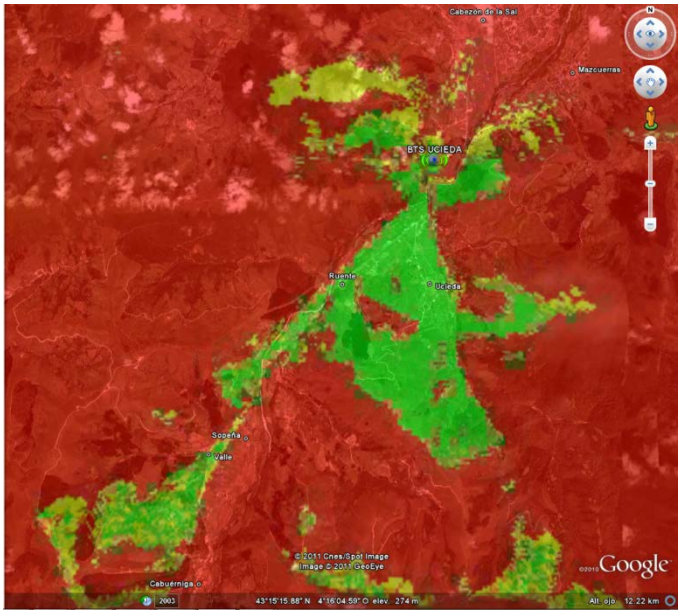


Figura 5.38. Sector 2: Azimut a 198'5º y P_{TX} 23 dBm

Como se puede observar en la huella de cobertura anterior, la potencia radiada por el lóbulo posterior es menor que con azimut 210º. En cuanto a la señal obtenida en las poblaciones a cubrir es algo menor que en los casos anteriores. Para paliar este efecto, se va a elevar la antena a -0,633º, es decir, elevar hacia Valle. Se aprecia el resultado en la Figura 5.39.

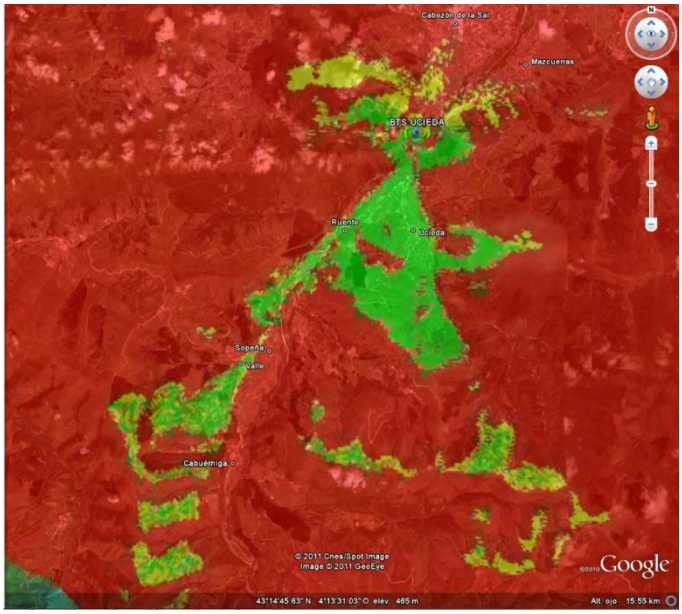


Figura 5.39. Sector 2: Parámetros Figura 5.37 y variación ángulo de elevación.

Se observa un incremento de cobertura en la zona de Valle mientras se aumenta la potencia radiada en el lóbulo trasero. Se propondrá esta solución como definitiva para focalizar la mayor parte de la señal en la zona objetivo de cobertura.

Por tanto, la propuesta definitiva de los valores de apuntamiento de antena para el sector 2 son los siguientes:

Azimut: 198,5º

Ángulo de elevación: -0,633º

Ajustando la potencia de salida del equipo de transmisión a 23 dbm se espera una huella de cobertura como la representada en la Figura 5.40.

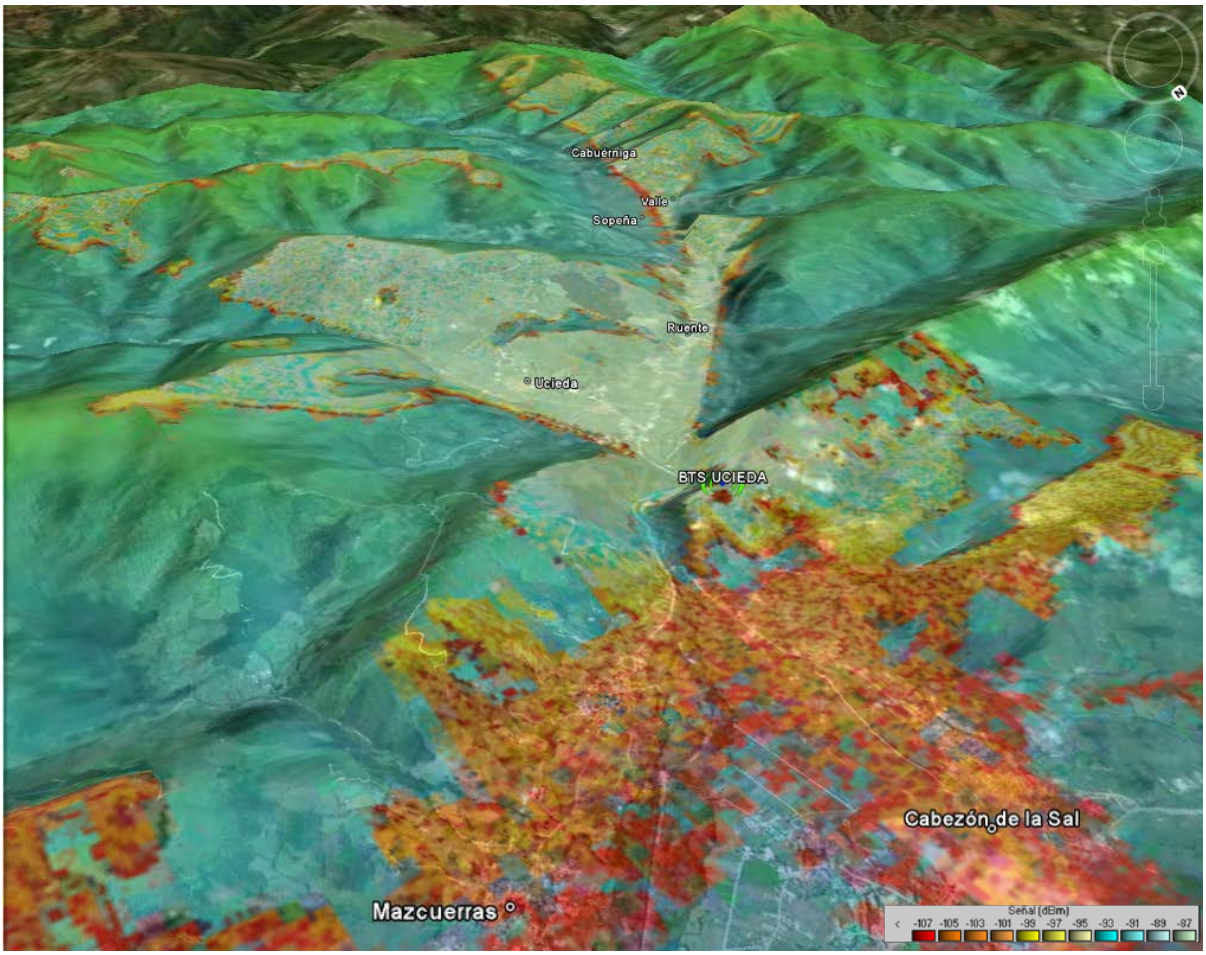


Figura 5.40. Cobertura del sector 2 definitiva

5.5 CONCLUSIONES

Una vez finalizadas todas las etapas del estudio de cobertura se procede a la valoración de los resultados. El objetivo será verificar la validez del emplazamiento propuesto por el operador móvil y así continuar con el proceso que finalizará con la construcción y puesta en marcha de la nueva BTS.

En el apartado 5.3 se ha mostrado que es posible integrar la nueva estación base dentro de la red del operador móvil. Se ha propuesto como radioenlace que lleve la información de gestión y tráfico el enlace UCIEDA – QUIJAS. Entre los enlaces posibles es el que mejores prestaciones proporciona.

En cuanto a la cobertura que se alcanzaría con la nueva estación base se ha mostrado en el apartado 5.4 que serían necesarios dos sectores por motivos de dispersión de las poblaciones. El primero de los sectores, denominado valle del río Saja, obtiene unos valores de cobertura muy buenos en las poblaciones objetivo que reforzarán la cobertura existente. Tan solo hay una excepción con la población de Ibio que no podrá ser servida por esta estación base ya que no hay línea de visión directa con la nueva estación base. Sin embargo, esta población ya dispone de cobertura con las estaciones base existentes en la zona del operador móvil.

El segundo de los sectores, denominado cañón del río saja, tiene una orografía muy complicada. En la zona hay montes cercanos que dificultan la cobertura de las poblaciones objetivo como en sopeña y cabuérniga. Ambas poblaciones, al no contar con línea de visión directa con la nueva estación base, no dispondrán de servicio. Sin embargo, las poblaciones más cercanas a la BTS y más importantes en cuanto a población (Ruente, Ucieda de Abajo, Ucieda de Arriba y Valle) si serán cubiertas por lo que el operador móvil mantiene el interés en la construcción de la estación base.

De acuerdo con los comentarios expresados en los párrafos anteriores se demuestra la viabilidad de la construcción de la nueva estación base (con condicionantes en el sector 2) por lo que se puede continuar con el proceso de la construcción.

6. PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

6.1 INTRODUCCIÓN

La elaboración de un proyecto de construcción de un emplazamiento es una de las actividades incluidas dentro del ciclo de construcción. Se realiza después de los estudios previos tanto de campo como de gabinete y antes del período de solicitud de licencias y de construcción del emplazamiento.

En el proyecto de construcción quedan perfectamente definidos todos los aspectos relacionados con la construcción del emplazamiento. Se describen los datos básicos del mismo (coordenadas geográficas, dirección, acceso, etc.), los equipos y el procedimiento para su instalación dentro del recinto de construcción, se delimitan las condiciones de seguridad y salud que regirán la construcción de la obra y el coste esperado de la obra.

En el presente PFM se van a exponer todos los aspectos referentes a la memoria del proyecto de construcción de una estación base y se va a realizar un apartado de planos de instalación.

Con la mera lectura de la memoria del proyecto de construcción deben quedar claros los objetivos perseguidos por el proyecto de construcción. Quizás éste sea el documento más importante y al que más trascendencia dan los promotores de la obra y las administraciones en las que se presenta.

En el apartado de planos se plasma cómo se debe construir el emplazamiento. El emplazamiento está dividido en diversas partes y cada una de ellas queda perfectamente definida con el plano de instalación. Generalmente, los planos muestran el resultado final de la construcción. Será competencia de la dirección de obra la decisión del orden de construcción de las instalaciones para que el resultado final coincida con lo mostrado en el apartado de planos.

6.2 MEMORIA

6.2.1 Objeto del proyecto de construcción

Es objeto del proyecto de construcción aplicado al caso que nos ocupa en el PFM es definir las infraestructuras necesarias de una estación base de telefonía móvil (BTS), así como de la instalación de los equipos de telecomunicaciones y transmisión necesarios. Estas definiciones abarcan las condiciones en el suministro de material y mano de obra necesarias para el montaje de equipos, antenas y parábolas necesarias para su correcto funcionamiento.

Además, el proyecto de construcción tiene por objeto indicar las condiciones para la instalación de dicha estación base de telefonía móvil, haciendo referencia a las medidas correctoras a emplear, a tenor de la evaluación de aquellos aspectos recogidos en el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas de 30 de Noviembre de 1961 y disposiciones concordantes al mismo, en aras de la obtención de la LICENCIA MUNICIPAL DE OBRAS.

6.2.2 Situación

La estación BTS se encuentra ubicada en el Monte El Escudo, Santa Lucía, Cabezón de la Sal (Cantabria), Siendo las coordenadas de la misma:

Latitud: 43º 16’ 51.3’’ N

Longitud 04º 14’ 40.7’’ W

Altitud: 355 metros

El nombre de la estación de este emplazamiento es: AT_S_UCIEDA

6.2.3 Normativa de aplicación

En las obras de construcción e implantación de la estación base de telefonía móvil y elementos anexos a la instalación objeto del presente proyecto, se exigirá en todo momento el cumplimiento de las disposiciones contenidas en las normas que a continuación se especifican:

1.- ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN Y HORMIGÓN

- NORMA NBE-AE-88 "ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN" REAL DECRETO 1370/1988, DE 11 DE NOVIEMBRE, DEL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO. B.O.E. 17-NOV-88.

- NORMA SISMORRESISTENTE NCSE-94 REAL DECRETO 2543/1994 DEL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES Y MEDIO AMBIENTE. B.O.E. 8-FEB-95.

- NORMA EA-95 "ESTRUCTURAS DE ACERO EN EDIFICACIÓN". REAL DECRETO 1829/1995, DE 10 DE NOVIEMBRE DE 1995, DEL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES Y MEDIO AMBIENTE. B.O.E. 8-ENE-96.

- NORMA EHE "INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL". REAL DECRETO 2661/1998 DEL MINISTERIO DE FOMENTO. B.O.E. 13-ENE-99.

2.- ELECTRICIDAD

- REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN. "REBT" DECRETO 842/2002, DE 02-AGO, DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGÍA; B.O.E. 224 DE 28 SEPTIEMBRE DE 2002.

- INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS DEL R.E.B.T. APROBACIÓN ORDEN 31 DE OCTUBRE 1973. MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGÍA; B.O.E. 15 ABRIL 1974.

- INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS DEL R.E.B.T. AMPLIACIÓN ORDEN 6 DE ABRIL 1974. MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGÍA; B.O.E. 15 ABRIL 1974.

3.- PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

- NORMA BÁSICA DE EDIFICACIÓN "NBE-CPI-96". REAL DECRETO 2.177/1.996, DE 4 DE OCTUBRE. BOE 29-10-96). ART. 2.4.

- REGLAMENTO DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS. REAL DECRETO 1942/1993, DE 5 DE NOVIEMBRE (BOE 28-4-98).

- REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN LOS EDIFICIOS INDUSTRIALES. REAL DECRETO 786/2001, DE 6 DE JULIO (BOE 30-7-01).

4.- ESTRUCTURAS DE ACERO

- NORMA BÁSICA DE LA EDIFICACIÓN NBE EA-95: ESTRUCTURAS DE ACERO EN LA EDIFICACIÓN, SEGÚN REAL DECRETO 1.829/1.995, DE 10 DE NOVIEMBRE, DEL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES Y MEDIO AMBIENTE. (B.O.E.18-01-96).

- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS RECUBRIMIENTOS GALVANIZADOS EN CALIENTE SOBRE PRODUCTOS, PIEZAS Y ARTÍCULOS DIVERSOS CONSTRUIDOS O FABRICADOS CON ACERO U OTROS MATERIALES FÉRREOS Y SU HOMOLOGACIÓN, SEGÚN REAL DECRETO 2531/1985 DE 18 DE DICIEMBRE DE 1985 DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGÍA. (B.O.E. 03-01-1986).

5.- SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

- ORDEN MINISTERIAL DE 9 DE MARZO DE 1971, POR LA QUE SE APRUEBA LA ORDENANZA GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO: CAPÍTULO VI, ARTÍCULOS DEL 51 AL 70 BOE DE 16 Y 17-03-71.

- REAL DECRETO 1495/1986, DE 26 DE MAYO, ORIENTADO A LA PROTECCIÓN DEL USUARIO EN GENERAL, COMO LA DEL TRABAJADOR EN PARTICULAR. BOE DE 21-07-86.

- REAL DECRETO 486/1997, DE 14 DE ABRIL, POR EL QUE SE ESTABLECEN LAS DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO. BOE DE 23-04-97.

- REAL DECRETO 487/1997, DE 14 DE ABRIL, SOBRE DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS QUE ENTRAÑE RIESGOS, EN PARTICULAR DORSOLUMBARES, PARA LOS TRABAJADORES.

- REAL DECRETO 1215/1997, DE 18 DE JULIO, POR EL QUE SE ESTABLECEN LAS DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

- ORDEN DE 31 DE ENERO DE 1940, DEL MINISTERIO DE TRABAJO, QUE APRUEBA EL REGLAMENTO DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. CAPÍTULO VII: " ANDAMIOS " (DEROGADA , SALVO EL CAPÍTULO VII , POR LA ORDEN MINISTERIAL DE 9 DE MARZO DE 1971 PUBLICADA EN EL BOE DE 16-03-71) BOE DE 03-02-40 C.E BOE DE 28-02-40.

- ORDEN MINISTERIAL DE 20 DE MAYO DE 1952, QUE APRUEBA EL REGLAMENTO DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO DE LA CONSTRUCCIÓN Y OBRAS PÚBLICAS. (MODIFICADA POR LA ORDEN DE 10 DE DICIEMBRE DE 1953, BOE DE 22-12-53) BOE DE 15-06-52.

- ORDEN MINISTERIAL DE 10 DICIEMBRE DE 1953 (CABLES, CADENAS, ETC., EN APARATOS DE ELEVACIÓN, QUE MODIFICA Y COMPLETA LA ORDEN MINISTERIAL DE 20 MAYO DE 1952, QUE APRUEBA EL REGLAMENTO DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LA CONSTRUCCIÓN Y OBRAS PÚBLICAS) BOE 22-12-53.

- ORDEN DE 23 DE SEPTIEMBRE DE 1966, SOBRE TRABAJO EN CUBIERTAS, QUE MODIFICA Y COMPLEMENTA LA ORDEN DE 20 DE MAYO DE 1952, QUE APRUEBA EL REGLAMENTO DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LA CONSTRUCCIÓN Y OBRAS PÚBLICAS. BOE DE 01-10-66.

