

Proyecto de mejora de la conectividad red WIFI en la Baronía de Rialb para mejorar la experiencia del turista, dentro del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, Financiado por la Unión Europea.

Autor: Isidoro Delgado Cotán
Colegiado no: 15730
C.O.I.T. Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación

Bayma Salt, S.L.
B40166373
C/. Astronomía, 1, Torre 1, Planta 11, 41015, Sevilla, (Sevilla)



SECRETARÍA DE ESTADO
DE TURISMO



Este proyecto está cofinanciado por la Convocatoria extraordinaria 2021 del Programa de Planes de Sostenibilidad Turística en Destinos, financiada íntegramente con fondos europeos Next Generation-EU. Componente 14 Inversión 1 del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia

El contenido de este proyecto deriva del proyecto **"PSTD Consorcio Segre Rialb: destino náutico de interior"**, aprobado por el MINCOTUR (Ministerio de Industria, Comercio y Turismo) en el marco de los fondos procedentes del Plan de recuperación, transformación y resiliencia, y que se financiará con cargo a Fondo del Mecanismo de Recuperación y Resiliencia de la Unión Europea - Next Generation EU.

Y concretamente supone la actuación - **Actuación 12: "Mejora de la conectividad red WIFI en la Baronía de Rialb para mejorar la experiencia del turista" (Eje 3 del PSTD)**

Con esta actuación se da cumplimiento a los objetivos generales de la Política Palarca 5 "Modernización y digitalización del tejido industrial y de la pyme, recuperación del turismo e impulso en una España nación emprendedora", concretamente del Componente 14 "Plan de modernización y competitividad del sector turístico" y la Inversión 1 "Transformación del modelo turístico hacia la sostenibilidad", en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de la Unión Europea – Next Generation UE.

El presente contrato se encuentra sujeto a los controles de la Comisión Europea, la Oficina de Lucha Antifraude, el Tribunal de Cuentas Europeo y la Fiscalía Europea, y al derecho de estos órganos al acceso a la información sobre el contrato ya las normas sobre conservación de la documentación, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 132 del reglamento financiero.

Este proyecto tiene por objetivo, como su propio título indica, la mejora de la conectividad WiFi en el término municipal de La Baronía de Rialb para mejorar la experiencia del turista.

Para ello, se realizan una serie de definiciones y descripciones sobre la tecnología a emplear y los elementos que constituirán la nueva red, así como de las necesidades de infraestructura y energía de los que se la deberá dotar para cubrir con éxito las necesidades de conectividad del municipio.

Dada la naturaleza de la propia tecnología que se empleará, es altamente complicado definir con exactitud las zonas de *cobertura* en las que el municipio podrá disponer de banda ancha, aunque a través de este documento, sus criterios de diseño de red y la tecnología escogida, así como los emplazamientos definidos para su instalación, pretenden optimizar los esfuerzos materiales y humanos en términos de calidad y disponibilidad del servicio.

Documentos

1. MEMORIA
2. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

MEMORIA

Índice	iii
1 Introducción, objeto y antecedentes	1
1.1 <i>Objetivo</i>	2
1.2 <i>Actuación material</i>	2
2 Tecnología empleada. Descripciones	3
2.1 <i>Radiocomunicación</i>	3
2.2 <i>Dominio público radioeléctrico</i>	3
2.3 <i>Redes PtP</i>	5
2.4 <i>Redes PtMP</i>	5
2.5 <i>Estándar WiFi (802.11)</i>	5
2.6 <i>Estándar WiMax (802.16)</i>	6
2.7 <i>Comparativa WiFi vs. WiMax</i>	6
2.8 <i>Topologías de red</i>	7
2.9 <i>Gestión de red.</i>	8
2.9.1 <i>Proveedor de servicios de Internet (ISP)</i>	9
3 Elementos de red e infraestructura	11
3.1 <i>Equipos radioeléctricos</i>	11
3.1.1 <i>Radioenlaces</i>	11
3.1.2 <i>Estaciones base</i>	11
3.1.3 <i>Equipos de cliente (CPE)</i>	12
3.2 <i>Cableado</i>	13
3.2.1 <i>Fibra óptica</i>	13
3.2.2 <i>UTP</i>	13
3.3 <i>Soportes físicos</i>	14
3.3.1 <i>Torres autoportantes</i>	14
3.3.2 <i>Mástiles</i>	14
3.3.3 <i>Tensoros y herraje</i>	14
3.4 <i>Electrónica de red</i>	15
3.4.1 <i>Routers</i>	15
3.4.2 <i>Switches</i>	16
3.5 <i>Alimentación</i>	16
3.5.1 <i>POEs</i>	16
3.5.2 <i>SAls</i>	17
3.5.3 <i>Red eléctrica</i>	17
3.5.4 <i>Fotovoltaica</i>	17
4 Planificación y diseño	18
4.1 <i>Criterios de diseño</i>	18
4.2 <i>Zonas de influencia y usuarios serviables</i>	19
4.2.1 <i>Zonas de influencia / cobertura</i>	21
4.3 <i>Diagrama de red</i>	24
4.3.1 <i>Topología</i>	24
4.3.2 <i>Nodos</i>	25
4.4 <i>Simulación de radioenlaces</i>	31

4.4.1	Radioenlace I	31
4.4.2	Radioenlace II	32
4.4.3	Radioenlace III	33
4.4.4	Radioenlace IV	34
4.4.5	Radioenlace V	35
4.5	<i>Servicios fuera de la zona de influencia</i>	36
5	Medidas ambientales	37
5.1	<i>Gestión de residuos</i>	37
5.2	<i>DNSH – Do Not Significant Harm</i>	37
6	Anexos	41
6.1	<i>Tipos de equipo, materiales e instalaciones</i>	41
6.1.1	Estaciones base	41
6.1.2	Radioenlaces	41
6.1.3	Enrutadores	41
6.1.4	Switch	41
6.1.5	Torres	42
6.1.6	SAI	42
6.1.7	Armario	42

1 INTRODUCCIÓN, OBJETO Y ANTECEDENTES

Este proyecto de despliegue tiene como principal objetivo dotar de una alternativa a la actual infraestructura de telecomunicaciones inalámbricas existente actualmente en La Baronia de Rialb, situado en la provincia de Lleida con una población de 229 habitantes en el año 2022 según el Instituto Nacional de Estadística.

El municipio presenta una extensión superficial de 142,68 km² y una densidad poblacional de 1,65 habitantes por km². Se eleva 747 m sobre el nivel del mar (mín.: 344 m., máx.: 1355 m.) y se encuentra a 58,45 km de la capital de provincia, Lleida.

El término municipal se sitúa en el extremo noreste de la comarca de La Noguera, limitando con las comarcas del Alt Urgell, al este (Peramola y Coll de Nargó); el Pallars Jussà, en el noroeste (Benavent de la Conca); y con los municipios de Tiurana, Ponts y Artesa de Segre (Noguera) por el sur y suroeste.

A la derecha del río Segre, ocupa la parte baja de la cuenca del Rialb. El término se extiende desde el Segre hacia el norte hasta las alturas del Cogulló de Sant Quirí (1.355 m de altitud), en el límite con el Pallars Sobirà. El municipio forma parte de la comarca natural del Segre Medio que se enclava en el Prepirineo, donde deja las llanuras de Lleida y se acerca a las montañas y los valles del Pirineo catalán occidental.

El término está formado por once núcleos dispersos por todo el valle del Rialb; antiguas parroquias que se fueron poblando por las cumbres de estas montañas; desde la época alto medieval; de fortificaciones defensivas, masías, iglesias parroquiales y capillas.

Estos núcleos son: Gualter, La Sierra, La Torre, Politg, Pallerols, Vilaplana, Bellfort, Palau, El Puig, St. Cristóbal de la Donzell y St. Martí.

Todas estas características hacen del municipio un lugar de difícil acceso en lo que a telecomunicaciones se refiere; la alta dispersión poblacional no favorece el desarrollo de tecnologías alámbricas como la fibra óptica y las comunicaciones inalámbricas se ven entorpecidas debido a la multitud de barrancos y desniveles que se encuentran en el término.

La propuesta tecnológica consiste en mejorar la infraestructura existente, tanto en términos de capacidad como de cobertura, basada en la implementación de una red inalámbrica con capacidad para distribuir servicios de televisión, telefonía y acceso a Internet de banda ancha y alta calidad a sus habitantes.

La solución pretende dotar al municipio de mejores servicios en lo que respecta a comunicaciones, con la principal intención de servir conexiones de acceso a Internet de calidad a los vecinos y establecimientos turísticos del municipio, mejorando de esta manera la experiencia del turista e incrementando los servicios prestados al mismo, bien sea en alojamientos turísticos así como en lugares de interés turístico en áreas rurales, bienes culturales y/u otros negocios de turismo activo para los que la falta de conectividad puede hacer perder clientes. A lo largo del proyecto se define con exactitud todos los emplazamientos y lugares que se beneficiarán de esta mejora de conectividad que directamente recaerá sobre el turista.

Además, la infraestructura propuesta dotará de capacidad al ayuntamiento del municipio de acometer proyectos a futuro relacionados con la conectividad, aplicaciones IoT y similares.