- ORDEN DE 28 DE AGOSTO DE 1970, POR LA QUE SE APRUEBA LA ORDENANZA DE TRABAJO DE LA CONSTRUCCIÓN, VIDRIO Y CERÁMICA. (INTERPRETADA POSTERIORMENTE EN LOS BOES DE 28-11-70 Y 05-12-70). BOES DE 05/06-07-08 Y 09 DE SEPTIEMBRE DE 1970 C.E BOE 17-10-70.

- ORDEN DE 23 DE MAYO DE 1983, POR LA QUE SE MODIFICA LA CLASIFICACIÓN SISTEMÁTICA DE LAS NORMAS TECNOLÓGICAS DE LA EDIFICACIÓN, NTE, CONTENIDA EN EL ANEXO DEL DECRETO 3565/1972, DE 23 DE DICIEMBRE.

- ORDEN DE 20 DE SEPTIEMBRE DE 1986, SOBRE EL MODELO DE LIBRO DE INCIDENCIAS CORRESPONDIENTES A LAS OBRAS EN LAS QUE SEA OBLIGATORIO UN ESTUDIO DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO BOE DE 13-10-86 C.E BOE DE 31-10-86.

- REAL DECRETO 1627/1997, DE 24 DE OCTUBRE, POR EL QUE SE ESTABLECEN DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y DE SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN. BOE DE 25-10-97.

- RESOLUCIÓN DE 8 DE ABRIL DE 1999, SOBRE DELEGACIÓN DE FACULTADES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN, COMPLEMENTA ART. 18 DEL REAL DECRETO 1627/1997, DE 24 DE OCTUBRE DE 1997, SOBRE DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.

- LEY 38/1999 DE 5 DE NOVIEMBRE. ORDENACIÓN DE LA EDIFICACIÓN BOE 266, DE 06-11-99.

6.2.4 Clasificación urbanística

La Estación Base de Telefonía Móvil, objeto del presente Proyecto, se ubica dentro de suelo calificado como suelo rural y clasificado según normativa.

Las estaciones de telefonía móvil, son emplazamientos de tipo transitorios y tanto sus equipos como antenas y parábolas son desmontables.

Las estaciones de telefonía móvil, no pueden considerarse emplazamientos de tipo “inmueble”, dado que tanto sus equipos como antenas y parábolas son desmontables.

6.2.5 Clasificación de la actividad

La actividad no se encuentra incluida en el nomenclator anejo al Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas aprobado por el Decreto 2414/1961 de 30 de Noviembre.

6.2.6 Descripción de la instalación

La solución adoptada refleja el procedimiento de ejecución de la estación base (infraestructura e instalación de equipos) y la adaptación a la normativa vigente adecuando los procedimientos constructivos a los sistemas de construcción habituales.

La estación base se situará en nuevo recinto del operador, y estará formada por una caseta de hormigón en las que se instalará los nuevos equipos y el sistema radiante que se ubicará sobre soportes en la torre a instalar en el mencionado recinto.

Los principales trabajos a realizar son los siguientes:

- Realización de nuevo vallado de 10x4 m.
- Instalación de caseta de dimensiones 2,2 x 3,1 m. interiores.
- Instalación de torre de celosía de 30 m. de altura y 1,4m. de base.
- Equipamiento de caseta según planos.
- Instalación de escalera para cables entre torre y caseta.
- Instalar plataformas, game system y escalera en la torre según norma de SyS.
- Instalar 2 soportes para antenas de 3 m. de longitud y 90 mm. de diámetro a tope de torre.
- Instalar 2 antenas tribanda.
- Instalar 1 radioenlace.
- Realizar nueva red de tierras.
- Solicitar acometida eléctrica trifásica de 20 A.

Dicha Estación Base se encuadra dentro del tipo Rural BTS. Los equipos de RF, transmisión y el resto de los equipos auxiliares se distribuirán en el interior de la referida caseta quedando la misma para realizar ampliaciones de equipamiento futuras.

La caseta contendrá en su interior un cuadro eléctrico CE-IT-63/CC/ICP-20 o similar; un panel de alarma SA-PA-04 o similares; un equipo de aire acondicionado AA-CT-10 o similar; equipos de radio GSM, UMTS y equipos de transmisión; equipos de fuerza GSM y UMTS y todos los elementos auxiliares y accesorios definidos en Standard para un emplazamiento de este tipo.

6.2.7 Obra civil

Para la construcción del emplazamiento será necesario el enrasado del terreno. La ubicación exacta de éste está determinada por los planos del proyecto según se determinó en el replanteo previo.

Antes de hacer la cimentación se procederá al desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, a la excavación a cielo abierto, incluyendo excavación en roca, extendido y compactado con material granular por medios manuales, en tongadas de 15 cm de espesor.

La caseta en la que se alojarán los equipos se instalará sobre losa de hormigón, para lo cual se habrán de realizar trabajos de limpieza y acondicionamiento del lugar.

Cimentación

La cimentación de la torre estará formada por una zapata según características y dimensiones del proveedor (MADE) especialmente calculada para esta estructura en el lugar indicado en el plano correspondiente. Las dimensiones de la zapata para este emplazamiento son: 1,70m x 1,70m x 2,5m.

El terreno considerado ha sido grava gruesa con arena fina (coef.Balastro:12 kg/cm3). Al realizar la excavación y previo al hormigonado de la zapata se consultará con la dirección facultativa.

Tabla orientativa de coeficientes de Balastro:

CLASES DE SUELO	COEFICIENTE DE BALASTRO
Suelo ligero de turba y cenagoso	0.5-1.0
Suelo pesado de turba y cenagoso	1.0-1.5
Arena fina de ribera	1.0-1.5
Capas de humus, arena y grava	1.0-2.0
Tierra arcillosa mojada	2.0-3.0
Tierra arcillosa húmeda	4.0-5.0
Tierra arcillosa seca	6.0-8.0
Humus firmemente estratificado con arena y pocas piedras	10.0-
Lo mismo con muchas piedras	8.0-10.0
Grava fina con mucha arena fina	10.0-12.0
Grava media con arena fina	8.0-10.0
Grava media con arena gruesa	10.0-12.0
Grava gruesa con arena fina	12.0-15.0
Grava gruesa con arena gruesa	15.0-20.0
Grava gruesa con poca arena	15.0-20.0
Grava gruesa con poca arena, muy firmemente estratificada	20.0-25.0

Tabla 6.1. Coeficientes de Balastro aproximados

La caseta se apoyará sobre una losa de hormigón de características y dimensiones detalladas en los planos.

Vallado Perimetral

Se construirá un cerramiento base de valla perimetral de malla de alambre de acero galvanizado de simple torsión tipo 50/14/17 de 2 m de altura, con postes de tubo de chapa de acero galvanizado cada 2m aproximadamente, doblados en la parte superior a 45° con tres hileras de alambre de espino.

Estructura soporte antenas

Se construirá una torre metálica de celosía de planta cuadrada (1,4 m de lado) y 30 m de altura, fabricada por la empresa MADE, del tipo rural estándar (viento normal Vel=161 km/h).

Estará provista de sistema de seguridad Game System y plataformas de descanso a los 9m y 18m y una plataforma de trabajo a 27 m de altura.

Se cumplirá siempre con la normativa de Prevención de Riesgos Laborales en cuanto a escaleras se refiere:

- Altura libre máxima entre pates: 30cm.
- Ancho libre mínimo: 40 cm.
- Distancias libres mínimas desde la escalera:
    - Delante: 0.16 m (hacia torre)
    - Detrás: 0.75 m
- Distancia máxima entre plataformas: 9 m

Se instalarán en la parte superior de la torre 2 sectores para GSM/DCS/UMTS que irán sujetos cada uno mediante un soporte tubular de acero indeformable de 3 m de altura y 90 mm de diámetro.

Se instalará también un radioenlace a 25 m de altura sujeto de la misma forma que los sectores, pero con soportes de 1 m de altura.

Todo el conjunto de soportes tubulares, abrazaderas, pletinas, placas y tornillería son de acero galvanizado en caliente.

Elementos auxiliares de prevención

Señalización

En la puerta de acceso al recinto se colocará un cartel en el que se señalizarán los riesgos y las medidas preventivas a adoptar en la actividad laboral en el emplazamiento.

6.2.8 Sistema radiante

El sistema radiante de la estación base estará formado por dos antenas de radio y un radioenlace instaladas sobre una estructura portante, tal y como se especifica en el apartado dedicado a la estructura de soporte de antenas.

Las antenas se fijarán a los soportes mediante accesorios, de acero A42b galvanizado en caliente y suministrados por el fabricante de la antena. La geometría y los puntos de unión entre piezas garantizan la posibilidad de situar las antenas a la misma altura independientemente de sus respectivas orientaciones.

Antenas

Las antenas se instalarán a una altura de 30 m a tope de antena, y serán del tipo tribanda (GSM/DCS/UMTS) del modelo UD04P_T4, cuyas características se citan en la Tabla 6.2.

TIPO	MODELO	ORIENTACIÓN	Apertura física Tamaño físico (m)	Ganancia (dBi)	Ancho del haz en el plano horizontal (º)	Ancho del haz en el plano vertical (º)	Supresión de lóbulos laterales (dB)
Tribanda 4 conectores	UD04P_T4	30ºN 198ºN	1,5	14 (GSM) 16,5 (DCS-UMTS)	65 (GSM) 65 / 63 (DCS-UMTS)	14,5 (GSM) 7,8 / 6,8 (DCS-UMTS)	14 (GSM) 16 (DCS-UMTS)

Tabla 6.2. Características de las antenas sectoriales

Se instalará una parábola para el radioenlace a 25 m de altura:

Parábola 1: ϕ 0,6, orientación 48º N.

Coaxiales

Los cables coaxiales bajarán por los soportes guiaondas situados en un lateral de la escalera de la torre, hasta una escalera para cables que partirá de la base de la torre hasta el pasamuros de la caseta.

Los soportes guiaondas serán perfiles del tipo L.40.4 y se instalarán cada 90 cm a partir del primer metro bajo las antenas.

El recorrido de los coaxiales se muestra en la documentación gráfica.

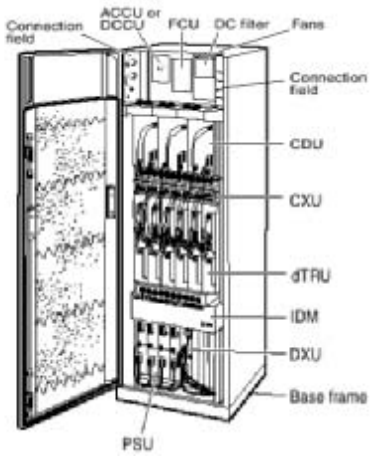
En función de la distancia de las antenas a los equipos (aprox. 40 m) se ha definido que se instalarán cables coaxiales de 7/8" para cada uno de los sectores.

6.2.9 Equipos de telecomunicación y transmisión

En el emplazamiento objeto del siguiente proyecto se instalarán los siguientes equipos de telecomunicación/transmisión.

Equipos de telecomunicación GSM/DCS

Se instalará el equipo del fabricante Ericsson modelo RBS-2206. El bastidor radio RBS-2206 está diseñado como una estación base para instalaciones de interior, la cual puede configurarse como una estación trisectorial con hasta 12 TRX.



ACCU	AC Connection Unit
CDU	Combining and Distribution Unit
CXU	Configuration Switch Unit
DCCU	DC Connection Unit
DTRU	Double Transceiver Unit
DXU	Distribution Switch Unit
FCU	Fan Control Unit
IDM	Internal Distribution Module
PSU	Power Supply Unit
OXU	Optional Expansion Unit

Figura 6.1. Bastidor de Radio RBS 2206

La RBS-2206 dispone de un nuevo modelo de combinador (CDU, modelos F y G) que permite configuraciones de 1, 2 ó 3 sectores y dual band en un solo bastidor.

- El fabricante dispone de dos modelos de bastidor, que ofrecen tres opciones de alimentación:
  125 / 250 V AC. (50 – 60 Hz) con Back Up de baterías (no utilizable actualmente)
- 48 V DC.
- + 24 V DC.

Las dimensiones físicas, el peso de cada unidad y las necesidades de espacio del bastidor RBS 2206 se recogen en las Tablas 6.3 y 6.4:

	ANCHO (mm)	PROFUNDO (mm)	ALTO (mm)
Bastidor 2206	600	400	1850
Base de montaje	600	400	50

Tabla 6.3. Dimensiones físicas del bastidor RBS 2206

	Peso (kg)	*Observaciones*
Bastidor equipado	230	*Incluyendo base*

Tabla 6.4. Peso del bastidor RBS 2206

En la Figura 6.2. se exponen los espacios requeridos para la correcta instalación del bastidor.

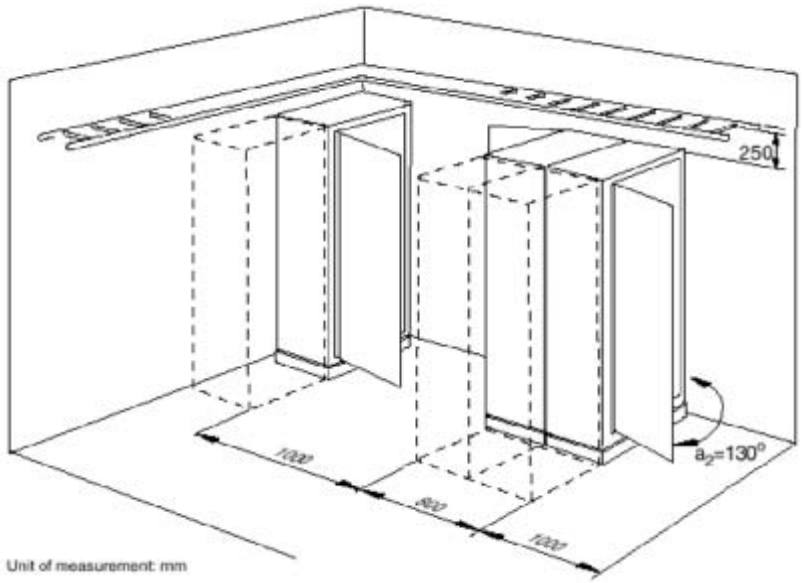


Figura 6.2. Espacios requeridos para la instalación del bastidor RBS 2206

Hay que respetar una distancia de 100 mm entre el bastidor y las paredes y de 150 mm entre el bastidor y otro bastidor en caso de instalaciones con riesgo de terremotos.

También respetar una distancia de 250 mm entre la parte superior del bastidor y el rejiband.

Kit de tierra

A fin de proteger tanto el cable como los equipos, contra descargas eléctricas, generalmente producidas por rayos, el cable de radiofrecuencia debe ser derivado a masa mediante kits de tierra.

El kit de tierra se conectará a la línea de tierra de la torre o caseta, la cual estará a su vez conectada a la tierra general del emplazamiento (la impedancia máxima admisible es de 10Ω).

Descargadores

Los descargadores tienen por objeto proteger a los equipos de las descargas eléctricas procedentes de rayos, etc., siendo el último punto de protección de los bastidores frente a una descarga procedente del exterior. Los descargadores se intercalan en la transición del cable principal de antena al latiguillo de conexión al equipo. El corte de los cables principales de antenas se realizará de forma que los descargadores queden escalonados de forma que no impidan el acceso a los mismos.

6.2.10 Conclusiones

Con lo expuesto a lo largo de la presente Memoria y Documentos anexos, queda, a juicio del Técnico autor del Proyecto, lo suficientemente claras las instalaciones que se pretenden efectuar, quedando dispuesto a aclarar cuantas dudas que sobre las mismas pudiesen surgir.

Mayo de 2011

Fdo: EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO

6.3 PLANOS

6.3.1 Introducción

El objetivo perseguido por el apartado de planos es detallar el estado final de la estación base. Para ello se utilizan distintos juegos de planos generalistas y juegos de planos más detallados.

Los juegos de planos generalistas indican la situación del emplazamiento así como su planta y alzado sin entrar en ningún detalle. Los planos técnicos indican cómo se instalan las distintas partes que conforman una estación base. Estos juegos de planos incluyen detalles técnicos que servirán de guía a los instaladores.

6.3.2 Planos de implantación

Plano de situación

El objetivo perseguido con el plano de situación es ubicar la zona de actuación así como la forma de acceder a ella.

Plano de Planta exterior

Muestra la distribución en planta de los distintos elementos que conforman la estación base (caseta, torre, rejibands, antenas sectoriales, antena parabólica, equipos electrónicos, etc.).

Plano de Alzado exterior

Muestra la distribución en alzado de las diversas partes que forman parte de la estación base. En el caso de la torre muestra los distintos elementos que formarán parte de la torre así como a la altura en la que estarán instalados.

Plano de Distribución de equipos

Divide la caseta en cuatro secciones y muestra cómo se distribuirán los distintos elementos que se instalarán en su interior.

SITUACIÓN

EMPLAZAMIENTO

LOCALIZACIÓN

LOCALIZACION

EMPLAZAMIENTO

COORDENADAS EMPLAZAMIENTO

LATITUD: 43° 16' 51.3'' N
LONGITUD: 04° 14' 40.7'' W
ALTITUD: 355 m.

ELEMENTO DE RED	
NOMBRE:	AT_S_UCIEDA
DIRECCIÓN:	MONTE EL ESCUDO, SANTA LUCIA 39.500 CABEZON DE LA SAL
MUNICIPIO:	CABEZON DE LA SAL
PROVINCIA:	CANTABRIA

GRUPO DE PLANOS DE IMPLANTACIÓN

TÍTULO PLANO:

SITUACIÓN 1/2

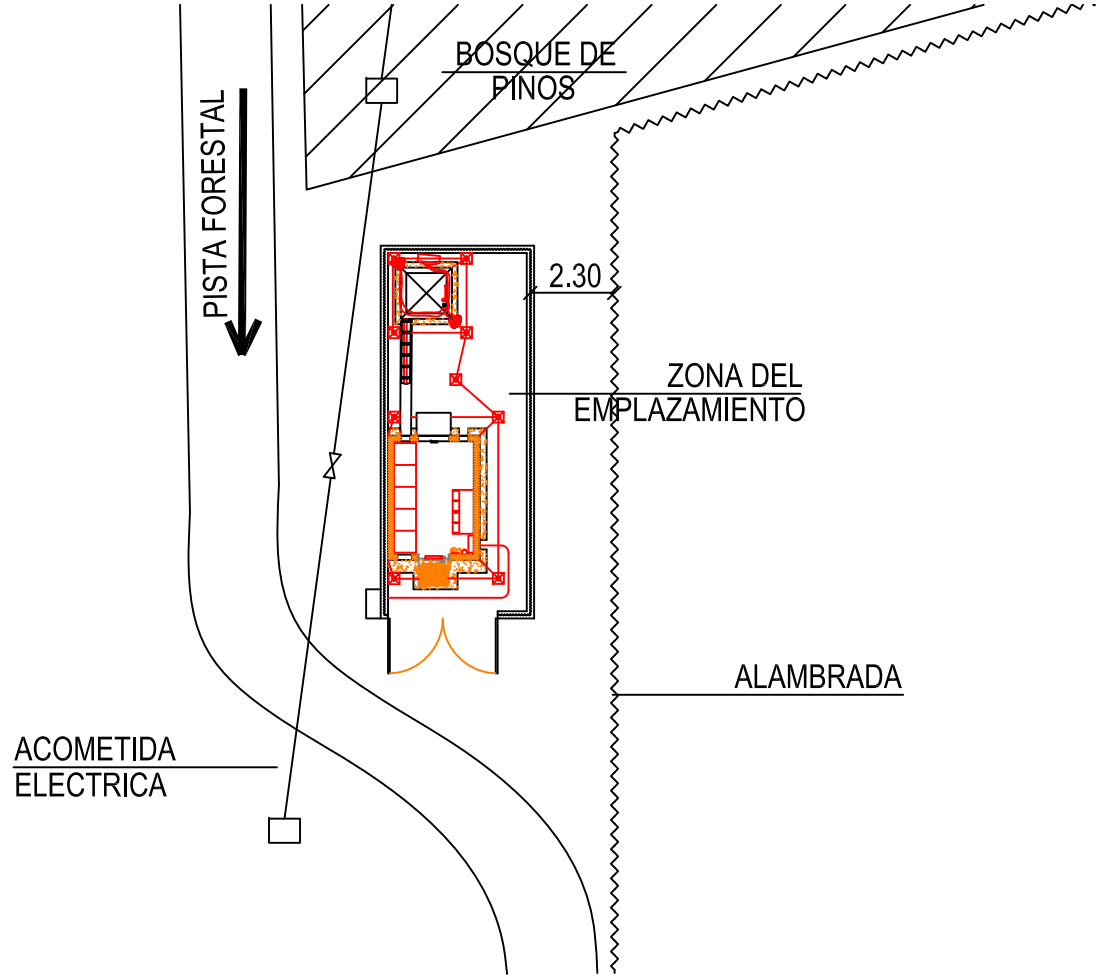
DESCRIPCIÓN:

PLANO GENERAL. CARTOGRAFIA.

PLANO Nº:	VERSIÓN:
1.1	0
Nº GENERAL:	FORMATO:
HOJA 1 DE 9	A3
ESCALA:	DIBUJADO
S/E	DANIEL CORONEL

SITUACION

CROQUIS



ELEMENTO DE RED	
NOMBRE:	AT_S_UCIEDA
DIRECCIÓN:	MONTE EL ESCUDO, SANTA LUCIA 39.500 CABEZON DE LA SAL
MUNICIPIO:	CABEZON DE LA SAL
PROVINCIA:	CANTABRIA

GRUPO DE PLANOS DE IMPLANTACIÓN

TÍTULO PLANO:

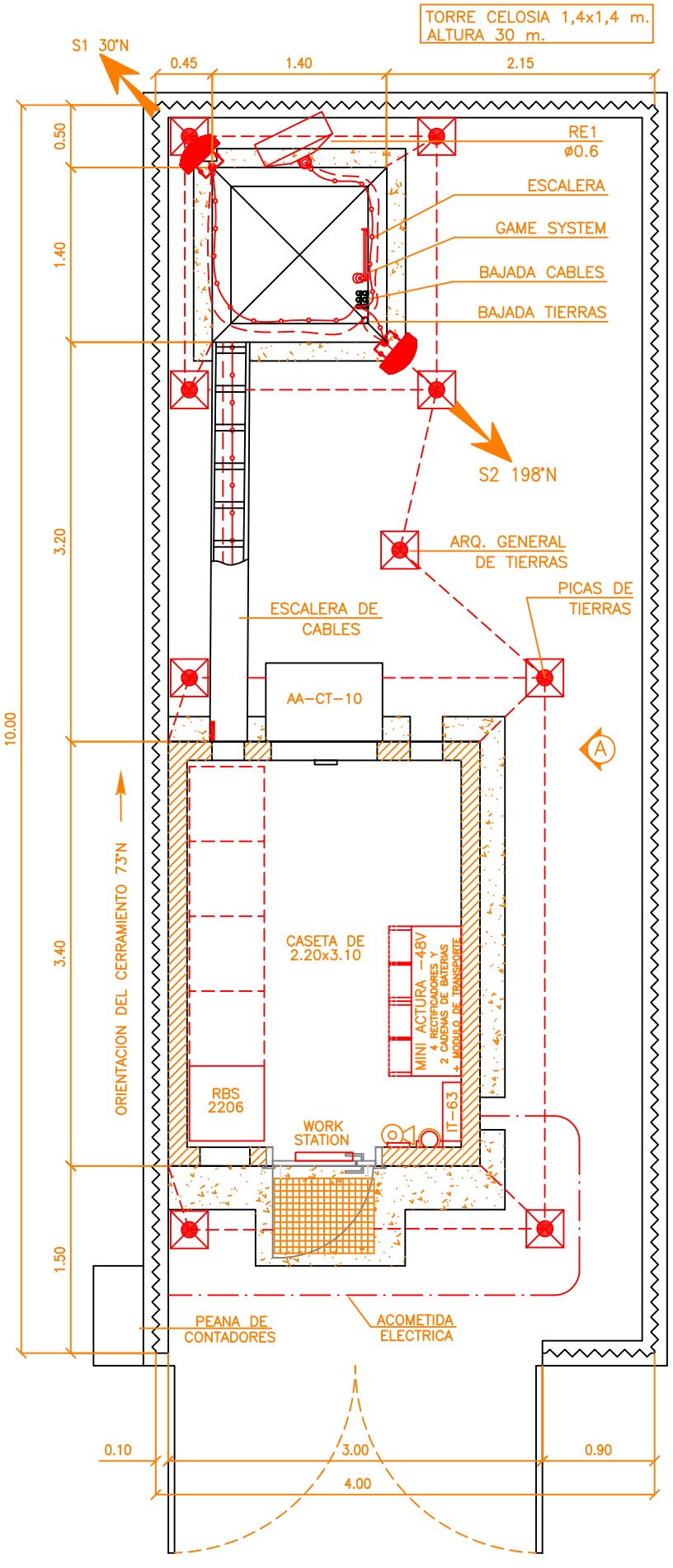
SITUACIÓN 2/2

DESCRIPCIÓN:

PLANO GENERAL. CARTOGRAFIA.

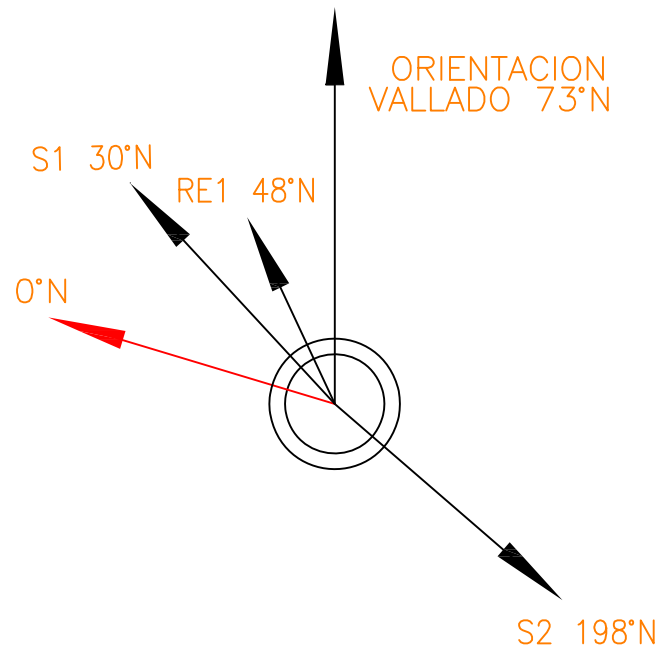
PLANO Nº:	VERSIÓN:
0 1.2	0
Nº GENERAL:	FORMATO:
A3 HOJA 2 DE 9	A3
ESCALA:	DIBUJADO
S/E	DANIEL CORONEL

PLANTA
ESCALA: 1/50



N

DIAGRAMA DE ORIENTACIONES



USO OBLIGATORIO DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL

LEYENDA

- CABLE DE TIERRA
- CABLE TELEFONO
- CABLE DE FIBRA
- CABLE DE FUERZA
- CABLE COAXIAL
- PICA TIERRA

EQUIPAMIENTO	CÓDIGO
RACK DE FUERZA	MINI ACTURA –48 V (4 RECT. + 2 CAD. BAT. + M.T.)
AIRE ACONDIICIONADO	AA–CT–10
PANEL DE ALARMAS	SA–PA–04
CUADRO ELÉCTRICO	CE–IT–63
EQUIPO RADIO GSM	RBS–2206

ANTENAS	OR.	LONGITUD DE CABLE	SECCIÓN DE CABLE	TIPO DE ANTENA	LONGITUD ANTENA	ALTURA A TOPE ANTENA
SECTOR 1	30° N	40 m.	7/8"	UD04P–T4	1.5 m.	30 m.
SECTOR 2	198° N	40 m.	7/8"	UD04P–T4	1.5 m.	30 m.

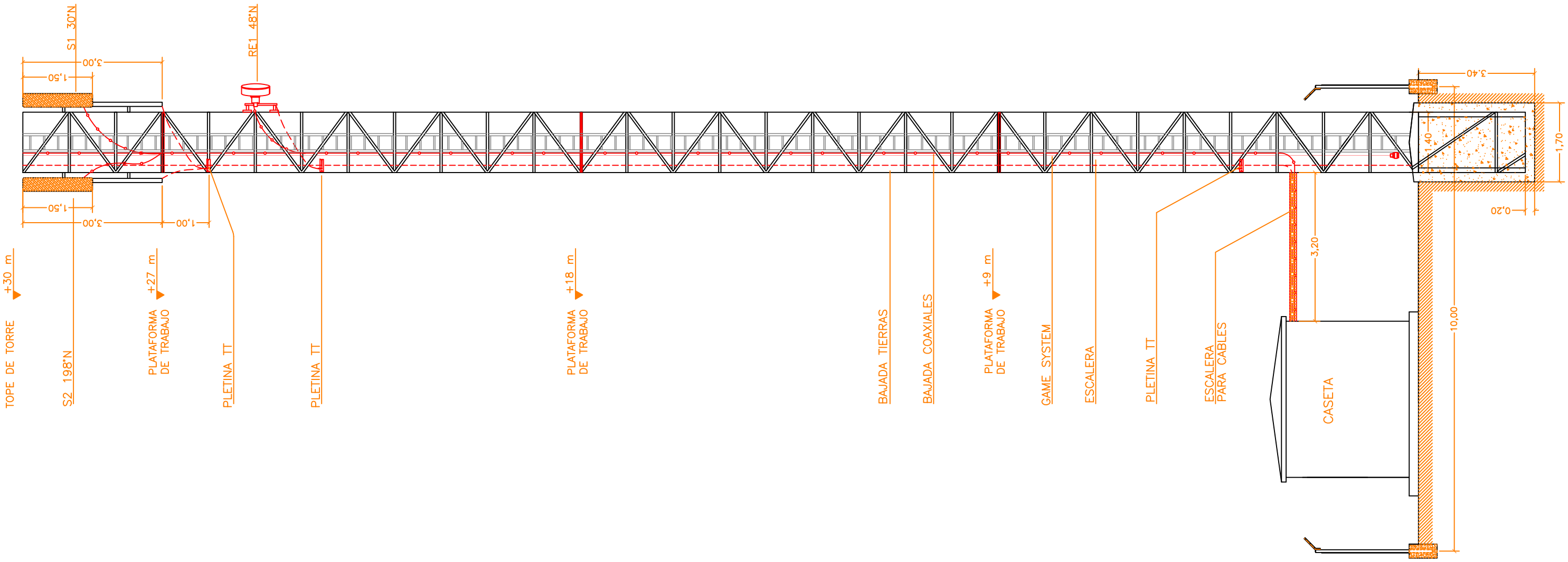
	ALTURA ANTENA	OR.	DIAMETRO	
ENLACE 1	25 m.	48° N		QUIJAS

ELEMENTO DE RED	
NOMBRE:	AT_S_UCIEDA
DIRECCIÓN:	MONTE EL ESCUDO, SANTA LUCIA 39.500 CABEZON DE LA SAL
MUNICIPIO:	CABEZON DE LA SAL
PROVINCIA:	CANTABRIA

GRUPO DE PLANOS DE IMPLANTACIÓN
TÍTULO PLANO:
PLANTA EXTERIOR
DESCRIPCIÓN:
PLANTA GENERAL

PLANO Nº: 2	VERSIÓN: 0
Nº GENERAL: HOJA 3 DE 9	FORMATO: A3
ESCALA: INDICADAS	DIBUJADO DANIEL CORONEL

ALZADO "A"
ESCALA: 1/90



USO OBLIGATORIO DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL

LEYENDA

- CABLE DE TIERRA
- CABLE TELEFONO
- CABLE DE FIBRA
- CABLE DE FUERZA
- CABLE COAXIAL
- PICA TIERRA

TRABAJOS A REALIZAR

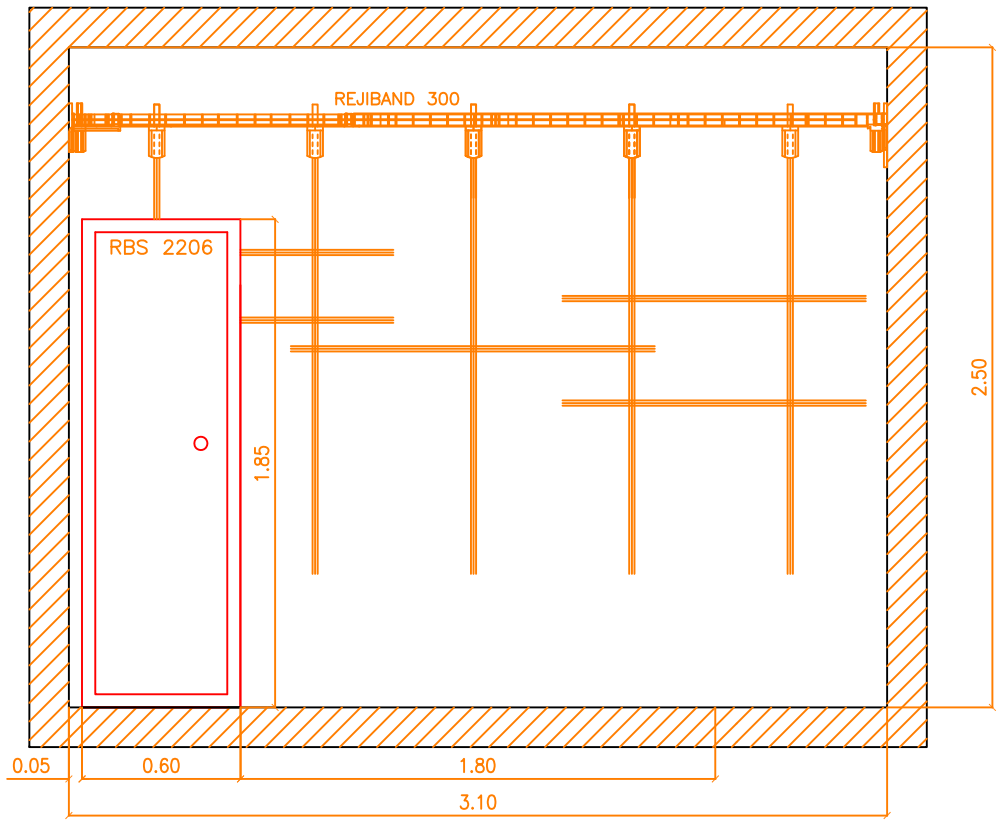
- REALIZACION DE NUEVO VALLADO DE 10x4 m.
- INSTALACION DE NUEVA CASETA 2.20x3.10 m.
- INSTALACION DE NUEVA TORRE DE 1.40x1.40 m. DE LADO Y 30 m. DE ALTURA.
- INSTALACION DE EQUIPOS EN CASETA SEGUN PLANOS.
- INSTALAR ESCALERA DE CABLES ENTRE CASETA Y TORRE.
- INSTALAR PLATAFORMAS A 9 m., 18 m., Y 27 m.; GAME SYSTEM Y ESCALERA SEGUN NORMAS DE S.S.
- INSTALAR 2 SOPORTES DE 3 m. Y ø90 A TOPE DE TORRE.
- INSTALACION DE ANTENAS UDO4P-T4.
- INSTALACION DE RADIO ENLACE DE ø0,6.
- REALIZACION DE NUEVA RED DE TIERRAS.
- SOLICITAR ACOMETIDA ELETRICA TRIFASICA DE 20A.