En este documento se puede encontrar un estudio pormenorizado de la que se considera la mejor forma de implementar dicha red inalámbrica en toda la extensión municipal de forma que

la inversión en infraestructura sea adecuada a la necesidad actual y la previsible a corto y medio plazo. Para ello, se realizará un extenso análisis sobre la tecnología a emplear, los elementos que componen la red y se marcarán una serie de criterios a seguir para realizar el diseño que después deberá ser implementado sobre el terreno.

1.1 Objetivo

Así pues, los objetivos del presente proyecto son los siguientes:

- Mejorar la experiencia del turista. En el mundo digital en el que nos encontramos es fundamental contar con servicios de acceso a Internet adecuados a las necesidades personales y profesionales en todo momento. Se pretende dotar al municipio de mejores servicios en lo que respecta a comunicaciones, con la principal intención de servir conexiones de acceso a Internet de calidad a los vecinos y establecimientos turísticos del municipio, mejorando de esta manera la experiencia del turista e incrementando los servicios prestados al mismo, bien sea en alojamientos turísticos así como en lugares de interés turístico en áreas rurales, bienes culturales, y/u otros negocios de turismo activo para los que la falta de conectividad puede hacer perder clientes. A lo largo del proyecto se define con exactitud todos los emplazamientos y lugares que se beneficiarán de esta mejora de conectividad que directamente recaerá sobre el turista.
- Solicitar autorización de uso del dominio público, físico y/o radioeléctrico, cuando sea pertinente.
- Respetar las normas y decisiones aprobadas por las autoridades en materia de medio ambiente, interés público, materia urbanística, seguridad pública y defensa nacional.
- Cumplir los objetivos de calidad establecidos por las directivas comunitarias y normas nacionales, exponer las cualidades de calidad previstas para los servicios que se oferten, establecer los medios para garantizar dicha calidad a lo largo del tiempo y proveer de la documentación necesaria a los ejecutores, auditores o inspectores técnicos que la requieran.

1.2 Actuación material

El proyecto consiste en el suministro e instalación del equipamiento y elementos de red indicados en esta memoria, en las ubicaciones indicadas y ajustando lo máximo posible a las simulaciones realizadas en lo que a instalación se refiere, no siendo a priori necesaria la realización de obra civil en tanto que se aprovechará la existente perteneciente al municipio como pueden ser depósitos o casetas.

2 TECNOLOGÍA EMPLEADA. DESCRIPCIONES

En este capítulo se detallan los conceptos y características más representativos de la tecnología que se va a implantar en la red con el objetivo de mejorar las comunicaciones existentes para la mejora de la experiencia del turista. La problemática que se detecta de la actual red, relacionada con el ancho de banda y la disponibilidad del servicio, condicionan sobremanera el empleo de ciertas tecnologías y estándares sobre otros. La consecuencia final de esta problemática recae en la pérdida de turismo debido a la falta de conectividad que tan demandada es hoy en día.

Es por ello por lo que se trata de facilitar la información que posteriormente justifique tecnológicamente en términos de usabilidad del servicio la solución presentada, planteando los *pros* y *contras* de cada una de las opciones, estableciendo previamente cierto contexto sobre las tecnologías de comunicación inalámbrica y la ingeniería de redes.

2.1 Radiocomunicación

La radiocomunicación se define como un método de comunicación inalámbrica que utiliza ondas electromagnéticas de frecuencia específica para transmitir información entre dos o más puntos. Este proceso implica la modulación de una señal portadora, generalmente en el rango de frecuencias de radio, mediante la incorporación de datos, voz u otro tipo de información. Posteriormente, esta señal modulada se transmite a través del espacio mediante antenas y puede ser recibida por dispositivos receptores que decodifican la información, recuperando así el mensaje original transmitido. La radiocomunicación se emplea en una amplia gama de aplicaciones, como telecomunicaciones, radio difusión, telefonía móvil, comunicaciones satelitales, entre otros campos, desempeñando un papel fundamental en la conectividad global y las comunicaciones modernas.

2.2 Dominio público radioeléctrico

El dominio público radioeléctrico se define en España como el conjunto de frecuencias y recursos radioeléctricos que son de titularidad y administración pública y que están destinados a la prestación de servicios de radiocomunicaciones. Este dominio público radioeléctrico es gestionado por el Estado a través del Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, específicamente a través de la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales.

La gestión de este dominio público implica la asignación, planificación y control de las frecuencias y recursos radioeléctricos para garantizar su uso eficiente y ordenado, así como para promover la competencia en el sector de las telecomunicaciones y asegurar la prestación de servicios de calidad a los ciudadanos.

El Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF) es un instrumento técnico y normativo que regula y establece la asignación de bandas de frecuencias radioeléctricas para diferentes servicios y aplicaciones en un país determinado.

En el caso de España, el CNAF es una herramienta fundamental en la gestión del espectro radioeléctrico. Establece la distribución y asignación de las diferentes bandas de frecuencias

disponibles para servicios de radiocomunicaciones, como la telefonía móvil, la radiodifusión, las comunicaciones militares, la radioafición, entre otros.

Este cuadro detalla qué rangos de frecuencias se destinan a cada servicio, las condiciones de uso, las potencias máximas permitidas, las tecnologías autorizadas, entre otros aspectos técnicos y normativos. Es una guía esencial para el diseño, planificación y desarrollo de las redes de telecomunicaciones y garantiza un uso eficiente y ordenado del espectro radioeléctrico en el país.

El CNAF es gestionado por el organismo regulador competente en materia de telecomunicaciones de cada país y se actualiza periódicamente para adaptarse a las necesidades cambiantes del sector de las comunicaciones y las nuevas tecnologías.

Las frecuencias de uso libre o no licenciado, es decir, no es necesario reservarlas y abonar la cantidad que se establezca para su uso, pueden variar en función de la regulación específica de cada país. En el caso de España, aunque no sin limitaciones son, entre otras, las siguientes:

- 26.957 - 27.283 MHz: Destinada a radioaficionados con restricciones y potencias limitadas.
- 57 - 66 GHz y 81 - 86 GHz: Utilizadas para aplicaciones de detección y comunicaciones de corto alcance.
- 122 - 123 GHz: Parte de las frecuencias disponibles para aplicaciones científicas e investigativas.
- 2.4 GHz: Principalmente utilizada para tecnologías como Wi-Fi (802.11b/g/n) y Bluetooth.
- 5 GHz: Banda de 5 GHz empleada para sistemas Wi-Fi (802.11) y WiMax (802.16).
- 24.0 - 24.25 GHz: Reservada para sistemas de radares y detección de movimiento de corto alcance.
- 863 - 870 MHz: Frecuencia para dispositivos de baja potencia y alcance, como controles remotos y alarmas. Redes IoT.
- 433 MHz: Utilizada en sistemas de control remoto y algunas aplicaciones de automatización del hogar.
- 60 GHz: Reservada para aplicaciones inalámbricas de alta velocidad, como WiGig y redes inalámbricas (WPAN).

Teniendo en cuenta el alto coste que supone licenciar rangos de frecuencia para su uso exclusivo, la mayor parte de operadores que hacen uso del espectro radioeléctrico trabaja en bandas libres. Esto, en última instancia también implica una disminución del coste de la tecnología debido a su uso extensivo.

No obstante, como se mencionaba anteriormente, estas bandas de frecuencia no están exentas de limitaciones. Estas limitaciones se imponen para garantizar un uso apropiado del espectro radioeléctrico, minimizar interferencias y asegurar la coexistencia de servicios y usuarios en las mismas bandas de frecuencia.

La limitación más restrictiva es siempre la Potencia Isotrópica Radiada Equivalente (PIRE) y se regula de forma distinta en cada banda. De forma general, esta limitación implica la reducción de la potencia de transmisión máxima posible y se limita el alcance y la cobertura de la señal. Esto puede ser beneficioso para aplicaciones específicas donde se requiere una comunicación localizada y se quiere evitar la interferencia con otras redes cercanas, pero desfavorable en el contexto de dotar a usuarios finales del mayor ancho de banda posible.

La última actualización del CNAF en el momento de redacción de este escrito es la Orden ETD/625/2023, de 12 de junio, por la que se modifica la Orden ETD/1449/2021, de 16 de diciembre, por la que se aprueba el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias y es de

obligado cumplimiento.

2.3 Redes PtP

Las redes punto a punto (PtP) son configuraciones de red en las que dos dispositivos o nodos están directamente conectados, permitiendo la comunicación exclusiva entre ellos sin la intervención de otros dispositivos intermedios. Estas redes establecen un enlace directo y dedicado entre el emisor y el receptor, facilitando la transmisión de datos, voz o video de manera eficiente y sin interferencias externas.

En un esquema básico de red PtP, la conexión directa entre dos nodos se representa de la siguiente manera:

Nodo A <-----> Nodo B

Este tipo de configuración es común en aplicaciones donde se requiere una comunicación directa y segura entre dos puntos, como en enlaces inalámbricos entre dos edificios o enlaces satelitales, entre otros. Las redes PtP son altamente confiables y pueden ofrecer altas tasas de transferencia de datos, lo que las convierte en una opción valiosa para diversas aplicaciones que demandan conectividad dedicada y punto a punto.

2.4 Redes PtMP

Las redes punto a multipunto (PtMP) se configuran con un nodo central que se conecta a múltiples nodos periféricos o remotos. En este diseño, el nodo central actúa como punto de acceso para facilitar la comunicación entre él y varios nodos periféricos simultáneamente.