ELEMENTO DE RED	
NOMBRE:	AT_S_UCIEDA
DIRECCIÓN:	MONTE EL ESCUDO, SANTA LUCIA 39.500 CABEZON DE LA SAL
MUNICIPIO:	CABEZON DE LA SAL
PROVINCIA:	CANTABRIA

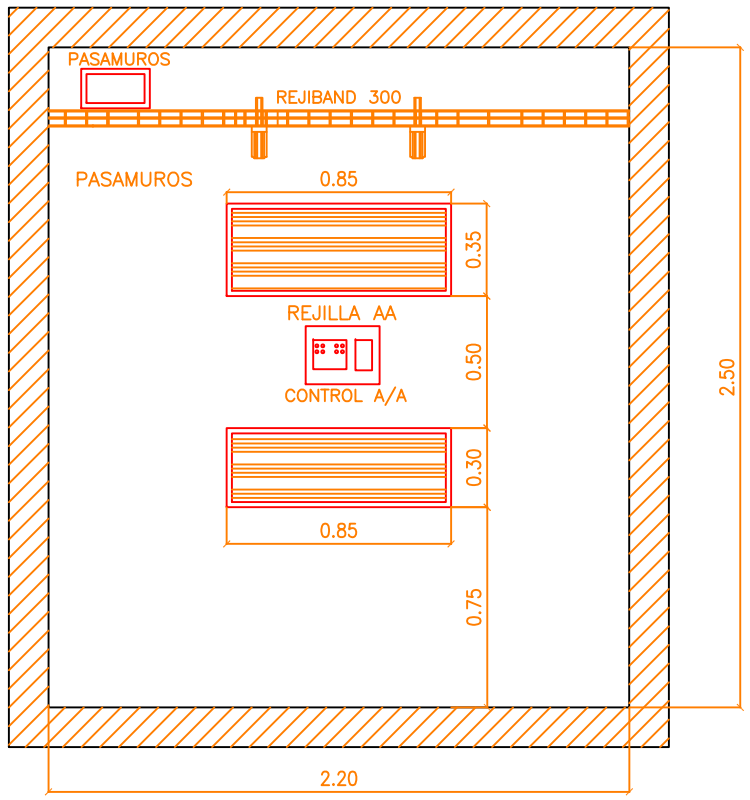
GRUPO DE PLANOS DE IMPLANTACIÓN	
TÍTULO PLANO:	ALZADO EXTERIOR
DESCRIPCIÓN:	DETALLE ALZADO EXTERIOR

PLANO Nº:	VERSIÓN:
3	0
Nº GENERAL: HOJA 4 DE 9	FORMATO: A3
ESCALA: INDICADAS	DIBUJADO DANIEL CORONEL

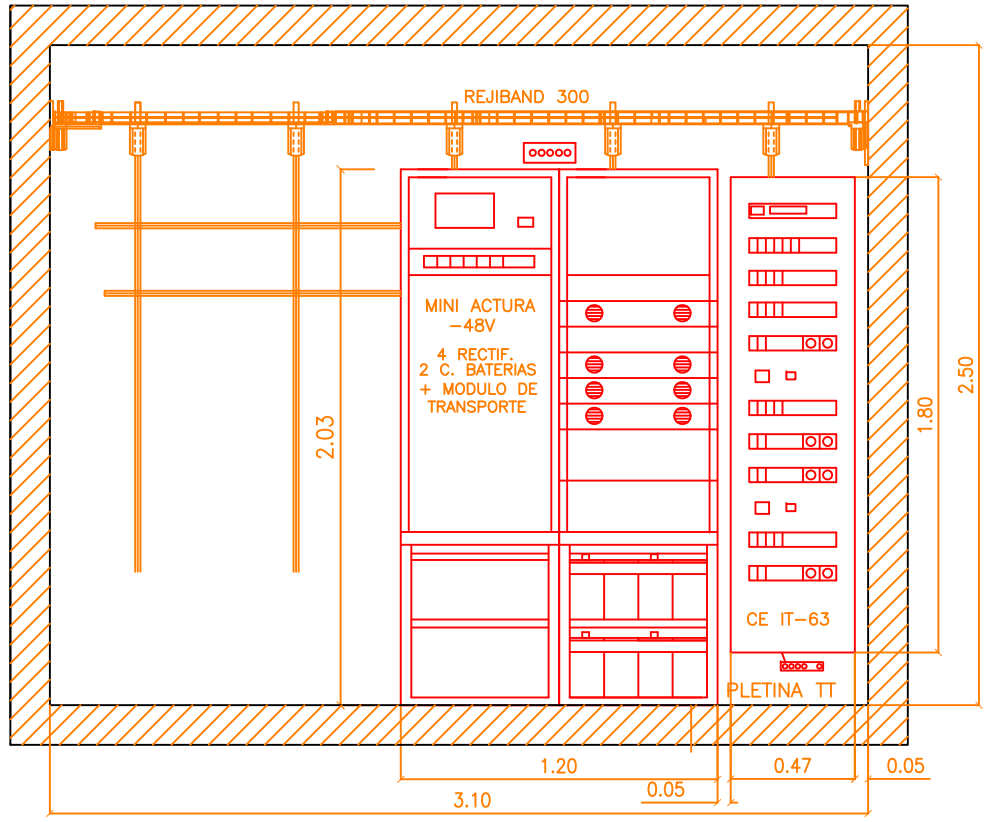
ALZADOS CASETA
ESCALA: 1/30



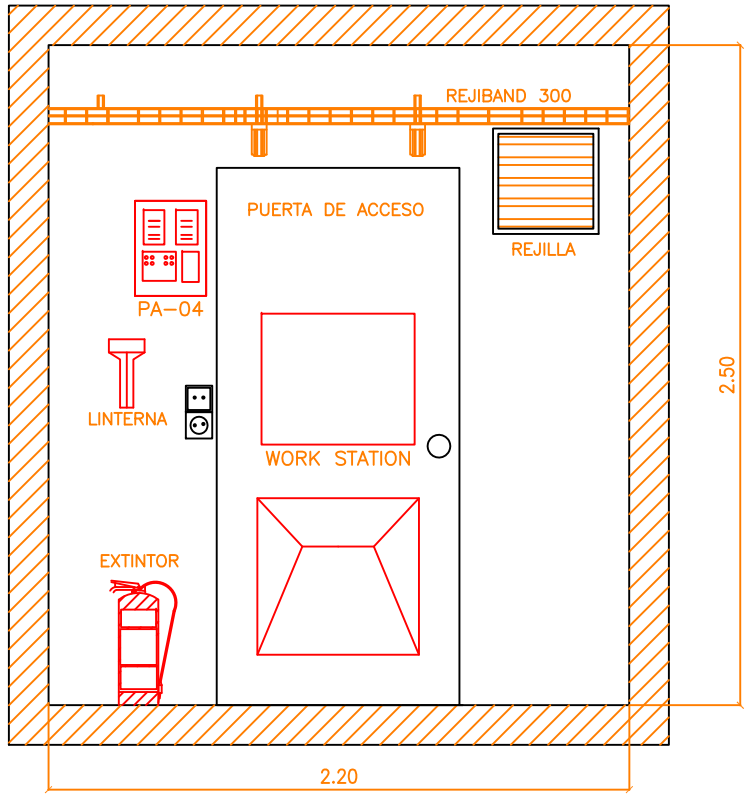
ALZADO A



ALZADO B

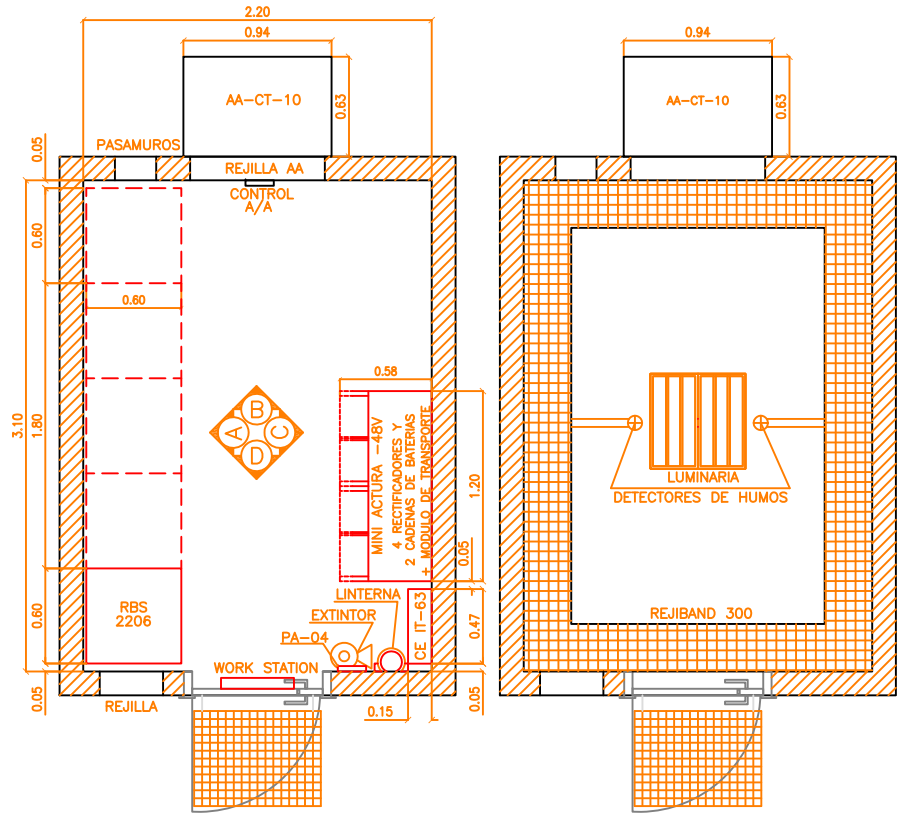


ALZADO C



ALZADO D

PLANTA CASETA
ESCALA: 1/50



ELEMENTO DE RED	
NOMBRE:	AT_S_UCIEDA
DIRECCIÓN:	MONTE EL ESCUDO, SANTA LUCIA 39.500 CABEZON DE LA SAL
MUNICIPIO:	CABEZON DE LA SAL
PROVINCIA:	CANTABRIA

GRUPO DE PLANOS DE IMPLANTACIÓN	
TÍTULO PLANO:	DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS
DESCRIPCIÓN:	SECCIONES CASETA

PLANO Nº:	VERSIÓN:
0 4	0
Nº GENERAL:	FORMATO:
HOJA 5 DE 9	A3
ESCALA:	DIBUJADO
INDICADAS	DANIEL CORONEL

6.3.3 Planos de infraestructura

Plano de Estructura de soporte de antenas

Detalle de las piezas que se amarrarán a la torre con el fin de soportar las antenas sectoriales. Se instalará una estructura por cada nuevo sector que se pretenda poner en marcha.

Plano de Habitación interior

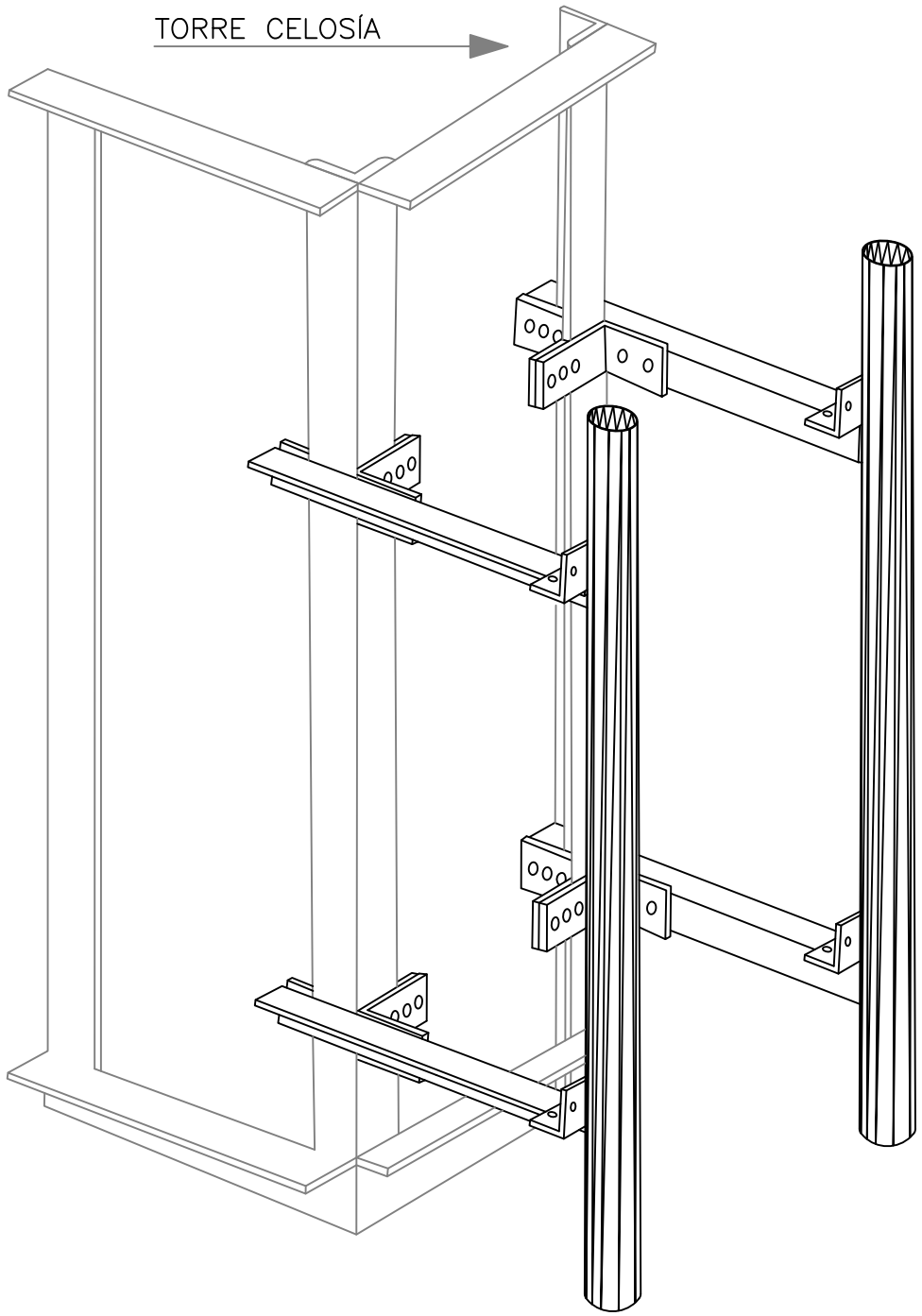
Muestra en planta los requisitos de la zona que se hormigonará para ubicar la caseta que contendrá los equipos de la estación base.

Plano de Red de Tierras

Muestra los detalles de conexión a tierra de cada uno de los elementos que conforman la estación base (torre, caseta) así como de las soldaduras Caldwell que se realizarán para conectar los elementos con las picas de tierra.

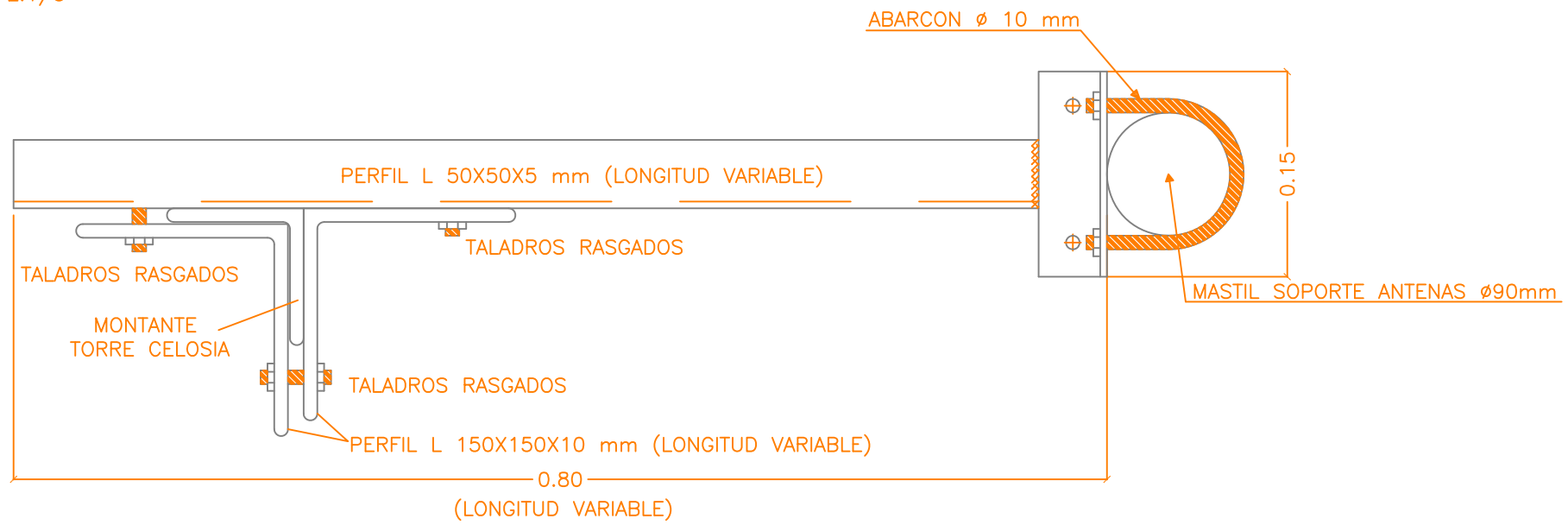
Plano de Recinto

Detalla cómo será la valla de cerramiento así como la zona cercada en planta.



SOPORTE PARA SECTORES "A MONTANTE"
EN TORRE DE CELOSIA
S/E

DETALLE ESTRUCTURA SOPORTE DE ANTENAS
E:1/5



NOTA:
–SECCION Y TAMAÑO DE PERFILES VARIABLE EN FUNCION DE ORIENTACION, PESO A SOPORTAR Y PERFILES DE TORRE.

ELEMENTO DE RED	
NOMBRE:	AT_S_UCIEDA
DIRECCIÓN:	MONTE EL ESCUDO, SANTA LUCIA 39.500 CABEZON DE LA SAL
MUNICIPIO:	CABEZON DE LA SAL
PROVINCIA:	CANTABRIA

GRUPO DE PLANOS DE INFRAESTRUCTURA
TÍTULO PLANO:
ESTRUCTURA SOPORTE DE ANTENAS
DESCRIPCIÓN:
DETALLE SOPORTE ANTENAS

PLANO Nº:	VERSIÓN:
5	0
Nº GENERAL:	FORMATO:
HOJA 6 DE 9	A3
ESCALA:	DIBUJADO
INDICADAS	DANIEL CORONEL

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN EHE						
ELEMENTO	LOCALIZACIÓN	Especificación del elemento art. 31 y 39 EHE	NIVEL DE CONTROL art. 81 y 99 EHE	COEFICIENTE PONDERACIÓN		
				γ c	γ s	γ f
HORMIGON	Igual toda la obra	HA–25/B/20/IIa	Normal	1,50		
ACERO EN ARMADURAS	Igual toda la obra	B 500 S	Normal		1,15	
EJECUCIÓN	Igual toda la obra		Normal			1,50/1,60

ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES Y HORMIGONES SEGUN EHE						
TIPO DE HORMIGON	ARIDO A EMPLEAR		CEMENTO	COEFICIENTE PONDERACIÓN		
				CONSISTENCIA	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA	
	Tipo de árido	Tamaño máximo	Designación RC–97	Asiento como de Abrams	a los 7 días	a los 28 días
HA–25/B/20/IIa	MACHACADO	20 mm	CEMII/A–L42.5R	6–9 cm	15 N/mm²	25 N/mm²

EL HORMIGÓN A UTILIZAR SERÁ HA–25 (25 N/mm²) CON TAMAÑO MÁXIMO DEL ARIDO 20 mm.

EL ACERO DE LAS ARMADURAS SERÁ B–500S CON RECUBRIMIENTO MÍNIMO DE 3 cm.

EL ACERO SERÁ A–42b CON UN GALVANIZADO EN CALIENTE DE ESPESOR MÍNIMO 80 MICRAS (EQUIVALENTE A 600 g/m²)

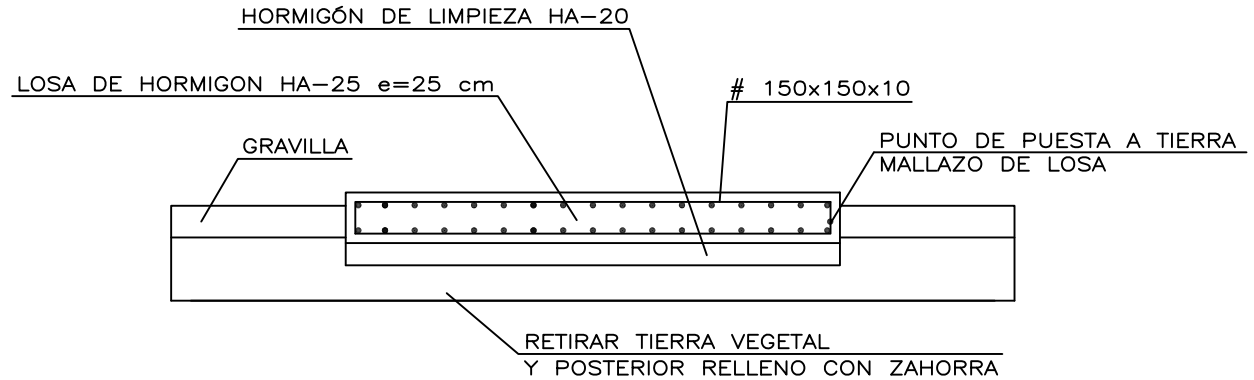
EL ESPESOR DE LA GARGANTA DE LOS CORDONES DE SOLDADURA SERÁ EL 0.7 DEL MENOR ESPESOR DE LAS PIEZAS QUE UNE DICHO CORDÓN.

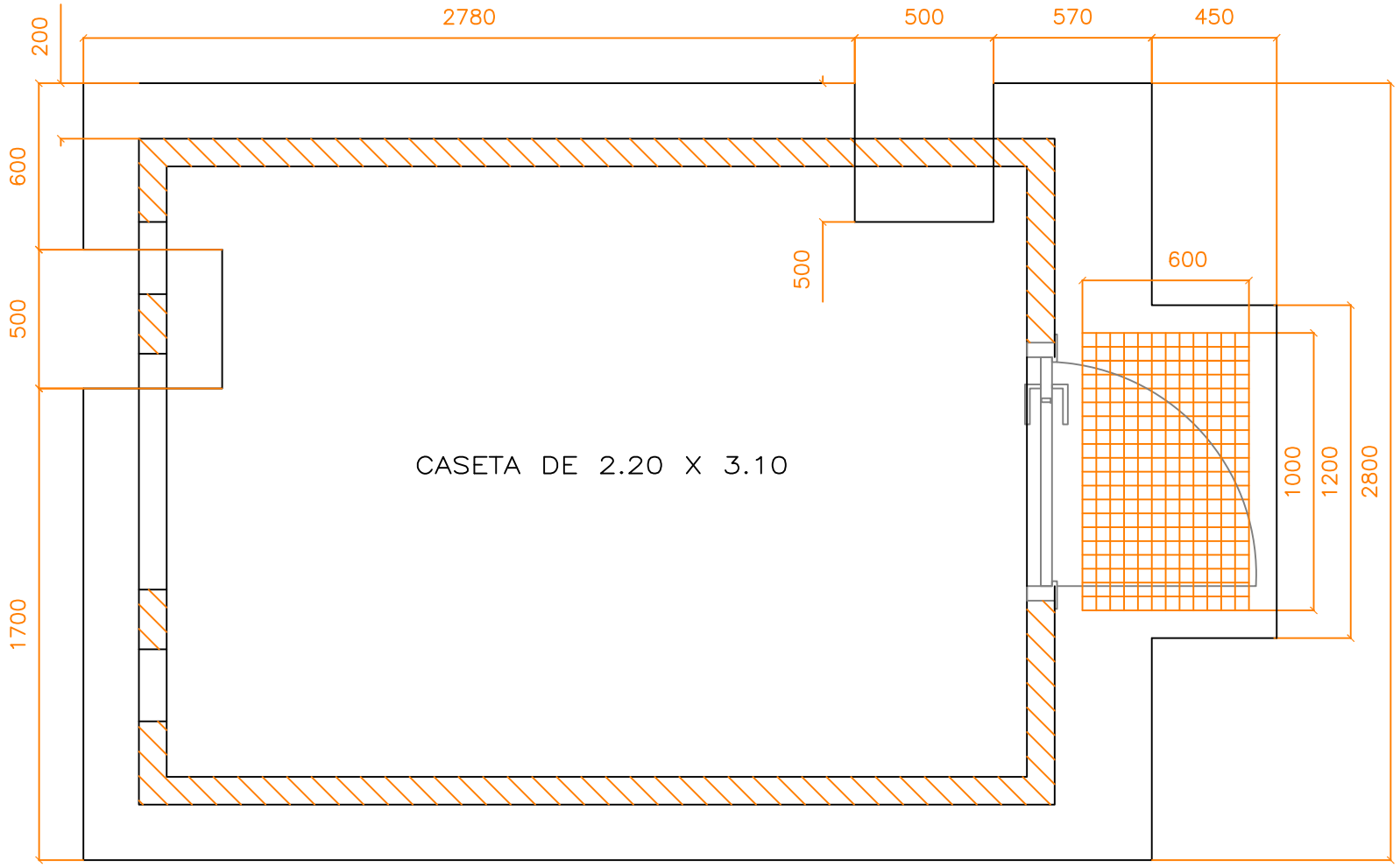
TODAS LAS SOLDADURAS SE REALIZARÁN EN TALLER.

LOS TORNILLOS SERÁN DE ALTA RESISTENCIA CLASE 8.8 GALVANIZADOS EN CALIENTE O DE ACERO INOXIDABLE A4 80.

COTAS EN mm.

SECCIÓN LOSA
E:1/25



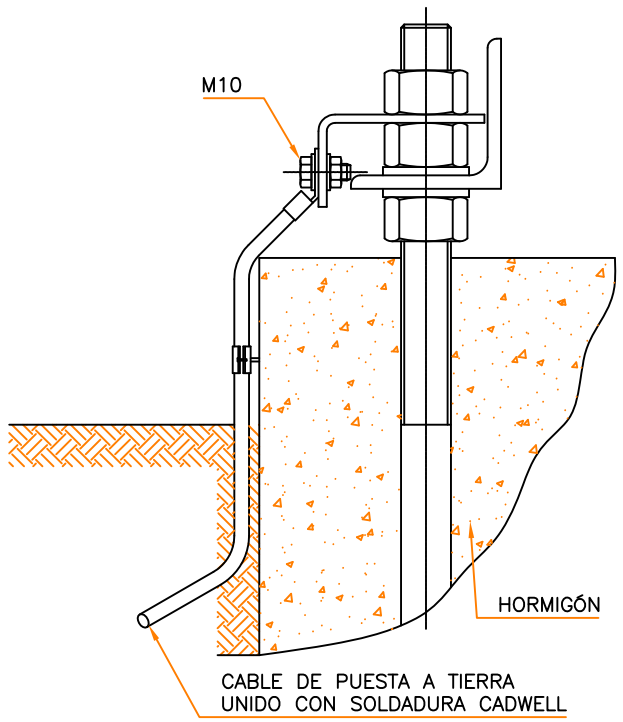


ELEMENTO DE RED	
NOMBRE:	AT_S_UCIEDA
DIRECCIÓN:	MONTE EL ESCUDO, SANTA LUCIA 39.500 CABEZON DE LA SAL
MUNICIPIO:	CABEZON DE LA SAL
PROVINCIA:	CANTABRIA

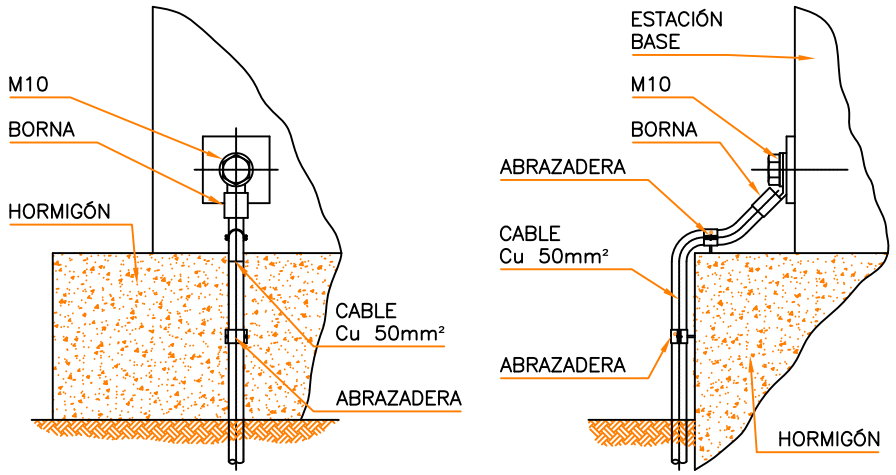
GRUPO DE PLANOS DE INFRAESTRUCTURA	
TÍTULO PLANO: HABITACIÓN INTERIOR	
DESCRIPCIÓN: DETALLE LOSA CASETA	
PLANO Nº: 6	VERSIÓN: 0
Nº GENERAL: HOJA 7 DE 9	FORMATO: A3
ESCALA: INDICADAS	DIBUJADO DANIEL CORONEL

DETALLES PUESTA A TIERRA
ESCALA: 1/3

DETALLE PUESTA TIERRA TORRE

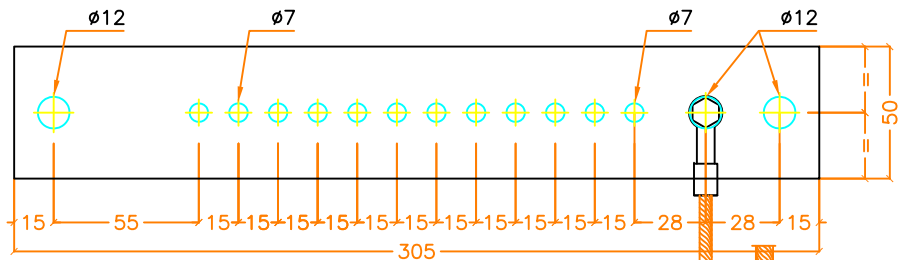


DETALLE PUESTA TIERRA CASETA



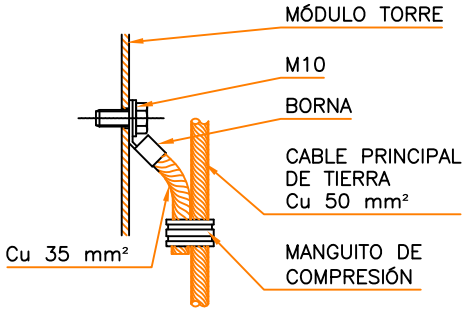
BARRA EQUIPOTENCIAL TIPO III

(PUESTA A TIERRA DE CABLES COAXIALES EN LA ENTRADA DE LA CASETA, EN LA PARTE INFERIOR DE LOS TUBOS SOPORTES DE ANTENAS, Y EN LA PARTE SUPERIOR DE LA TORRE E INTERIOR DE LA CASETA)

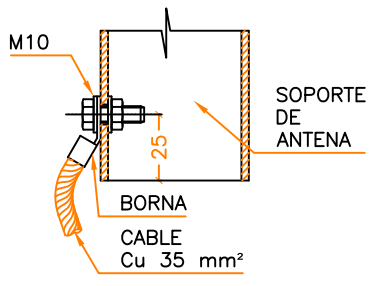


A RED DE TIERRAS
Cu 50 mm²

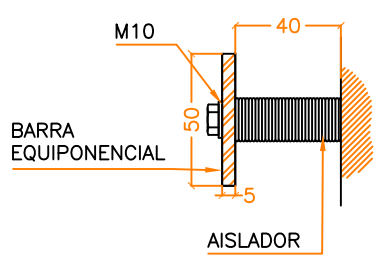
DETALLE PUESTA A TIERRA MÓDULO TORRE



DETALLE CONEXIÓN A TUBO SOPORTE DE ANTENA

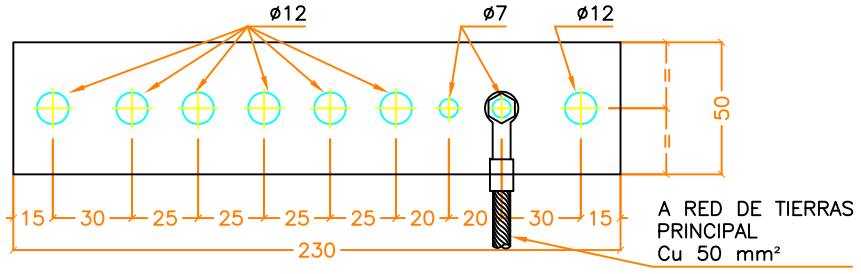


DETALLE DE FIJACION BARRA EQUIPOTENCIAL

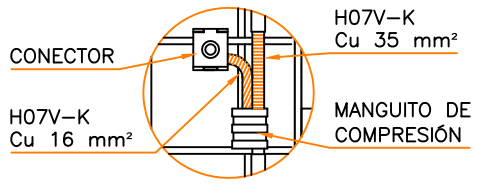


BARRA EQUIPOTENCIAL TIPO I

(PUESTA A TIERRA DE CE Y CIRCUITO INTERIOR DE TIERRA)

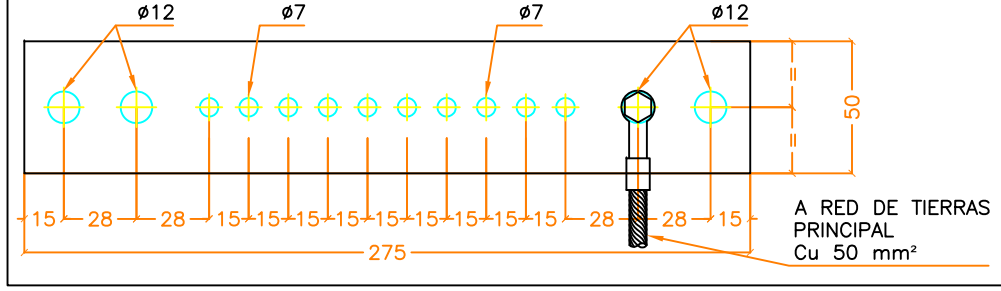


DETALLE CONECTOR

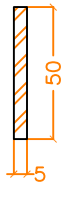


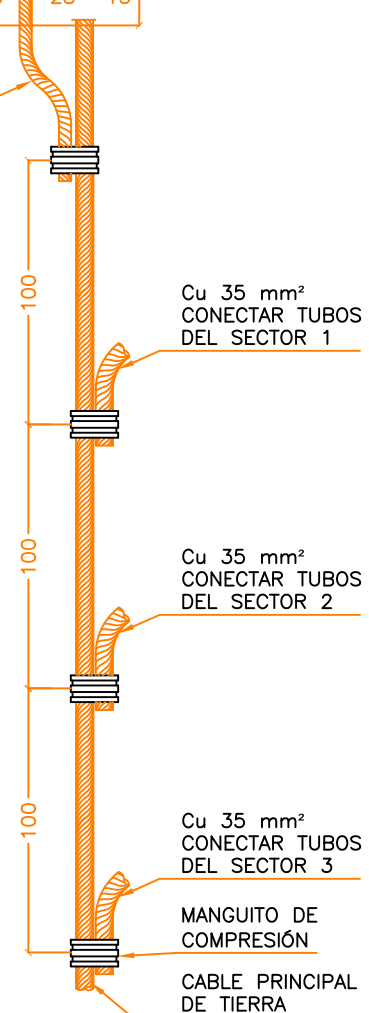
BARRA EQUIPOTENCIAL TIPO II

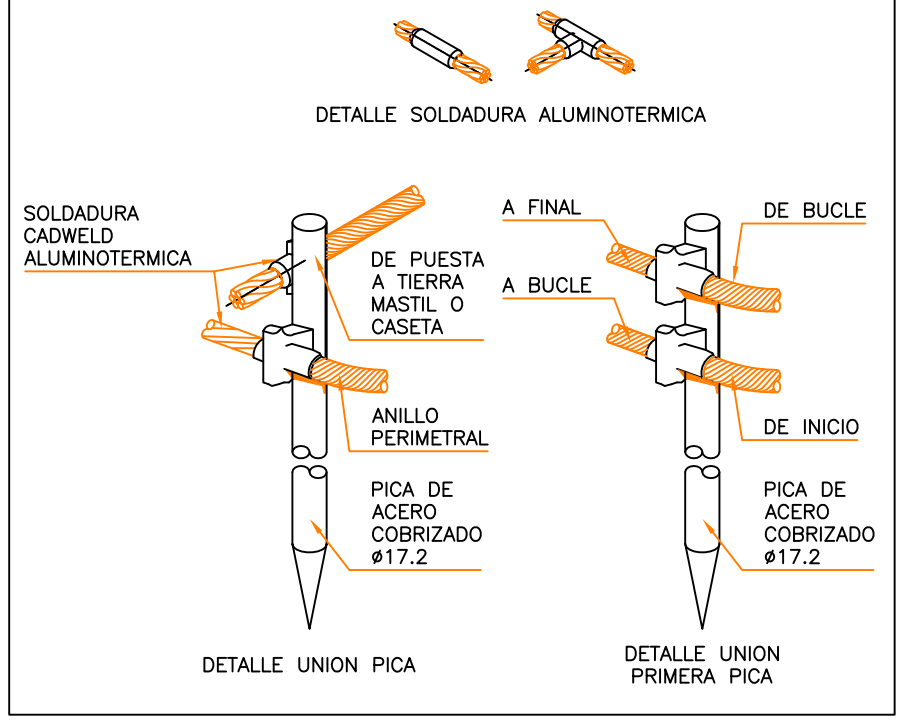
(PUESTA A TIERRA INFERIOR EN TORRE)