Un esquema representativo de la red PtMP, donde el nodo central (o estación base, EB) se conecta con múltiples nodos periféricos (o clientes, A y B), adopta la forma de una estructura de árbol o estrella:

Nodo A <-----> EB <-----> Nodo B

Esta configuración es común en entornos que requieren distribución de datos desde un nodo central hacia múltiples ubicaciones, como servicios de acceso a Internet, redes inalámbricas públicas, sistemas de vigilancia o redes de sensores. La red PtMP proporciona eficiencia al permitir que múltiples nodos se comuniquen con un nodo central, lo que optimiza el uso de recursos y facilita la administración centralizada de la red.

2.5 Estándar WiFi (802.11)

El estándar Wi-Fi 802.11 es una normativa establecida por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE, por sus siglas en inglés) que define los protocolos para redes inalámbricas locales (WLAN). Esta especificación ha evolucionado a lo largo de los años, con múltiples variantes que mejoran la velocidad, el alcance y la seguridad de las redes inalámbricas.

El estándar 802.11 establece los parámetros técnicos para la comunicación inalámbrica, determinando la frecuencia, las velocidades de transmisión y las técnicas de modulación. Opera

en diferentes bandas de frecuencia, como 2.4 GHz y 5 GHz, lo que permite una mayor flexibilidad y capacidad para evitar interferencias.

Las diferentes versiones del estándar Wi-Fi 802.11 se identifican mediante letras y números, como 802.11b, 802.11g, 802.11n, 802.11ac y 802.11ax (también conocido como Wi-Fi 6). Cada versión ha mejorado la velocidad y el rendimiento de las redes inalámbricas. Por ejemplo, el 802.11ac ofrece velocidades más altas y una mejor capacidad de manejo de múltiples dispositivos, mientras que el 802.11ax (Wi-Fi 6) ha introducido mejoras significativas en la eficiencia espectral y la capacidad de manejo de dispositivos en entornos concurridos.

Estos estándares también incluyen características avanzadas de seguridad, como los protocolos de cifrado WPA2 (Wi-Fi Protected Access 2) y WPA3, que protegen las redes inalámbricas de accesos no autorizados y aseguran la privacidad de los datos transmitidos.

2.6 Estándar WiMax (802.16)

El estándar WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) 802.16, también establecido por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), es una tecnología de comunicación inalámbrica de banda ancha diseñada para proporcionar conectividad a Internet de alta velocidad a largas distancias.

El estándar 802.16 define los parámetros técnicos para redes de área metropolitana inalámbricas (WMAN), ofreciendo un rendimiento superior en comparación con otras tecnologías de acceso inalámbrico. Opera en frecuencias que van desde los 2 hasta los 66 GHz, lo que permite una mayor cobertura y capacidad de transmisión de datos en comparación con el estándar Wi-Fi.

WiMax 802.16 utiliza antenas de alta ganancia para ofrecer conexiones a larga distancia, lo que lo hace adecuado para entornos rurales o áreas donde la infraestructura cableada es limitada. Además, tiene capacidades para transmitir voz, datos y video a través de una conexión inalámbrica, lo que lo convierte en una solución versátil para proveer servicios de telecomunicaciones.

Dentro de la familia WiMax, se han desarrollado variantes como 802.16d (conocida como WiMax fijo) y 802.16e (WiMax móvil), que han ampliado sus aplicaciones. WiMax fijo se centra en conexiones de banda ancha estables y de larga distancia, mientras que WiMax móvil está diseñado para ofrecer conectividad de alta velocidad en movimiento, como en vehículos o dispositivos móviles.

En términos de seguridad, WiMax utiliza protocolos avanzados de cifrado y autenticación para proteger las comunicaciones, garantizando la confidencialidad y la integridad de los datos transmitidos.

Aunque en su momento se vislumbraba como una alternativa prometedora para llevar acceso a Internet a áreas remotas, el despliegue masivo de WiMax ha sido más limitado en comparación con otras tecnologías inalámbricas como el estándar Wi-Fi. Sin embargo, sigue siendo una opción viable en ciertos contextos, ofreciendo conectividad de banda ancha en ubicaciones donde la infraestructura cableada es difícil de implementar.

2.7 Comparativa WiFi vs. WiMax

Mientras que Wi-Fi se ha centrado en redes locales inalámbricas para aplicaciones cotidianas, WiMax ha buscado proporcionar conectividad a larga distancia. Cada uno tiene sus fortalezas y se adapta a diferentes necesidades de conectividad inalámbrica en diversos entornos. WiMax 802.16 destaca por su capacidad de ofrecer conectividad a largas distancias y en áreas donde las infraestructuras cableadas son escasas o inexistentes. Esta tecnología brinda un

alcance extendido, lo que la hace ideal para áreas remotas y rurales donde el despliegue de redes Wi-Fi puede resultar difícil. Además, su capacidad para manejar múltiples dispositivos en áreas concurridas lo convierten en una solución valiosa para conectividad en movimiento y aplicaciones de banda ancha a larga distancia.

Estas son algunas de las diferencias fundamentales entre Wi-Fi 802.11 y WiMax 802.16:

Característica	Wi-Fi (802.11)	WiMax (802.16)
Alcance	Corto a medio alcance (dependiendo de la versión)	Medio a largo alcance, especialmente en áreas remotas
Frecuencias	Principalmente 2.4 GHz y 5 GHz	Desde 2 GHz hasta 66 GHz
Variantes	802.11b, 802.11g, 802.11n, 802.11ac, 802.11ax (Wi-Fi 6)	802.16d (WiMax fijo), 802.16e (WiMax móvil)
Ancho de banda	Varía desde Mbps hasta Gbps	Varía desde Mbps hasta Gbps
Seguridad	Protocolos de cifrado como WPA2, WPA3	Protocolos avanzados de cifrado y autenticación
Antenas	Antenas simples	Antenas de alta ganancia
Característica	Wi-Fi (802.11)	WiMax (802.16)
Capacidades en entornos densos	Sufre congestión en áreas con varios dispositivos conectados	Mejor capacidad para manejar múltiples dispositivos en áreas concurridas
Aplicaciones típicas	Redes domésticas, comerciales y públicas	Conexión a Internet en áreas remotas, redes metropolitanas extendidas
Despliegue masivo	Ampliamente desplegado y utilizado globalmente	Despliegue más limitado pero eficiente en ubicaciones remotas

2.8 Topologías de red

Atendiendo a la topología y arquitectura de la red, se puede realizar la siguiente clasificación:

- Bus: Todos los nodos se encuentran conectados a un enlace físico común. En el caso de operadores de telecomunicaciones, los buses empleados suelen ser bidireccionales, reservándose los buses unidireccionales para soluciones de alto nivel.
- Estrella: El nodo central o punto de acceso se une con cada uno de los suscriptores o

clientes de forma directa.

- **Anillo:** Se forma un bucle en la red. La información tiene múltiples caminos para llegar a su destino. Esta topología implica un aumento en el coste y la complejidad de implementación a cambio de redundancia en la capacidad de ofrecer servicio.
- **Árbol:** Partiendo de un nodo de red, esta se ramifica hasta llegar al suscriptor final. Presenta un gran inconveniente relativo a la fiabilidad de la red si llega a producirse una avería en las primeras ramificaciones de la infraestructura.
- **Malla:** Los nodos se interconectan entre sí y con la infraestructura troncal. Un caso particular de esta topología son las redes totalmente conexas, en las que todos los nodos se encuentran interconectados entre sí
- **Mixta:** Se mezclan diversas topologías de las mencionadas.

En la siguiente figura muestra las distintas topologías de red mencionadas:

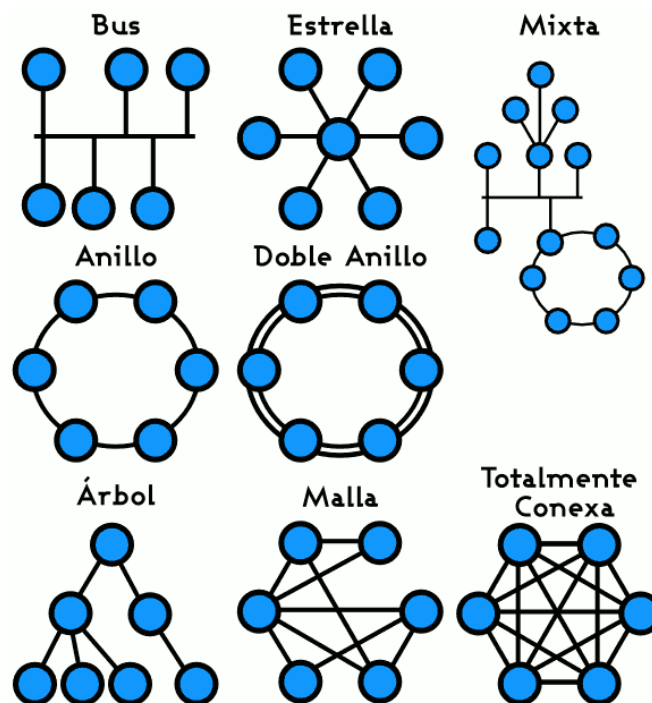


Figura. Topologías de red.