SECCIÓN

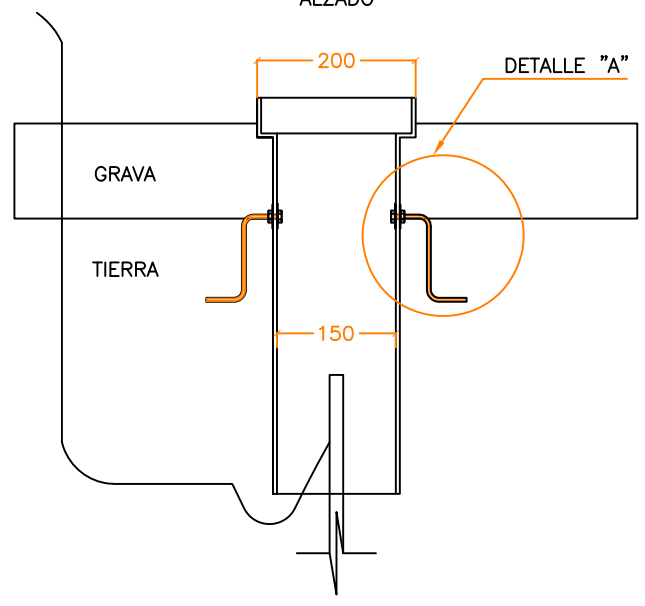


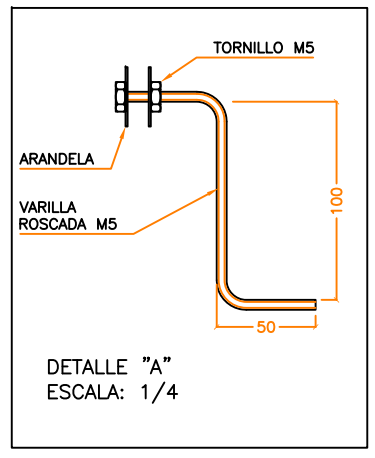




DETALLE SUJECCIÓN

ESCALA: 1/10





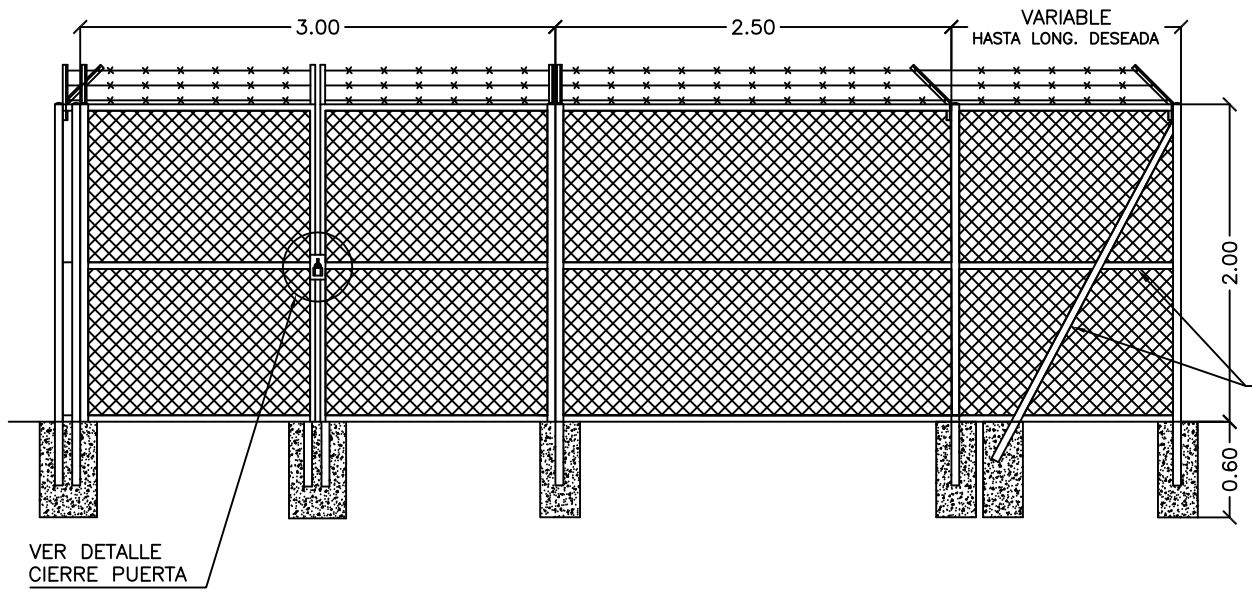
DETALLE "A"
ESCALA: 1/4

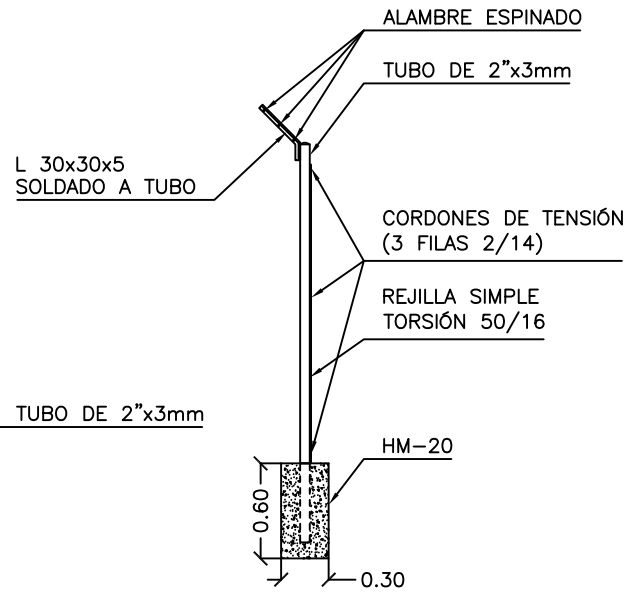
ELEMENTO DE RED	
NOMBRE:	AT_S_UCIEDA
DIRECCIÓN:	MONTE EL ESCUDO, SANTA LUCIA 39.500 CABEZON DE LA SAL
MUNICIPIO:	CABEZON DE LA SAL
PROVINCIA:	CANTABRIA

GRUPO DE PLANOS DE INFRAESTRUCTURA
TÍTULO PLANO:
RED DE TIERRAS
DESCRIPCIÓN:
DETALLE BARRAS EQUIPOTENCIALES Y PICAS

PLANO Nº: 8	VERSIÓN: 0
Nº GENERAL: HOJA 8 DE 9	FORMATO: A3
ESCALA: INDICADAS	DIBUJADO DANIEL CORONEL

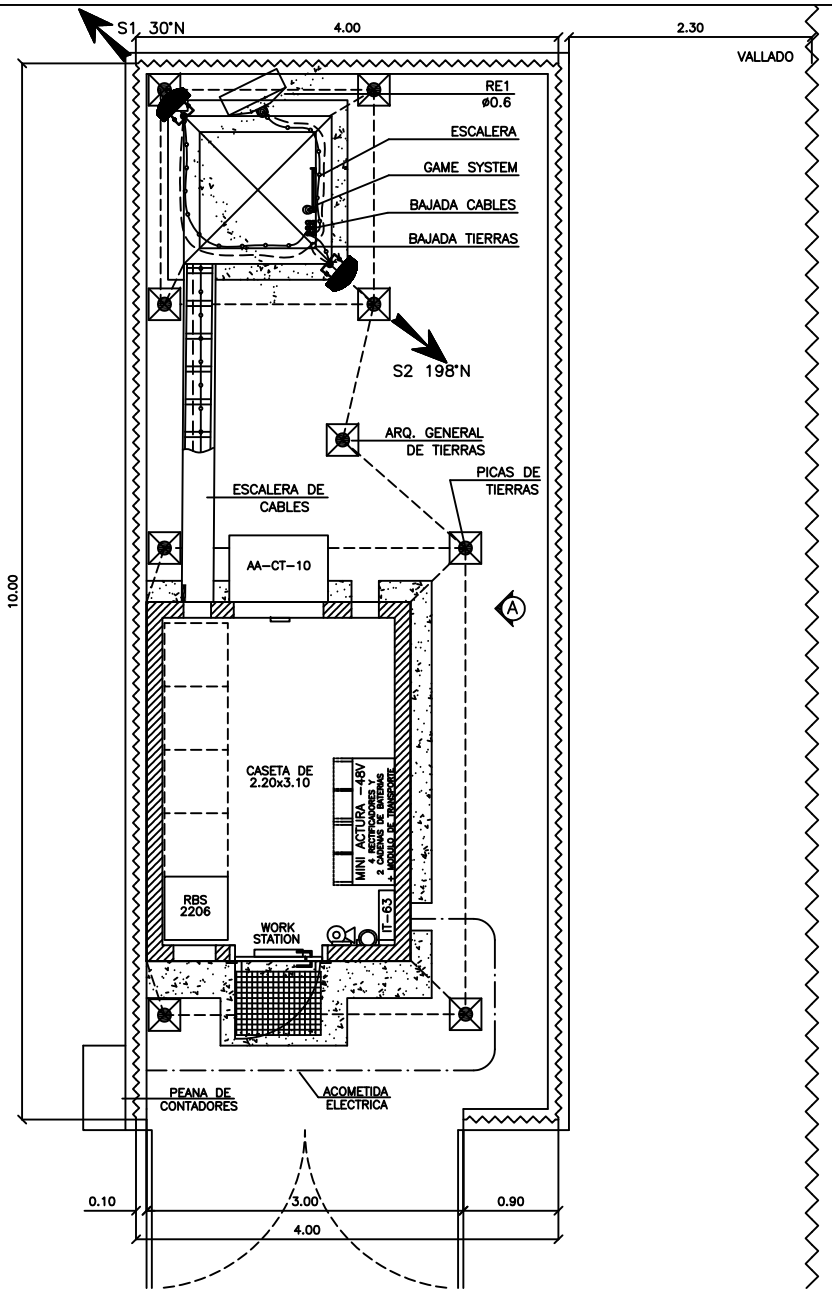
ALZADO CERRAMIENTO
ESCALA: 1/50



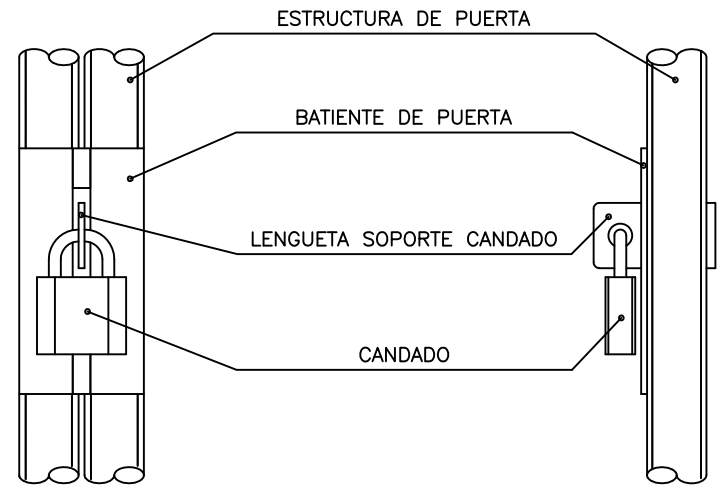


SECCIÓN CERRAMIENTO

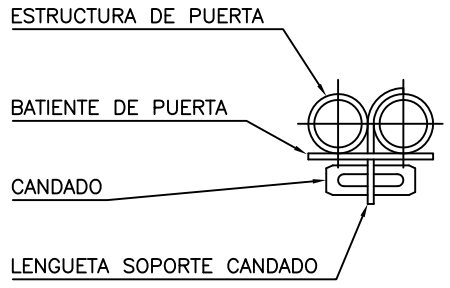
PLANTA RECINTO
ESCALA: 1/75



DETALLE CIERRE PUERTA
ESCALA: 1/5



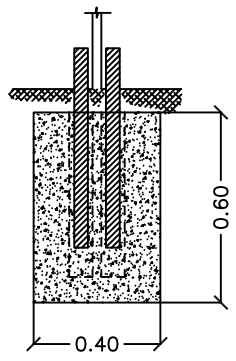
VISTA FRONTAL



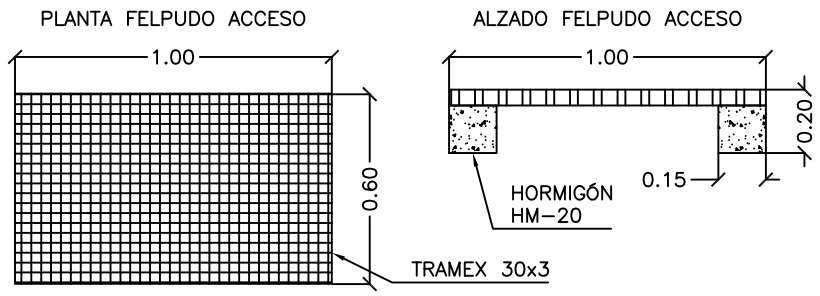
VISTA LATERAL

CORTE EN PLANTA

FIJACIÓN GANCHOS DE APERTURA
ESCALA: 1/25



DETALLE FELPUDO ACCESO
ESCALA: 1/25



ELEMENTO DE RED	
NOMBRE:	AT_S_UCIEDA
DIRECCIÓN:	MONTE EL ESCUDO, SANTA LUCIA 39.500 CABEZON DE LA SAL
MUNICIPIO:	CABEZON DE LA SAL
PROVINCIA:	CANTABRIA

GRUPO DE PLANOS DE INFRAESTRUCTURA	
TÍTULO PLANO:	RECINTO
DESCRIPCIÓN:	DETALLE RECINTO EXTERIOR DE CERRAMIENTO

PLANO Nº: 10	VERSIÓN: 0
Nº GENERAL: HOJA 9 DE 9	FORMATO: A3
ESCALA: INDICADAS	DIBUJADO DANIEL CORONEL

7. CONCLUSIONES

La elaboración de este PFM viene condicionada por las restricciones hipotéticas impuestas por un operador móvil cuyo deseo es construir una estación base para reforzar su servicio en una zona de Santander a orillas del río Saja. Se ha tratado el proyecto en su globalidad como cualquier otro proyecto del ámbito empresarial. El hito conseguido al aplicar la metodología de proyectos es la obtención de una planificación del proyecto con tareas globales divididas en otras más específicas. La planificación ha posibilitado realizar un fácil seguimiento del progreso del PFM y ha resultado clave para la finalización exitosa del PFM a tiempo.

El emplazamiento de la nueva estación base venía impuesto a priori. No obstante, se ha realizado un estudio de cobertura para verificar que la nueva estación base se pudiese integrar en la red desplegada por el operador móvil en la zona así como que la cobertura ofrecida satisficiese los criterios de calidad del propio operador. Para realizar el estudio de cobertura se seleccionó el software Radiomobile que es una herramienta gratuita que utiliza recursos gratuitos de Internet para obtener los mapas de alturas.

Radiomobile es una herramienta con recursos suficientes para el alcance que se necesitaba para la elaboración del presente PFM. Sin embargo, cuenta con limitaciones que la desaconsejan para un posible uso profesional. Por ejemplo, usa únicamente el modelo Longley-Rice para calcular la propagación de la señal cuando otros softwares profesionales permiten usar muchos otros modelos haciendo que se adapten mejor los resultados teóricos a los prácticos. Además, Radiomobile no utiliza un modelo de trazado de rayos por lo que no permite calcular las contribuciones positivas o negativas de los posibles rebotes en los obstáculos de la zona. Aún a pesar de estas restricciones, el uso de Radiomobile para el cálculo de coberturas es suficiente para este PFM.

Respecto al estudio de cobertura, se ha mostrado cómo en el caso que nos ocupa, se debe comprobar en primer lugar si la nueva estación base se puede integrar en la red existente del operador. Es de destacar, la facilidad de cálculo ofrecido por la herramienta “Enlace de Radio” de Radiomobile que permite simular los enlaces, ver los perfiles y los valores de apuntamiento de las antenas parabólicas en ambos sentidos.