2.9 Gestión de red.

La gestión de red se refiere al conjunto de prácticas, herramientas y procedimientos utilizados para administrar y supervisar los recursos y dispositivos de una red de manera eficiente y segura. Esta disciplina abarca una variedad de aspectos, incluyendo la configuración, monitoreo, optimización y seguridad de los elementos que componen una red.

Los enrutadores, como componentes fundamentales de las redes, desempeñan un papel crucial en la gestión de red. Estos dispositivos se encargan de dirigir el tráfico de datos entre redes, tomando decisiones sobre la mejor ruta para transmitir la información. La gestión de enrutadores implica configurar adecuadamente estos dispositivos para optimizar la eficiencia de la red, asegurar su estabilidad y controlar el flujo de datos.

En cuanto a la seguridad perimetral, se refiere a la protección de los límites externos de una red contra amenazas y accesos no autorizados. Los enrutadores juegan un papel clave en esta área, ya que constituyen la primera línea de defensa al filtrar el tráfico entrante y saliente. Se utilizan técnicas como firewalls, listas de control de acceso (ACL), y servicios de detección y prevención de intrusiones (IDS/IPS) para fortalecer la seguridad perimetral y prevenir ataques externos.

La gestión efectiva de red implica implementar políticas de seguridad perimetral sólidas, que incluyen la configuración adecuada de los enrutadores para controlar el acceso a la red y protegerla contra posibles amenazas externas. Además, implica monitorear constantemente el tráfico, analizar los datos de seguridad y realizar actualizaciones regulares para mantener la integridad y la confidencialidad de la red.

La combinación de una gestión de red eficiente y una robusta seguridad perimetral, especialmente enfocada en la configuración y administración de enrutadores, es fundamental para mantener la estabilidad, disponibilidad y protección de las redes en entornos cada vez más complejos y propensos a amenazas cibernéticas.

2.9.1 Proveedor de servicios de Internet (ISP)

En el contexto de proveedor de servicios de internet (ISP, por sus siglas en inglés) implica una serie de actividades y procesos dirigidos a administrar eficientemente la infraestructura de red y satisfacer las necesidades de los usuarios finales como pueden ser, de forma específica:

- **Gestión de la Infraestructura de Red:** Los ISP deben supervisar y mantener los equipos de red, incluyendo enrutadores, switches, servidores DNS, equipos de seguridad, entre otros. Esto implica configurar y optimizar estos dispositivos para garantizar un flujo de datos eficiente y confiable a través de la red.
- **Provisión de Servicios a Usuarios Finales:** Los ISP deben ofrecer conexiones a internet confiables y velocidades acordadas a sus usuarios. La gestión implica configurar y mantener la infraestructura para cumplir con estos acuerdos de servicio, además de monitorear y solucionar problemas de conectividad de los usuarios.
- **Control de Acceso y Seguridad:** Los ISP deben implementar políticas de control de acceso para proteger la red y los datos de los usuarios. Esto incluye el uso de firewalls, filtrado de contenido y otras medidas de seguridad para evitar accesos no autorizados y proteger la privacidad de los usuarios.
- **Administración de Cuentas de Usuarios:** Gestionar las cuentas de los usuarios implica registrar, modificar y desactivar cuentas según sea necesario. También implica asignar y gestionar las direcciones IP, así como gestionar el ancho de banda y los límites de uso para cada cliente.
- **Soporte Técnico y Atención al Cliente:** Los ISP deben proporcionar soporte técnico para resolver problemas de conectividad, configuración de equipos, entre otros. Esto implica un servicio de atención al cliente eficiente y receptivo para abordar las consultas y problemas de los usuarios finales.
- **Monitoreo y Mantenimiento Proactivo:** Los ISP deben monitorear activamente la red para identificar y resolver problemas antes de que afecten a los usuarios. Esto implica el uso de herramientas de monitoreo para supervisar el rendimiento de la red y tomar medidas preventivas cuando sea necesario.
- **Facturación:** Habitualmente los ISP facturan los servicios que prestan, para ello deben proveerse de las herramientas que se lo permitan de forma adecuada.

Para todo ello, se vuelve necesaria aplicaciones, infraestructura y electrónica de red adecuada

que permita desempeñar las actividades y gestiones pertinentes.

3 ELEMENTOS DE RED E INFRAESTRUCTURA

Se destina este capítulo a listar, describir y argumentar los elementos necesarios para el despliegue de red inalámbrica en el municipio de La Baronia de Rialb. Se consideran tanto equipos electrónicos como material necesario para la instalación y correcto montaje de dichos equipos. También se propone ya de forma específica la tecnología a instalar para cubrir, de la mejor manera posible la conectividad del término.

3.1 Equipos radioeléctricos

Todos los equipos electrónicos deberán soportar al menos SNMPv2 a efectos de la monitorización y supervisión del estado de la red en la fase de explotación.

3.1.1 Radioenlaces

Un radioenlace es un sistema de comunicación inalámbrica que establece una conexión directa entre dos puntos mediante el uso de ondas electromagnéticas en el espectro de frecuencias de radio. Este sistema permite la transmisión de información, ya sea voz, datos o vídeo, a través del aire sin la necesidad de cables físicos.

Consiste en dos antenas, una en cada extremo del enlace, que emiten y reciben señales electromagnéticas. Estas antenas dirigen las ondas de radio en una dirección específica, estableciendo así la comunicación entre los puntos designados.

Los radioenlaces se utilizan en una amplia gama de aplicaciones, desde conexiones de larga distancia entre dos edificios o ubicaciones geográficas hasta enlaces de comunicación para redes móviles, enlaces satelitales y en infraestructuras de telecomunicaciones. Su uso proporciona flexibilidad, eficiencia y capacidad de transmisión de datos a largas distancias, desempeñando un papel fundamental en la conectividad moderna y las comunicaciones globales.

Debido a la capacidad de transmisión descrita en el capítulo anterior para el estándar WiFi 802.11, y atendiendo a la casuística de no congestión en equipos PtP que es el mayor problema de dicho estándar, se propone esta tecnología para los radioenlaces que se desplieguen en el municipio.

Teniendo en cuenta las necesidades de comunicación en nuestra sociedad, que formarán parte de la red troncal y que por tanto deberá soportar todo el tráfico de los usuarios, se propone emplear en los enlaces de mayor carga equipos que trabajen en 60 GHz con respaldo en 5 GHz para cubrir las necesidades básicas del servicio en el caso en el que se produzcan aguaceros o condiciones climáticas adversas. Estos equipos deberán tener capacidades de transmisión de entorno a 1Gbps o superior.

3.1.2 Estaciones base

Debido a la argumentación propuesta en el capítulo 2 en relación con la congestión de red, seguridad en la red y los datos de usuario, distancias de influencia del dispositivo y ventajas en general en cuanto a la robustez y capacidad del protocolo en redes PtMP, se propone el uso del estándar 802.16 fijo para las estaciones base.

Una estación base WiMAX 802.16 es un elemento esencial en una red de banda ancha inalámbrica de largo alcance. Actúa como un punto central que facilita la conectividad a múltiples usuarios o dispositivos dentro de un área de cobertura extensa.

Este componente clave en la tecnología WiMAX establece y gestiona conexiones inalámbricas a larga distancia, brindando acceso a internet u otros servicios de comunicación a dispositivos WiMAX compatibles, como módems o routers, dentro de su rango de cobertura.

La estación base WiMAX funciona transmitiendo señales de radio para proporcionar conectividad a los dispositivos en su área de servicio. Además, coordina y controla la asignación de recursos de radio, asegurando la eficiencia y la calidad de la conexión para múltiples usuarios simultáneamente.

Este dispositivo tiene la capacidad de alcanzar distancias considerables, lo que lo hace útil en áreas donde la infraestructura de cableado es limitada o costosa de implementar. Además, su despliegue estratégico permite cubrir zonas urbanas, suburbanas o rurales, brindando servicios de banda ancha a lugares remotos.

En resumen, la estación base WiMAX 802.16 funciona como un centro de distribución de conectividad inalámbrica de largo alcance, proporcionando acceso a internet y servicios de comunicación a múltiples usuarios dentro de su área de cobertura, contribuyendo así a la expansión de la conectividad en áreas geográficamente dispersas.

Deberán soportar encapsulado VLAN, separación de servicios y QoS de extremo a extremo en capa 2.

Se pretende proporcionar servicios de entorno a 100 Mbps a los usuarios, por lo que la estación base debe tener una capacidad real neta de al menos 140 Mbps por estación, independientemente del número de suscriptores.

3.1.3 Equipos de cliente (CPE)

Una vez se ha determinado la tecnología a emplear en las estaciones base, la elección de tecnología para equipos de cliente viene impuesta por dicha decisión.

Un CPE en una red WiMAX 802.16 fijo, se refiere a un dispositivo instalado en el lado del cliente para recibir y transmitir señales desde y hacia la estación base WiMAX. Funciona como el punto de conexión del usuario final a la red WiMAX.

Este equipo está diseñado específicamente para la comunicación con la estación base WiMAX y se instala en las ubicaciones de los clientes para recibir la señal inalámbrica y proporcionar acceso a internet u otros servicios de red.

El CPE WiMAX actúa como un puente entre el usuario y la red WiMAX, permitiendo la comunicación bidireccional. Recibe la señal de radio proveniente de la estación base y la convierte en datos utilizables por los dispositivos del usuario, como computadoras, teléfonos inteligentes u otros dispositivos de red.

Además, el CPE WiMAX también transmite datos desde los dispositivos del usuario de vuelta a la estación base, estableciendo así la conexión de retorno. Estos dispositivos suelen ser instalados en exteriores, en los tejados o paredes de los hogares o edificios, para asegurar una mejor recepción de la señal.

El CPE en una red WiMAX punto a multipunto cumple un papel fundamental al permitir a los usuarios acceder a los servicios de la red WiMAX, proporcionando conectividad inalámbrica y facilitando la comunicación de datos en áreas donde se despliega esta tecnología de acceso a internet de banda ancha.

Los equipos de cliente deben ser capaces de cursar un ancho de banda de al menos 100 Mbps.

Los equipos de cliente deben ser capaces de conectarse a más de una estación base si la línea de vista se lo permite, garantizando de esta manera una solución robusta para proporcionar el servicio.

Los equipos de cliente tienen que soportar las actualizaciones de firmware y configuración automática mediante cualquier herramienta o procedimiento no licenciado.

3.2 Cableado

En relación con el cableado, se intentará emplear siempre que sea posible cableado UTP. Esto es debido a la simplicidad que implica y la reducción de costes frente a la tecnología óptica, si bien esta última presenta ciertas ventajas en muchos escenarios –como pueden ser entornos con interferencias electromagnéticas– no está justificada en este caso la inversión frente al cobre teniendo en cuenta la capacidad de dicha tecnología a partir de las categorías CAT5e.

3.2.1 Fibra óptica

Los cables de fibra óptica son medios de transmisión utilizados en redes de telecomunicaciones y de datos que transmiten información a través de señales de luz. Están compuestos por fibras de vidrio o plástico extremadamente delgadas, llamadas fibras ópticas, que transportan los datos en forma de pulsos de luz a lo largo de largas distancias con muy poca pérdida de señal.

Estos cables constan de un núcleo interno a través del cual viajan los pulsos de luz, rodeado por una capa de revestimiento protector, generalmente de plástico, y una cubierta externa resistente. La luz viaja por reflexión total interna a lo largo de la fibra, lo que permite que la señal óptica se transmita a grandes distancias con mínima atenuación.

La fibra óptica ofrece ventajas significativas en comparación con otros medios de transmisión, como los cables de cobre. Es capaz de transportar grandes cantidades de datos a velocidades extremadamente altas y a largas distancias, lo que la hace ideal para aplicaciones de redes de alta velocidad, como redes de área extensa (WAN) y enlaces de comunicación de larga distancia, como los cables submarinos utilizados para conexiones internacionales.

Además, la fibra óptica es inmune a las interferencias electromagnéticas y ofrece una mayor seguridad, ya que es difícil de interceptar las señales transmitidas a través de luz. Su instalación inicial puede ser más costosa que la del cableado de cobre.

3.2.2 UTP

El cableado UTP (Unshielded Twisted Pair) es un tipo de cable utilizado comúnmente en redes de telecomunicaciones para transmitir datos a corta y mediana distancia. Este cable consta de pares de conductores de cobre, generalmente cuatro pares, los cuales están entrelazados y recubiertos por un aislante plástico.

El diseño con pares entrelazados ayuda a reducir la interferencia electromagnética de fuentes externas, lo que contribuye a una transmisión más limpia y fiable de datos. Además, el cable UTP no cuenta con una capa protectora adicional, lo que lo hace más flexible y fácil de instalar en comparación con otros tipos de cables blindados.

El cable UTP se utiliza comúnmente en redes Ethernet, ya sea para conectar computadoras a un switch o router, o para crear conexiones entre diferentes componentes de una red local. Viene en diferentes categorías, como Cat 5, Cat 5e, Cat 6 y Cat 6a, que varían en su capacidad para transmitir datos a diferentes velocidades y distancias.

Es una opción económica y versátil para la mayoría de las aplicaciones de redes locales debido a su facilidad de instalación y a su capacidad para manejar velocidades de transmisión de datos

que van desde 10 Mbps hasta varios Gbps, dependiendo de la categoría del cable UTP utilizado.

3.3 Soprotes físicos

Dada la naturaleza de la tecnología que se pretende desplegar, es imprescindible tener en cuenta la altura con respecto al suelo y la orografía a la que se instalan los equipos radioeléctricos. Se dedica este apartado a definir y proponer soluciones para elevar la altura de las instalaciones, especialmente para el caso de red troncal, aunque también será necesario en algunas de las instalaciones de usuario final.

3.3.1 Torres autoportantes

Las torres autoportantes por tramos son estructuras diseñadas para soportar antenas de telecomunicaciones, líneas eléctricas u otros equipos, utilizando una configuración modular compuesta por secciones prefabricadas o tramos. Estas torres son autoportantes, lo que significa que pueden sostenerse por sí mismas sin la necesidad de soportes adicionales externos, como cables tensores o anclajes al suelo, aunque su instalación es recomendable para mayor estabilidad.

Estas torres se construyen mediante la unión de secciones prefabricadas, generalmente de acero, que se ensamblan en el sitio de instalación. Los tramos se ensamblan verticalmente para crear una estructura robusta y resistente capaz de soportar cargas considerables.

La principal ventaja de estas torres autoportantes por tramos radica en su facilidad y rapidez de instalación, ya que se ensamblan de manera modular y se pueden desplegar en ubicaciones remotas o de difícil acceso.

Estas torres son comúnmente utilizadas en la industria de las telecomunicaciones para instalar antenas de telefonía móvil, radio, televisión, así como en la transmisión de datos inalámbricos.

El tipo de torre deberá tener al menos tratamientos anticorrosión mediante zincado y soldadura robotizada.

3.3.2 Mástiles

Un mástil es otra estructura utilizada en telecomunicaciones y otras industrias para soportar antenas, cámaras de vigilancia, equipos meteorológicos, entre otros dispositivos. A diferencia de las torres autoportantes por tramos, los mástiles son estructuras más delgadas y verticales, generalmente de menor altura y más simples en su diseño.

Los mástiles tienen un diseño delgado y tubular, lo que los hace más ligeros y menos voluminosos que las torres. Son utilizados en aplicaciones más específicas o en ubicaciones donde se requiere una estructura vertical, pero de menor tamaño.

Es más adecuado para instalaciones de usuario final que para red troncal debido a las capacidades portantes y de resistencia que presentan.

El tipo de mástil deberá ser de al menos 40 mm de diámetro.

3.3.3 Tensores y herraje

Los tensores, también conocidos como vientos, y los herrajes son componentes clave en la instalación y estabilización de torres, mástiles u otras estructuras altas.

Los tensores son cables de acero que se utilizan para proporcionar estabilidad estructural a las torres o mástiles. Se fijan desde puntos altos en la estructura hacia la base o puntos de anclaje en el suelo. Su función principal es absorber y distribuir las fuerzas laterales (fuerzas de viento,

por ejemplo) que actúan sobre la estructura, evitando movimientos excesivos o vibraciones que puedan comprometer su estabilidad.

Los sensores se tensan adecuadamente para mantener la estructura vertical y resistente a las fuerzas laterales, lo que ayuda a prevenir posibles deformaciones o daños.

Los herrajes son elementos metálicos, como abrazaderas, grapas, conectores o soportes, que se utilizan para unir, sostener o asegurar diferentes partes de la estructura.

Los herrajes que sirvan de soporte para la instalación de equipamiento siempre será el recomendado por el fabricante de este.

3.4 Electrónica de red

Toda la electrónica de red troncal deberá ser de al menos capacidades Gbabit. Es decir, se requiere que toda sea capaz de gestionar en cada tarjeta de red que tenga al menos 1 Gbps. Esto implica que, en el peor de los casos, el cuello de botella de la red troncal sería una de las interfaces de red a 1Gbps, ancho de banda más que suficiente para proporcionar servicio a los 200 vecinos del municipio.

3.4.1 Routers

Un router es un dispositivo fundamental en redes de computadoras que se encarga de dirigir el tráfico de datos entre redes diferentes, ya sea entre redes locales (LAN) o entre una red local y una red externa, como internet. Su función principal es tomar decisiones sobre la mejor ruta para enviar los datos desde su origen hasta su destino.

Este dispositivo opera en la capa de red del modelo OSI y utiliza tablas de enrutamiento para determinar la ruta más eficiente para enviar los paquetes de datos. Examina las direcciones IP de los paquetes entrantes y los redirige hacia su destino basándose en esta información.

Además de dirigir el tráfico, los routers pueden realizar otras funciones, como el filtrado de paquetes, la asignación de direcciones IP, la traducción de direcciones de red (NAT) y la segmentación de redes mediante la creación de subredes.

En una configuración típica, un router se utiliza como puerta de enlace entre una red local y una red externa, como internet, permitiendo que múltiples dispositivos dentro de la red local se conecten a internet a través de este router.

Los routers pueden ser dispositivos independientes o integrados en un solo dispositivo con otras funciones, como switch integrado o punto de acceso inalámbrico, en el caso de routers inalámbricos.