La simulación de las coberturas de cada uno de los sectores ha sido una tarea que ha exigido bastante tiempo ya que se debe manejar una serie de variables como orografía del terreno, ubicación de las poblaciones, azimut y ángulo de elevación de la antena, potencia de transmisión, efectos no deseados, etc…

El cálculo con Radiomobile ha resultado sencillo ya que proporciona las herramientas necesarias para ello. La cobertura polar muestra un resultado bastante rápido y con la cobertura combinada se precisa más el cálculo a costa de invertir más tiempo. Además, la posibilidad de exportar las imágenes a "Google Earth" desde Radiomobile hace que los resultados ofrecidos sean mejor apreciados que con la propia herramienta. Por la parte negativa, se ha echado de menos un software que utilice el trazado de rayos como forma de cálculo para mayor precisión de los mismos en cuanto a coberturas con los rebotes que se puedan producir en la zona.

El proyecto de construcción muestra la necesidad de unos conocimientos técnicos avanzados para la elaboración de esta clase de proyectos. Además son requeridos conocimientos normativos no sólo en el ámbito de las telecomunicaciones sino en el ámbito eléctrico, de protección contra incendios, de edificación y de estructuras de acero. Una de las tareas que más tiempo ha consumido en la elaboración del proyecto es la recopilación de normativas actualizadas en cada uno de los ámbitos anteriores. Para posible dedicación futura a la realización de proyectos de esta índole, sería muy conveniente llevar un registro de la normativa de aplicación para facilitar la tarea.

El apartado de planos del proyecto de construcción ha sido realizado en Autocad del cual ya tenía conocimientos previos. Para realizar un correcto diseño y facilitar correcciones posteriores es necesario un conocimiento avanzado de las posibilidades de Autocad ya que, en caso contrario, las tareas de corrección pueden ser muy tediosas. La elaboración de los planos hace que el proyecto se pueda visualizar por parte de la administración y después por parte de las contratas que lo construyan.

Como conclusión final, se puede destacar que la elaboración de un proyecto para una estación base es una actividad compleja, con muchos matices y que precisa de un alto contenido técnico por parte del redactor del proyecto. Es necesario contar con las herramientas software apropiadas para el desarrollo de la actividad así como tener claro desde el principio todos los datos del proyecto ya que cualquier variación, por pequeña que parezca, acarrea un volumen de trabajo importante.

BIBLIOGRAFÍA

[1] *The World in 2010: ICT Facts and Figures.* Market Information and Statistics Division Telecommunications Development Bureau International Telecommunication Union (ITU). 20.10.2010. 8p. http://www.itu.int/ITU-D/ict/material/FactsFigures2010.pdf

[2] JOSÉ MARÍA HERNANDO RÁBANOS. *Comunicaciones Móviles*. España: Centro de Estudios Ramón Areces, 1997. 690 p. ISBN: 84-8004-231-1

[3] *Cuadro Nacional de atribución de frecuencias (CNAF). 2010* . *http://www.mityc.es/telecomunicaciones/Espectro/Paginas/CNAF.aspx*

[4] Brian J. Henderson, P.Eng. *Program Operating Guide* [en línea] Version 3.2. Calgary, Alberta, Canada. March 5, 2010. http://www3.telus.net/hendersb/documents/Radio%20Mobile.pdf

[5] *Tutorial de Radio Mobile*. Grupo de Radiocomunicación Departamento SSR ETSIT-UPM. Febrero 2007. 31p. http://www.gatv.ssr.upm.es/stelradio/RDCM/adjuntos/material_consulta/Manuales%20del%20programa%20Radio%20Mobile/Manual%20de%20Radio%20Mobile.pdf

ANEJOS

a) Hoja de catálogo Minilink.

b) Características del sistema RBS 2206.

c) Hoja de catálogo RBS 2206.

ericsson.
com

MINI-LINK™ TN R4, ETSI

ERICSSON'S MARKET LEADING MICROWAVE TRANSMISSION NODE

Ericsson has over 40 years of microwave experience with more than 2 million radio units delivered to over 150 countries. MINI-LINK TN is produced in the world's largest microwave production facility and has a market leading reliability. Ericsson is the market leader in microwave transmission.

ERICSSON

THE WORLD'S MOST WIDELY DEPLOYED MULTISERVICE MICROWAVE SYSTEM!

MINI-LINK TN is a unique microwave transmission node, handling single hops and access sites as well as advanced hub sites for large networks, optimized for traffic aggregation and capacity savings.

Our customers use MINI-LINK TN in a number of different scenarios:

- **New roll-out of mobile backhaul networks.**
  MINI-LINK TN fully supports all IP RAN over Ethernet Backhaul preferred in new mobile networks, with the necessary Ethernet quality of service.
- **Evolution of mobile backhaul networks.**
  With the current increase of data traffic in the mobile network, MINI-LINK TN is a perfect fit.
  It supports Native Ethernet as well as Native TDM or a mix of them. This enables our customers to start with TDM traffic, add Ethernet when data traffic increases, and move to all Ethernet when required.
- Fixed Broadband over Microwave utilizes the integrated solutions for both Carrier and best effort Ethernet. Backhaul of broadband access over microwave, close to the end user, is a proven cost efficient solution.
- Our Enterprise, Broadcasting and National security customers successfully deploy both single hops, and complete backhaul networks.

MINI-LINK TN is a high performance radio link with high capacities and high availability. Our best in class radio output power provides longer hops with smaller antennas. MINI-LINK TN is able to send twice the capacity in one frequency channel using XPIC, for Ethernet, PDH as well as SDH. With the Gbit Ethernet link MINI-LINK TN is ready for the all IP over Ethernet network.

MINI-LINK TN is a Hybrid Node, perfect for all-IP and your network evolution.

Complete solution for all-IP networks.
Native Ethernet enables maximized Ethernet throughput and with up to 1 Gbit/s Ethernet over the air MINI-LINK supports the necessary high capacities for all-IP. Optimized capacity use is achieved by traffic aggregation, Hitless Adaptive Modulation and Protected 2+0.
MINI-LINK TN fully supports Carrier Grade Networks with Carrier Grade QoS for Ethernet, IP and MPLS as well as Sync distribution in packet networks.

Complete solution for your network evolution
The Hybrid Radio Link transports both Native Ethernet and Native PDH simultaneously over the same hop, which is perfect for a cost effective TDM to packet migration. Start with all E1's or a mix with Ethernet. Add more Ethernet as data traffic increases and complete the migration by moving to all Ethernet.
MINI-LINK TN fully supports Carrier Grade Networks with Layer 1 sync distribution to your existing network and no extra delay or delay variation.

Hitless adaptive modulation is perfect way to supply additional best effort traffic under normal weather conditions. With Ericsson's solution you will get no bit errors during the modulation change and the constant delay is crucial for network sync. The MINI-LINK Adaptive Modulation handles not only Rain fading but also complex Selective/Multipath fading; it is designed for Carrier Grade networks.

Protected 2+0 enables our customers with priority and best effort traffic to add up to 3 times more capacity on an existing hop. By changing a 1+1 hop into a protected 2+0 for both PDH and Ethernet with XPIC you add best effort traffic and keep your priority traffic protected.

MINI-LINK TN is a Network Cost Saver
The integrated traffic routing enables remote reconfiguration of the traffic. When the network grows and the capacity needs increases, the capacity is easily upgraded remotely. The integrated Ethernet switch enables aggregation of the Ethernet traffic with substantial capacity and cost savings. SDH and ATM traffic aggregation is equally possible. MINI-LINK TN is a perfect fit in an SDH ring due to the integrated ADM.

MINI-LINK TN's market leading reliability includes a field proven MTBF of typically over 70 years. The integrated cross connect and switching function minimizes cabling and reduces the site complexity. MINI-LINK TN has the extensive protection necessary for carrier class equipment.

MINI-LINK TN is the world's most widely deployed multiservice microwave system!

Ethernet Switching
Integrated non-blocking Gigabit Ethernet switch (IEEE 802.1D, 802.1Q compliant). Switching capacity up to 24 Gbit/s full duplex. QoS with 8 priority queues using SPQ and WFQ. RSTP functionality. Policing according to MEF. LAG (IEEE 802.1AX). WRED. Link OAM (IEEE 802.3ah). LLF (Link Loss Forwarding) for error detection. Jumbo frames.

Network Synchronization
The Network Synchronization provides selection of clock source for the node and SSM propagation on outgoing interfaces or squelch when network synchronization is enabled. Sync output via TDM traffic or a dedicated 2 MHz sync port.

Radio Link
Native Ethernet and Native PDH are supported over the microwave radio link. The maximum air interface rate over one radio is 345 Mbit/s per radio, line interface rate 349-426 Mbit/s depending on compression and frame size. Using XPIC will double the capacity. With radio link bonding 1 Gbit/s line interface capacity can be achieved.

XPIC
The Radio Link can offer XPIC support for SDH traffic, Native PDH and Native Ethernet traffic in combinations.

Adaptive modulation
The Radio Link supports hitless adaptive modulation for 4-256 QAM over 7-56 MHz channels.

Backplane Traffic Routing
Up to 800 Mbit/s for PDH traffic on shared bus, non-blocking switching. 2 Gbit/s Ethernet (full duplex) traffic on High Speed Buses per board position.

Integrated SDH terminal Multiplexer and ADM
Terminal Multiplexer with 63xE1 capacity.
ADM with 21xE1 drop capacity and Ethernet over SDH functionality with Graceful degradation.

ATM aggregation
ATM Aggregation Unit with capacity for up to 1500 ATM VCC and up to 100 VPC.

TECHNICAL SPECIFICATIONS

ANTENNAS
- 0.2/0.3/0.6/0.9/1.2/1.8 m single polarized antennas for integrated and separate installation
- 2.4/3.0/3.7 m single polarized antennas for separate installation
- 0.3/0.6 m dual polarized antennas for integrated and separate installation
- 1.2/1.8/2.4/3.0/3.7 m dual polarized antennas for separate installation

INTEGRATED POWER SPLITTERS
Available in symmetrical and asymmetrical versions

PROTECTION
1+1 Radio equipment and propagation protection, MSP 1+1 Equipment protection, ELP Protection, EEP Protection, SNCP Network protection

POWER SUPPLY
-48 V DC and +24 V DC

POWER CONSUMPTION
Radioterminal: 30-110 W (depending on configuration)
Basic Node: AMM 2p/6p/20p 11W[1] / 27W[1] / 37W[1]
[1] Including node processor, power filtering and fan (AMM 6p)

WEIGHTS AND DIMENSIONS (HXWXD)
Radio unit: 4 kg, 321x260x97 mm

Basic Node: AMM 1p/2p/6p/20p
1.3 kg, 39x344x263 mm / 2.4 kg[1], 44x(448/438)[3]x240[4] mm / 6.4 kg[1], 133x438[3]x240[4] mm / 7 kg[1], 300[2]x448[3]x240[4] mm

Plug-in unit: 0.5-0.7 kg, 265x225x20 mm
[1] Not including node processor, power filtering and fan. [2] 444 mm with fan unit and cable tray. [3] 483 mm with mounting brackets. [4] 280 mm with mounting brackets and connectors.

TRAFFIC INTERFACES
E1, E3, STM-1 Electrical ITU-T G.703
STM-1 Optical S-1.1 ITU-T G.957
Partially filled STM-1
10/100/1000 BASE-T IEEE802.3
Optical GbitE via 1000 BASE-SX/LX/ZX/CWDM IEEE802.3

MAINTENANCE INTERFACE
USB

DIAGNOSTIC FUNCTIONS
Line, local, and connection loops. Built-in Bit Error Rate Test on all circuits or boards

STANDARDS AND RECOMMENDATIONS
CEN/CENELEC, ETSI, ITU, IEC, IEEE, IETF

OPERATIONAL TEMPERATURE
-50°C to + 60°C (outdoor, full functionality)
-25°C to + 55°C (indoor, full functionality)

DATA COMMUNICATION NETWORK
- IP DCN and Site LAN service provided by built-in IP router
- DCN interfaces via 10/100 BASE-T, E1, E0
- In-band transport over STM-1 and Microwave

TECHNICAL DATA: MINI-LINK TN RELEASE 4.3

Frequency (GHz)			6L 6U*	7 8	10	11	13 15	18	23	26*	28	32	38
Max. RF output power (dBm)													
256 QAM			+23	+25	+24	+24	+20 +24*	+17 +22*	+17 +21*	+19	+18	+17	+16
128 QAM			+26	+26	+25	+25	+21 +25*	+18 +23*	+18 +22*	+20	+19	+18	+17
64 QAM			+26	+26	+25	+25	+21 +25*	+18 +23*	+18 +22*	+20	+19	+18	+17
16 QAM			+27	+27	+26	+26	+22 +26*	+19 +24*	+19 +23*	+21	+20	+19	+18
4 QAM			+29	+29	+28	+28	+24 +28*	+21 +26*	+21 +25*	+23	+22	+21	+20
C-QPSK			+30	+30	+29	+29	+25 +29*	+24 +27*	+24 +26*	+24	+23	+22	+21
* RAU X HP													
Min. RF output power (dBm)													
All modulation schemes			-5	-5	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10
Receiver threshold BER 10^{-6} (dBm)													
Frequency (GHz) Net Throughput			**6L** **6U**	**7** **8**	**10**	**11**	**13** **15**	**18**	**23**	**26**	**28**	**32**	**38**
Ethernet [Mbps] Air (Line Interface**)	TDM												
4.1 (3.9 - 4.9)	2E1	C-QPSK/3.5 MHz	-91	-91	-91	-91	-90	-90	-90	-90	-89	-88	-88
8.2 (7.8 - 9.9)	4E1	C-QPSK/7 MHz	-88	-88	-88	-88	-87	-87	-87	-87	-86	-85	-85
9 (9.1 - 11.1)	4E1	4QAM/7 MHz	-91	-91	-91	-91	-90	-90	-90	-90	-89	-88	-88
10 (10.1 - 12.4)	5E1	4QAM/7 MHz	-90	-90	-90	-90	-89	-89	-89	-89	-88	-87	-87
16.4 (15.6 - 19.7)	8E1	16QAM/7 MHz	-86	-86	-86	-86	-85	-85	-85	-85	-84	-83	-83
21 (21.2 – 26)	10E1	16QAM/7MHz	-84	-84	-84	-84	-83	-83	-83	-83	-82	-81	-81
31 (31.3 - 38.3)	15E1	64QAM/7 MHz	-77	-77	-77	-77	-76	-76	-76	-76	-75	-74	-74
30 (30.3 - 37.1)	14E1	64QAM/7 MHz	-77	-77	-77	-77	-76	-76	-76	-76	-75	-74	-74
35 (35.4 - 43.2)	17E1	128QAM/7 MHz	-73	-73	-73	-73	-72	-72	-72	-72	-71	-70	-70
16 (16.2 - 19.8)	8E1	C-QPSK/14 MHz	-85	-85	-85	-85	-84	-84	-84	-84	-83	-82	-82
21 (21.2 – 26)	10E1	4QAM/14 MHz	-88	-88	-88	-88	-87	-87	-87	-87	-86	-85	-85
23 (23.3 - 28.4)	11E1	4QAM/14 MHz	-87	-87	-87	-87	-86	-86	-86	-86	-85	-84	-84
34.9 (33.2 - 41.8)	17E1	16QAM/14 MHz	-83	-83	-83	-83	-82	-82	-82	-82	-81	-80	-80
42 (42.5 - 51.9)	20E1	16QAM/14 MHz	-81	-81	-81	-81	-80	-80	-80	-80	-79	-78	-78
45 (45.5 - 55.6)	22E1	16QAM/14 MHz	-81	-81	-81	-81	-80	-80	-80	-80	-79	-78	-78
63 (63.7 - 77.8)	30E1	64QAM/14 MHz	-75	-75	-75	-75	-74	-74	-74	-74	-73	-72	-72
72 (72.8 – 89)	35E1	128QAM/14 MHz	-72	-72	-72	-72	-71	-71	-71	-71	-70	-69	-69
81 (81.9 - 100)	39E1	256QAM/14MHz	-67	-67	-67	-67	-66	-66	-66	-65	-64	-63	-63
33 (33.4 - 40.8)	16E1	C-QPSK/28 MHz	-82	-82	-82	-82	-81	-81	-81	-81	-80	-79	-79
45 (45.5 - 55.6)	21E1	4QAM/28 MHz	-85	-85	-85	-85	-84	-84	-84	-84	-83	-82	-82
65.6 (62.5 - 78.7)	32E1	16QAM/28 MHz	-80	-80	-80	-80	-79	-79	-79	-79	-78	-77	-77
91 (92 - 112)	44E1	16QAM/28 MHz	-78	-78	-78	-78	-77	-77	-77	-77	-76	-75	-75
95 (96 – 117)	46E1	16QAM/28 MHz	-78	-78	-78	-78	-77	-77	-77	-77	-76	-75	-75
134 (135 - 166)	65E1	64QAM/28 MHz	-72	-72	-72	-72	-71	-71	-71	-71	-70	-69	-69
154 (156 - 190)	75E1	128QAM/28 MHz	-69	-69	-69	-69	-68	-68	-68	-68	-67	-66	-66
155 (152- 176)	STM-1	128QAM/28 MHz	-70	-70	-70	-70	-69	-69	-69	-68	-67	-67	-66
172 (174- 212)	80E1	256 QAM/28 MHz	-65	-65	-65	-65	-64	-64	-64	-64	-63	-62	-62
199 (201 – 246)	80E1	64QAM/40 MHz	-70	NA	NA	-70	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
183 (185 - 226)	80E1	16QAM/56 MHz	-78	-78	-78	-78	-77	-77	-77	-77	-76	-75	-75
155 (152 – 176)	STM-1	64QAM/40 MHz	-74	NA	NA	-74	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
155 (152 – 176)	STM-1	16QAM/56 MHz	-78	-78	-78	-78	-77	-77	-77	-77	-76	-75	-75
325 (328 – 401)	80E1	128QAM/56 MHz	-66	-66	-66	-66	-65	-65	-65	-65	-64	-63	-63
345 (349 - 426)	80E1	256QAM/56 MHz	-62	-62	-62	-62	-61	-61	-61	-61	-60	-59	-59
** Dependent on packet size													
ATPC	Available in all frequencies												
Frequency stability	± 10 ppm												

Ericsson AB
BNET, PA IP and Broadband
SE-431 84 Mölndal, Sweden
Telephone +46 10 719 00 00
Fax +46 10 712 99 99
www.ericsson.com

EN/LZT 110 5195 R6 ETSI
© Ericsson AB 2010
All technical data is typical and is subject to change without notice

La RBS 2206, una vía flexible hacia sistemas celulares de la tercera generación

Per Wilén

La migración de los sistemas móviles de la segunda generación a la tercera es una de las cuestiones fundamentales con las que tienen que enfrentarse los operadores celulares en su camino hacia el nuevo mundo de las telecomunicaciones. Ericsson está empeñada en facilitar esta migración a fin de que pueda realizarse con las mínimas fisuras posible. Uno de los productos clave que facilitará el cambio es la nueva estación de macrobase RBS 2206, construida para instalarse en interiores.