3.4.1.1 Routers de red troncal

Estos equipos deberán contar con, al menos, las siguientes capacidades:

- Servidor PPPoE
- Servidor DHCP
- Servidor Hotspot integrado
- Gestión VLANs
- Gestión QoS. Colas simples y árboles de colas
- Autenticación por RADIUS

- SNMPv2 en adelante
- Firewall integrado
- Capacidades de NAT (Network Address Transation)
- ACLs
- Capacidad de configurar un "bridge" por software con tarjetas de red independientes de al menos q Gbps

3.4.1.2 Routers de cliente

Además de la radio que se instala en el domicilio del usuario, es muy probable que este desee en sus instalaciones un equipo capaz de levantar una red WiFi para su uso y disfrute, así como contar con al menos 4 bocas para RJ45 y así poder conectar de forma alámbrica sus equipos. En este caso los requerimientos del dispositivo no son demasiados. Se propone que cuenten con estándar 802.11 por encima de la versión "n" y en el caso en el que sea pertinente porque se pretenda ofrecer al usuario servicios VoIP, un adaptador telefónico analógico integrado. Deberán soportar VLANs en la WAN y poder configurarse mediante el protocolo TR069. Deberán también tener capacidades de NAT y control de accesos, tanto por la LAN como por la WAN.

3.4.2 Switches

Un switch es un dispositivo fundamental en las redes de computadoras que actúa como un concentrador inteligente, permitiendo la interconexión de múltiples dispositivos dentro de una red local (LAN). Su función principal es dirigir el tráfico de datos entre diferentes dispositivos conectados, como computadoras, impresoras, servidores u otros switches, de manera eficiente y segura.

Este dispositivo opera en la capa de enlace de datos del modelo OSI (Open Systems Interconnection), y funciona como un punto central de conectividad, enviando datos específicamente a los dispositivos para los que están destinados, en lugar de difundir los datos a toda la red.

Los switches utilizan tablas de direcciones MAC para determinar hacia qué dispositivo debe enviarse la información. Cuando un paquete de datos llega al switch, éste analiza la dirección MAC de destino y lo transmite únicamente al puerto al que está conectado el dispositivo de destino, minimizando el tráfico innecesario en la red y optimizando el rendimiento.

Existen switches de diferentes capacidades y funcionalidades, desde switches básicos no administrados hasta switches administrados que ofrecen configuraciones más avanzadas. Los switches administrados permiten a los administradores de red tener un mayor control sobre la red, con capacidades como la segmentación de la red, configuraciones de VLAN, control de acceso y monitoreo del tráfico.

Todos los switches que se instalen deberán ser administrados y soportar VLANs para poder, en el caso en el que se requiera, segregar el tráfico que cursen los equipos en distintas redes. También se deberán contar con algún protocolo STP y se deberá poder consultar las tablas ARP, así como vaciarlas a demanda sin necesidad de reiniciar el dispositivo.

3.5 Alimentación

3.5.1 POEs

Por sus siglas en inglés *Power over Ethernet*, es una tecnología que permite la transmisión de

energía eléctrica y datos a través de un cable Ethernet estándar. Esta innovación posibilita la alimentación de dispositivos electrónicos, como cámaras de seguridad, puntos de acceso inalámbrico, teléfonos IP u otros dispositivos de red, utilizando el mismo cable de red que se utiliza para transmitir datos.

El estándar POE opera mediante la inyección de voltaje en los cables Ethernet, permitiendo que los dispositivos conectados se alimenten directamente desde el switch o inyector POE, eliminando la necesidad de fuentes de alimentación adicionales para estos dispositivos. Esto simplifica la instalación y reduce los costos, ya que se requieren menos cables y puntos de conexión eléctrica.

El estándar POE se ha desarrollado a lo largo del tiempo, con distintas versiones que ofrecen diferentes niveles de potencia eléctrica suministrada a los dispositivos conectados. Esto permite la alimentación de una amplia gama de dispositivos, desde aquellos con requerimientos de energía más bajos hasta dispositivos que necesitan una mayor potencia para funcionar adecuadamente.

Se alimentará la radio de cliente mediante PoE recomendado por el fabricante del CPE.

3.5.2 SAIs

Un SAI, o Sistema de Alimentación Ininterrumpida, es un dispositivo electromecánico que proporciona energía eléctrica de respaldo a equipos electrónicos durante cortes de energía eléctrica o fluctuaciones en el suministro de energía. Su función principal es mantener la continuidad y estabilidad de la energía suministrada a los dispositivos conectados, evitando la pérdida de datos, daños en equipos sensibles o interrupciones en operaciones críticas.

Este dispositivo consta de baterías internas o externas que almacenan energía eléctrica, un inversor que convierte la energía almacenada en corriente continua (DC) de las baterías en corriente alterna (AC) utilizada por los equipos, y circuitos de control que monitorean el suministro eléctrico y activan la energía de respaldo en caso de interrupciones.

Los dispositivos instalados deberán de ser del tipo inversor con rearme y conmutación automática, seguridad frente sobretensiones y con capacidad en el conjunto SAI batería suficiente como para mantener la instalación al menos 4 horas.

Todos los nodos de la red troncal deberán contar con un sistema de alimentación ininterrumpida de las características mencionadas.

3.5.3 Red eléctrica

Se hará uso de la red eléctrica para alimentar los equipos de red troncal siempre que se encuentre disponible. Deberán emplearse siempre equipos SAIs rectificadores con protección frente sobretensiones y rearme y conmutación automática.

3.5.4 Fotovoltaica

Cuando no exista red eléctrica en algún emplazamiento de red troncal, se instalarán paneles fotovoltaicos cuya capacidad pico sea 1,5 veces superior al consumo en máxima carga del nodo.

Siempre se instalarán en combinación con un SAI rectificadores con protección frente sobretensiones y rearme y conmutación automática.

4 PLANIFICACIÓN Y DISEÑO

Se dedica este capítulo a definir los criterios de diseño de la red, así como a establecer las ubicaciones de los nodos de red, valoraciones sobre los enlaces y la disposición de los mismos como puede ser el empleo de una ubicación u otra en función de la línea de *fresnel* que presenta el enlace o similar:

4.1 Criterios de diseño

Se definen una serie de criterios técnicos con la intención de que, en última instancia, la experiencia de navegación en los lugares indicados (establecimientos turísticos, bienes de interés cultural, etc.) sea adecuada a las necesidades del turista, mejorando así la capacidad del municipio de atraer a estos a los servicios que ofrecen los alojamientos turísticos y la oferta cultural y de turismo activo de la Baronía de Rialb.

Debido a la variabilidad de distancias, instalaciones y condiciones cartográficas que presenta este proyecto, se hace ciertamente complicado estandarizar y definir las premisas técnicas, cartográficas y urbanísticas que describan la realidad.

La red objeto de este proyecto se diseña bajo las siguientes premisas y restricciones técnicas:

- En las instalaciones de usuarios finales, los niveles de señal se encuentren por encima de los -65 dBm con una relación señal ruido de más de 18 dBm asumiendo un espectro radioeléctrico prácticamente libre.
- En el caso de radioenlaces PtP, los niveles de señal recibidos en cada extremo se deberán encontrar entorno a los -60 dBm o mejor.
- La capacidad de ancho de banda máxima suministrada a los usuarios sea de al menos 100 Mbps.

Los principios básicos de diseño con los que se ha trabajado son los que siguen:

- Capilaridad. Se pretende que este diseño proporcione al municipio una red de conectividad lo más extensa posible, de forma que los servicios que se ofrezcan a través de esta red sean disfrutados por la mayor parte posible de los vecinos.
- Escalabilidad. Se pretende realizar un diseño con la previsión y capacidad suficiente para posibles ampliaciones futuras sin que estas requieran de realizar un nuevo despliegue y sea suficiente con adaptaciones o reconfiguraciones del ya ejecutado.
- Calidad y fiabilidad. Se pretende que este diseño permita ofrecer un servicio de calidad fiable a los usuarios de este. Por tanto, se realiza previendo y minimizando posibles incidencias además de disminuyendo los tiempos de actuación sobre las mismas.

Por tanto, las consideraciones finales serán:

- Se empleará tecnología WiMax 802.16 fijo para dotar de conectividad a los usuarios finales en sus viviendas.
- Se empleará tecnología WiFi en la banda de 5, 24 y/o 60 GHz para las conexiones PtP
- Se empleará cableado cat5e o superior en todo momento
- Toda la electrónica de red troncal deberá soportar VLANs

- Todas las instalaciones de red troncal se realizarán con sistemas de alimentación ininterrumpida suficientes para garantizar el servicio durante, al menos, 4 horas tras la pérdida de energía eléctrica en la red.
- Se intenta en todo momento homogeneizar las instalaciones, tanto en materiales como en equipamiento y etiquetados
- Todos los elementos de red y cableado deberán estar correctamente etiquetados para su fácil reconocimiento.

Se ha establecido la ubicación de los nodos de forma que:

- Se reutilicen el máximo posible de infraestructuras existentes para agilizar el despliegue sin necesidad de acometer obra civil.
- Se dote de la máxima cobertura posible al municipio atendiendo a sus características geográficas.
- Se aproveche siempre que sea posible la existencia de conexión a la red eléctrica.