Doble capacidad sobre la misma superficie

La RBS 2206 es la unidad que sucederá a la RBS 2202, una de las estaciones base de GSM más difundida en el mundo. El nuevo modelo incorpora una novedosa unidad transceptora doble (dTRU) que proporciona una calidad sin par: dispone de espacio para seis dTRU, pudiendo prestar el mismo servicio que una estación base de 12 transceptores, con lo cual duplica la capacidad del modelo anterior. A pesar de ello, ambas estaciones ocupan la misma superficie en el suelo, un aspecto muy importante, puesto que actualmente muchos emplazamientos de estaciones base albergan dos unidades RBS 2202. Si ambas se reemplazaran por la RBS 2206, el espacio adicional obtenido podría utilizarse para instalar una segunda unidad, por ejemplo, para un equipo que soporte las normas de la tercera generación (figura 2). Por consiguiente en los emplazamientos actuales puede construirse una red de la tercera generación. Esto es una buena noticia, ya que el espacio disponible es un aspecto muy importante para el operador.

Un auténtico puente de 2G a 3G

Cuando un operador decide implantar tecnología de la tercera generación, la RBS 2206 puede brindarle una rápida cobertura. De hecho, esta estación es un auténtico puente entre ambas generaciones. Añadiendo una o más unidades transceptoras enchufables en los slots del armario, se dispone de soporte completo para las mayores velocidades de datos en la evolución global (EDGE). El soporte para acceso múltiple por división de códigos de banda ancha (WCDMA), se logra añadiendo una unidad de transceptor enchufable de WCDMA (WTRU) y una unidad de radio remota (RRU). La RBS 2206, constituye una vía flexible y económica hacia las funciones de la tercera generación y es especialmente apropiada para emplazamientos en los que sea primordial ahorrar espacio (zonas urbanas) o en los que se dé prioridad a la cobertura (zonas rurales).

WRTU y unidad de radio remota enchufables

Tal como se ha mencionado antes, la RBS 2206 puede ampliarse para soportar WCDMA mediante una WTRU enchufable, que posee funcionalidad de banda ancha (figura 3). Es posible colocar una unidad de radio remota, con funciones de radiotransmisión y amplificación de potencia, en cualquier lugar entre el armario y la antena. La conexión entre la estación base y la unidad remota se efectúa por cable de fibra óptica, factor que contribuye a la flexibilidad y sen-

Figura 1
Fotografía de la RBS 2206. Dimensiones en mm (altura x anchura x profundidad): 1900 x 600 x 400.

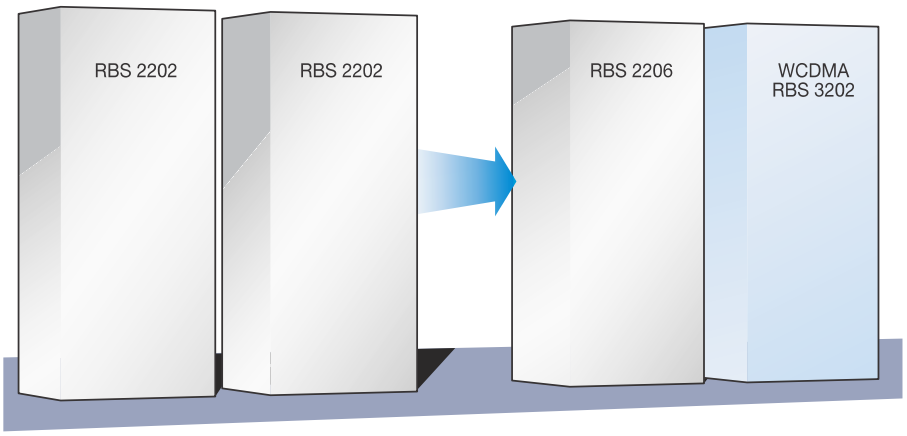


Figura 2
La RBS 2206 ocupa la mitad de la superficie de suelo que el modelo anterior RBS 2202. Por tanto, ofrece a los operadores espacio libre, por ejemplo, para instalar una tercera unidad que soporte las normas de la tercera generación.

CUADRO A, ACRONIMOS

2G	Sistema móvil/celular de la segunda generación
3G	Sistema móvil/celular de la tercera generación
CDU-F	Combiner and distribution unit (F)
CDU-G	Combiner and distribution unit (G)
dTRU	Double transceiver unit
DXU	Distribution switch unit
EDGE	Enhanced data rates for global evolution
GPRS	General packet radio service
GSM	Global system for mobile communication
HSCSD	High-speed circuit-switched data
RBS	Radio base station
RRU	Remote radio unit
TRU	Transceiver unit
WCDMA	Wideband code-division multiple access
WTRU	WCDMA TRU

cillez de la instalación. Pueden montarse hasta tres RRU, dependiendo del número de configuraciones del sector (una, dos o tres).

Generación 2,5

Interinamente, antes de que se introduzcan los sistemas de la tercera generación, la RBS 2206 puede desempeñar con acierto varias funciones, puesto que soporta plenamente las tecnologías que abren el camino de los sistemas de la 3G. La RBS 2206 es una estación:

- Plenamente preparada para servicios de datos por GSM, incluyendo intervalos de tiempo de 14,4 kbit/s, datos a gran velocidad por conmutación de circuitos (HSCSD) y servicios generales de radio por paquetes (GPRS); y
- Está equipada con una potente unidad de conmutador de distribución (DXU) y buses internos rápidos, que garantizan un pleno apoyo de EDGE en todos los intervalos de tiempo. Además, la DXU está preparada para transmisión A-bis basada en el protocolo de Internet (IP).

Ventajas inmediatas

La RBS 2206 también ofrece varias ventajas inmediatas a las actuales redes de GSM. Aparte de duplicar la capacidad de su predecesora, mejora las prestaciones de radiotransmisión. Por ejemplo, además de diversidad de ramificación doble, soporta diversidad de receptor de ramificación

CUADRO B, LA RBS 2206

Funciones más destacadas
- Seis unidades de transceptor dobles (dTRU) para un total de 12 transceptores
- Equipo híbrido que combina uno, dos o tres sectores en un armario.
- Filtro que combina uno, dos o tres sectores en un armario
- 35/16 W de potencia de salida del armario (CDU-G)
- 20 W de potencia de salida del armario (CDU-F)
- Salto de frecuencia sintetizado y de banda de frecuencia
- Preparada para datos: 14,4 kbit/s, HSCSD, GPRS
- Preparada para WTDU de dos slots
- Soporta 12 transceptores EDGE en todos los intervalos de tiempo
- Todos los códigos de habla: HR, FR, EFR
- Bibanda (GSM 900/GSM 1800)
- Mayor alcance, 121 km
- Soporta software de refuerzo de potencia
- Preparada para transmisión basada en IP
- Preparada para diversidad de receptor de ramificación cuádruple
- Preparada para servicios de posicionamiento asistidos por GPS

Características técnicas

• Banda de frecuencias	E-GSM 900, GSM 1800
• Transmisión (Tx)	925-960, 1805-1880 MHz
• Recepción (Rx)	880-915, 1710-1785 MHz
• Dimensiones	1900x600x400 mm
• Peso (equipada)	230 kg
• Potencia al alimentador de antena	35 W (GSM 900) 28 W (GSM 1800)
• Sensibilidad del receptor	-110 dBm
• Suministro eléctrico	120 a 250 VAC, 50/60 Hz -48 a –72 VDC +20 a +29 VDC

cuádruple, lo cual refuerza el enlace ascendente en hasta 4 dB. La combinación de dos características únicas en su género –*Gama ampliada 121 km*, y diversidad de ramificación cuádruple– proporciona una cobertura rural casi instantánea al menor costo posible.

La RBS 2206 también va provista de dos nuevos combinadores –el CDU-F y CDU-G– que comparados con los del modelo de estación RBS 2202 incrementan la potencia de salida en 1 dB. Evidentemente, un incremento así permite mantener una mayor distancia entre emplazamientos. Por consiguiente, en comparación con el modelo antiguo, en las redes construidas con RBS 2206 el número de emplazamientos podrá reducirse en alrededor del 15% (figura 4).

El combinador CDU-G puede configurarse en los modos de capacidad o cobertura. En este último, su potencia de salida se incrementa en 3 dB a 35 W, por lo que es idóneo para instalación rural o en infraestructuras en las que la velocidad o el costo sea un factor básico.

Debido a que es enteramente compatible con la RBS 2202, la nueva estación puede instalarse de forma rápida y sencilla en las redes actuales, y estará comercialmente disponible durante el primer trimestre de 2001. La funcionalidad EDGE se añadirá algunos meses más tarde. La WTRU enchufable se introducirá para instalación en el año 2002.

Conclusión

La RBS 2206 ofrece a los operadores un acceso flexible al mundo de los sistemas de la tercera generación. Puesto que ocupa la misma superficie sobre el suelo que la RBS 2202 pero duplica su capacidad, la nueva estación deja libre el 50% de espacio necesario para armarios en los emplazamientos de las estaciones base. Los operadores pueden utilizar el espacio sobrante para instalar una estación base de la tercera generación; por ejemplo la estación macrobase WCDMA/RBS 3202.

La RBS 2206 está plenamente preparada para EDGE y WCDMA. Para añadir funcionalidad de WCDMA los operadores sólo tienen que enchufar una unidad de transceptor WCDMA y una unidad de radio remota. Por tanto, la posibilidad de reutilizar las inversiones en emplazamientos importantes, permite a los operadores implantar rápidamente y a bajo costo una red de la tercera generación.

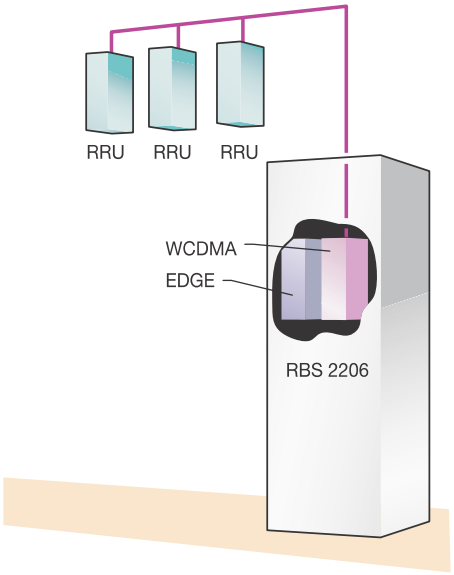


Figura 3
La RBS 2206 puede complementarse para soportar WCDMA usando una unidad enchufable WTRU y una unidad de radio remota.

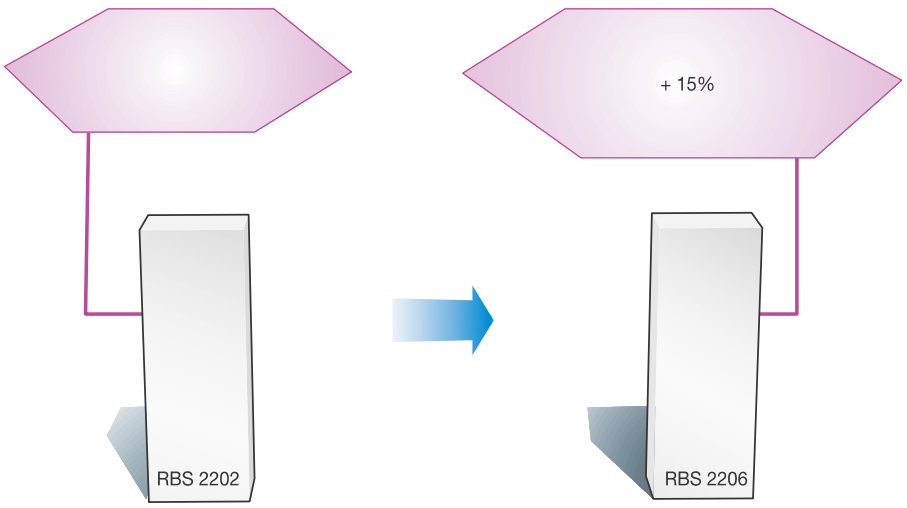


Figura 4
La mayor separación de emplazamientos que permite el combinador CDU-F significa que las redes construidas con RBS 2206, en comparación con las que usan la RBS 2202, requieren aproximadamente un 15% menos de emplazamientos.

RBS 2206

The GSM Macro Indoor Base Station

RBS 2206 is a high capacity, small footprint indoor macro base station supporting up to twelve transceivers per cabinet. It is possible to build one, two and three sector configurations including dual band configurations in one cabinet.
Being the latest member in the RBS 2000 family RBS 2206 is to date the most powerful indoor RBS in the world. Keeping the successful characteristics of the existing RBS 2000 portfolio and improving functionality as well as operation and maintenance makes the RBS 2206 the most cost-effective solution for growing GSM operators.

The RBS 2000 family supports a wide range of applications ranging from extreme coverage to extreme capacity. Being a RBS 2000 member guarantees coexistence with the installed base of RBS 200 and RBS 2000 products. Ericsson's synchronization based BSS features ensure that transceivers from different generations of radio base stations can easily form common cells. Operators can therefore bridge the past with the future. By making existing sites futureproof, investments are protected while migrating to 3G.

Part of the grow-on-site concept

Since it is becoming increasingly difficult to find new base station sites, it is of great interest to remain on the existing sites as long as possible. Site space is often a limiting factor for capacity growth. The powerful RBS 2206, included in Ericsson's grow-on-site toolbox, addresses this problem. On many sites, two or more existing cabinets can be replaced by one RBS 2206, thereby solving the site space problem by making room for another cabinet.
This is of major importance, since it makes it possible to reuse and collocate GSM and WCDMA equipment. The RBS 2206 will pave the way for WCDMA.

Doubled capacity – superior performance – same footprint

The 12-transceiver RBS 2206 cabinet has the same footprint as RBS 2202 but has doubled capacity, thanks to the new double-capacity transceivers and combiners. The double Transceiver Unit, dTRU, has some powerful features. The RBS 2206 has better output power than the current RBS 2000 products, which are the best on the market today. The improved radio performances means increased site-to-site distance, and therefore, fewer sites. Another example of a cost-saving feature is 121 km Extended Range.

ERICSSON

The RBS 2206 comes with two new extremely flexible combiners. Examples of configurations supported by the Filter Combiner (CDU-F) are 3x4, 2x6, 1x12 and 8+4 in one cabinet. CDU-F supports up to 12 transceivers on one dual-polarized antenna. The other combiner (CDU-G) can be configured in two modes: capacity mode and coverage mode, making it very flexible. In coverage mode, the output power from the CDU-G is increased, making it perfect for rural sites or when fast rollout is required at a minimum cost.

Prepared for the future

The RBS 2000 family is prepared for GSM data services, including General Packet Radio Service (GPRS), High Speed Circuit Switched Data (HSCSD) and 14.4 kbit/s timeslots. To meet the operators' need for faster datacom solutions, RBS 2206 supports EDGE.
A powerful Distribution Switch Unit (DXU) and fast internal buses guarantee full EDGE support. With the optional BSS feature RBS 2000 synchronization, it is possible to have up to 32 transceivers in one cell. With the optional BSS feature RBS 200 and RBS 2000 in the same cell, it is possible to expand an existing RBS 200 cell with RBS 2206, and thereby introduce EDGE and 3G capabilities through plug-in units.

Key features

- Six double transceiver units (dTRU); that is, 12 transceivers
- Filter and hybrid combining one, two, or three sectors in one cabinet
- Excellent RF performance
- Synthesized and baseband frequency hopping
- Supports 12 transceiver EDGE on all timeslots
- Supports GSM 800, 900, 1800 and 1900 MHz
- Extended Range 121 km
- Duplexer and TMA support for all configurations
- Four transmission ports supporting up to 8 Mbit/s
- Optional built-in transmission equipment transmission
- Prepared for GPS assisted positioning services

Technical specification for RBS 2206

Frequency band:	GSM 800, E-GSM 900, P-GSM 900, GSM 1800, GSM 1900
Tx:	869–894, 925–960, 1805–1880, 1930–1990 MHz
Rx:	824–849, 880–915,1710–1785, 1850–1910 MHz
Number of transceivers (per cabinet):	2–12
Number of sectors:	1–3
Dimension (H x W x D):	1850 x 600 x 400 mm (725/6 x 233/5 x 153/4 in.) including installation frame
Weight:	230 kg (506 lbs.) fully equipped
Power into antenna feeder:	35 W / 45.5 dBm (GSM 800 / GSM 900) 28 W / 44.5 dBm (GSM 1800 / GSM 1900) With TCC activated, add 2.5 dBm to above values
Receiver sensitivity:	-111 dBm (dynamic, without TMA and diversity gain)
Power supply:	120 – 250V AC, 50 / 60 Hz -48 – -72V DC, +20.5 – +29V DC
Battery backup:	Optional external
Operating temperature:	+5°C – +40°C (+41°F – +104°F)

Telefonaktiebolaget LM Ericsson
SE-126 25 Stockholm
Sweden
Telephone +46 8 719 0000
Fax +46 8 18 40 85
www.ericsson.com

AE/LZT 123 5284 R4
©Telefonaktiebolaget LM Ericsson 2003