4.2 Zonas de influencia y usuarios serviables

Se pretende según especificaciones del promotor dotar de conectividad al mayor número posible de *masías*, establecimiento hoteleros y de turismo activo, así como lugares de interés cultural en el municipio. Para ello es necesario cubrir prácticamente la totalidad del término. Se define zona de influencia al área geográfica que se estima será servicable según diseño. Al no contar con capas de, por ejemplo, arboreda para la simulación y dada la naturaleza de la tecnología, es posible que en algún caso concreto la conectividad del usuario final no sea posible, aunque a priori en simulación sí lo sea. Se muestran en este apartado las zonas de influencia del despliegue.

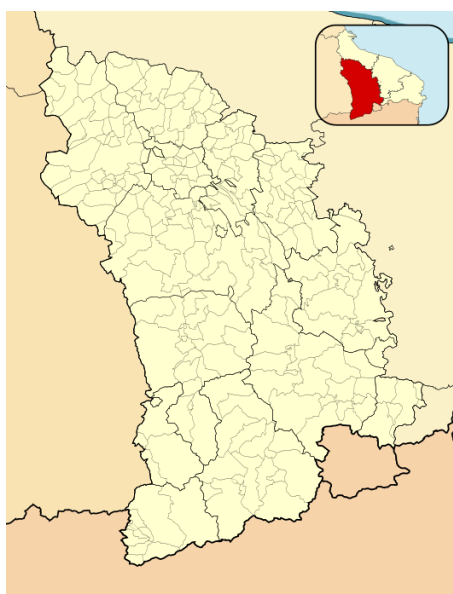


Figura I. Situación Gral. del municipio.

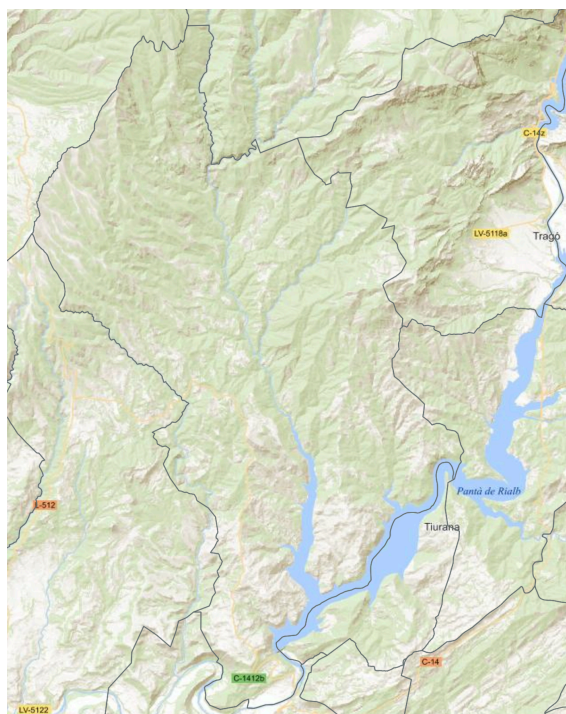


Figura II. Término municipal.

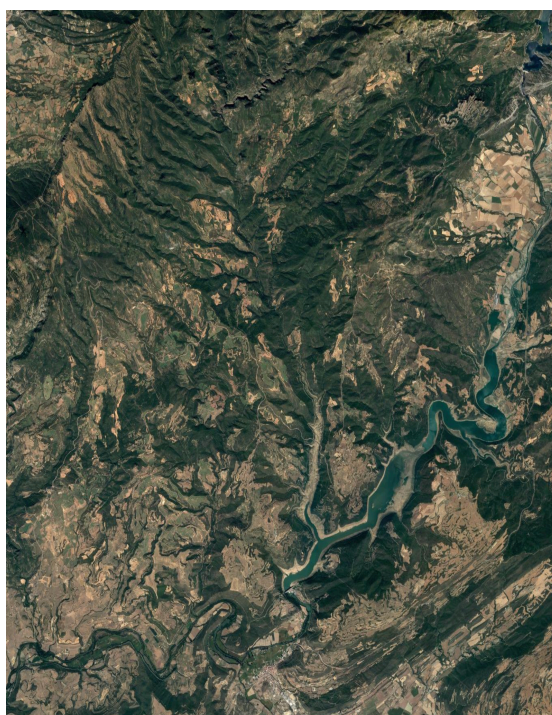


Figura III. Término municipal, vista satèl·lite

Se muestran a continuación la ubicación en un mapa físico las *masías*, establecimientos turísticos y lugares de interés cultural que se han considerado serviables en la redacción de este proyecto. Se proporciona junto con este documento un archivo digital .kmz con las, coordenadas y demás metadatos sobre la ubicación de estas.

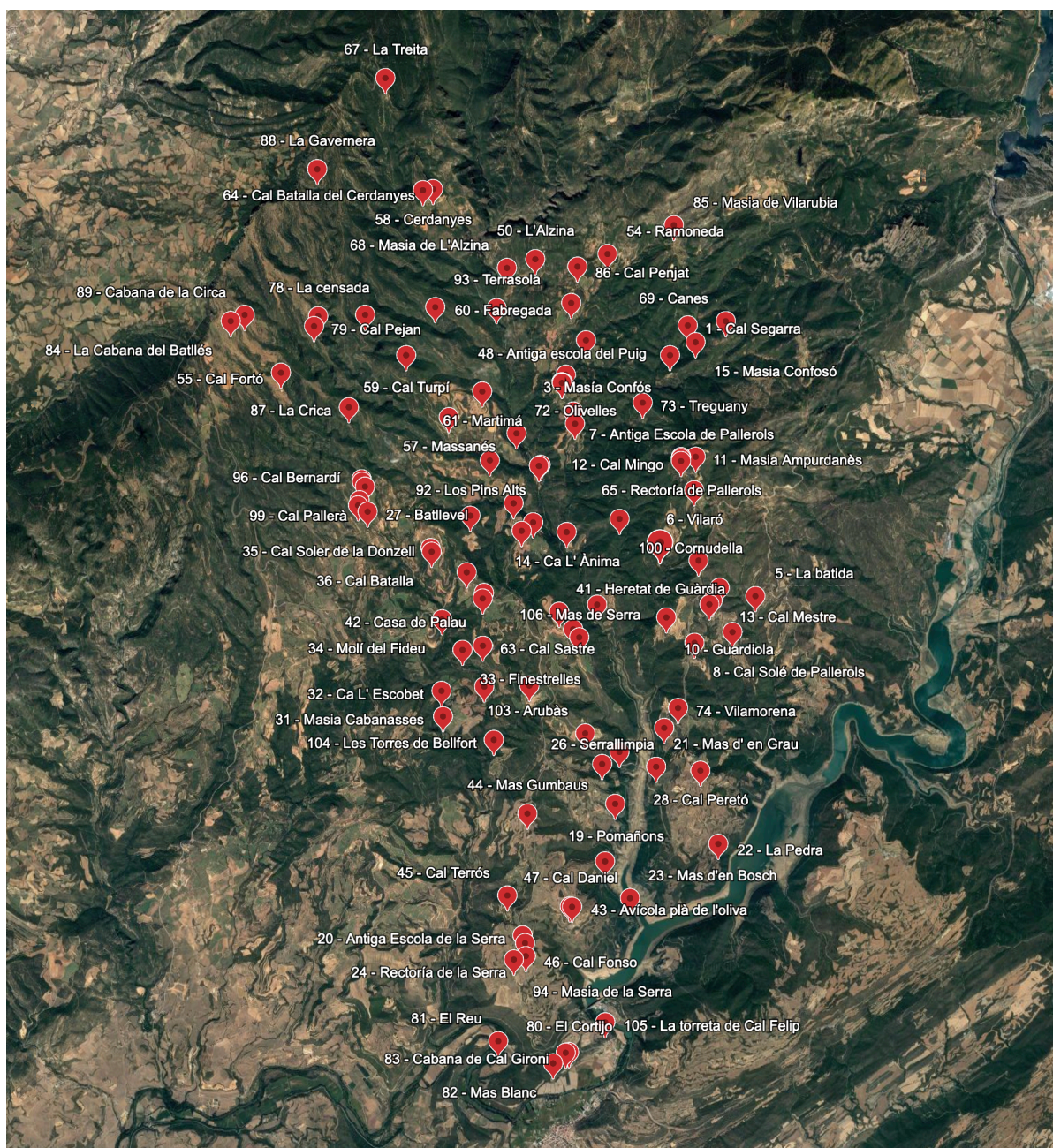


Figura IV. Ubicació geogràfica de les *masias* serviables.

4.2.1 Zonas de influencia / cobertura

Según las simulaciones realizadas, las zonas de influencia, sobre un mapa físico serían las siguientes. Al igual que para la ubicación de las *masias*, se adjunta archivo digital con la capa de influencia según simulación.

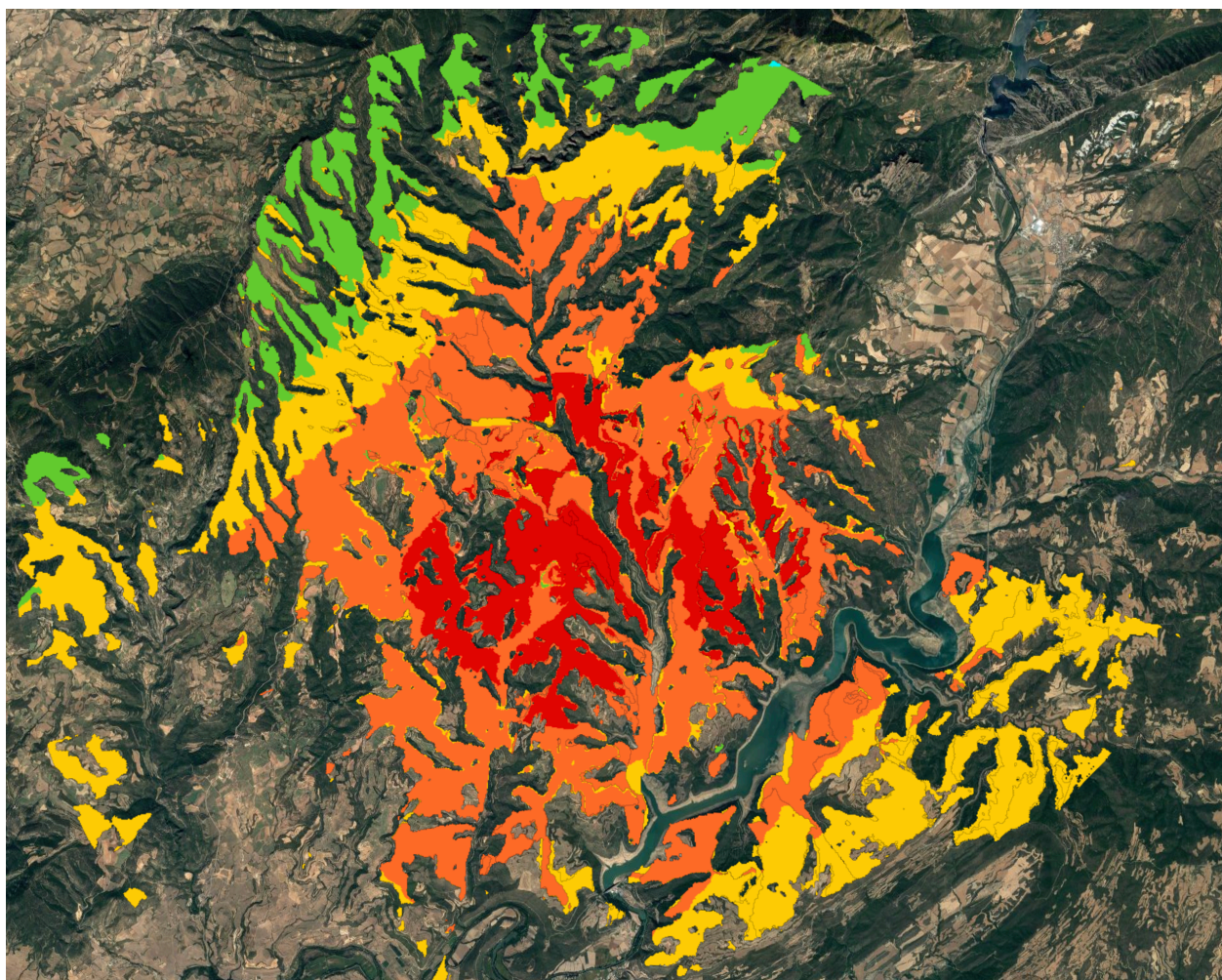


Figura V. Zonas de influencia.

En la figura anterior se puede ver en una escala de cuatro colores el nivel de intensidad esperado de la señal recibida por los respectivos usuarios. Esta escala, de mejor a peor, es la siguiente:

- **Rojo:** Señal fuerte
- **Naranja:** Señal moderadamente fuerte
- **Amarillo:** Señal moderadamente débil
- **Verde:** Señal débil

Esta misma imagen, superpuesta con las distintas masías, quedaría de la siguiente forma:

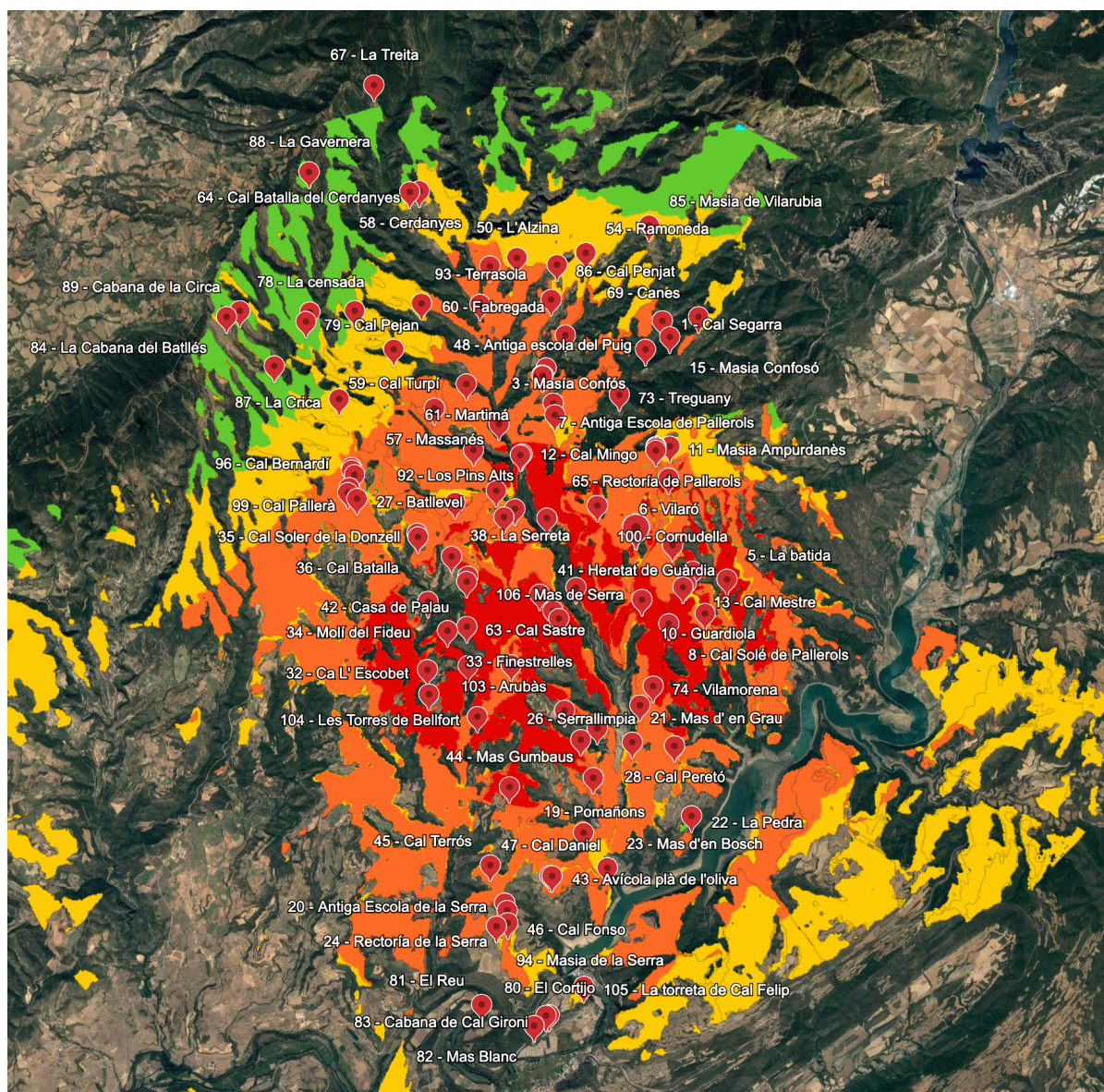


Figura VI. Superposició *masías*-influencia.

Como se puede apreciar, la inmensa mayoría de ubicaciones serviables, tras el diseño realizado, se encuentran en zonas con señales aceptables. Esto permitirá que la práctica totalidad de establecimientos hoteleros, lugares de interés cultural y de turismo activo disfruten de un servicio de conectividad suficiente para las necesidades personales y profesionales de forma que dichos establecimientos y oferta cultural pueda incrementar el número de usuarios que reciben, puesto que la conectividad a Internet, hoy en día, ha dejado de ser un servicio demandado de forma opcional para convertirse en una necesidad de los usuarios.

El hecho de que alguna de las zonas definidas como serviables se encuentre en zonas de señal débil tan sólo condiciona el equipo a instalar en el domicilio del cliente, gracias al estándar elegido para la red de usuarios.

En cualquier caso, se prevé la posibilidad de conectar usuarios unos a través de otros realizando algún salto adicional no previsto en diseño.

4.3 Diagrama de red

Se dedica este apartado a, una vez estudiadas las necesidades de cobertura, aportar las ubicaciones escogidas para la instalación de los nodos centrales de red, así como las necesidades de instalación en cuanto a materiales y/o equipamiento en cada uno de ellos.

4.3.1 Topología

Para el desarrollo del Proyecto, se ha escogido por su capacidad de alcance y simplicidad una estructura en árbol como la que sigue, agrupando todos los servicios *core* de red en el ayuntamiento del municipio (Nodo 0) donde se cuenta con la capacidad de alojar y supervisar de forma adecuada dichos servicios de forma centralizada. También es adecuada, dada la topología de red la posibilidad de dotar el despliegue de conectividad a Internet a través del ayuntamiento que es servicable mediante servicios como FTTH o circuitos dedicados dada su cercanía a infraestructura de red existente de alguno de los mayores operadores de telecomunicaciones. Así, la topología y esquema de red quedará de la siguiente manera:

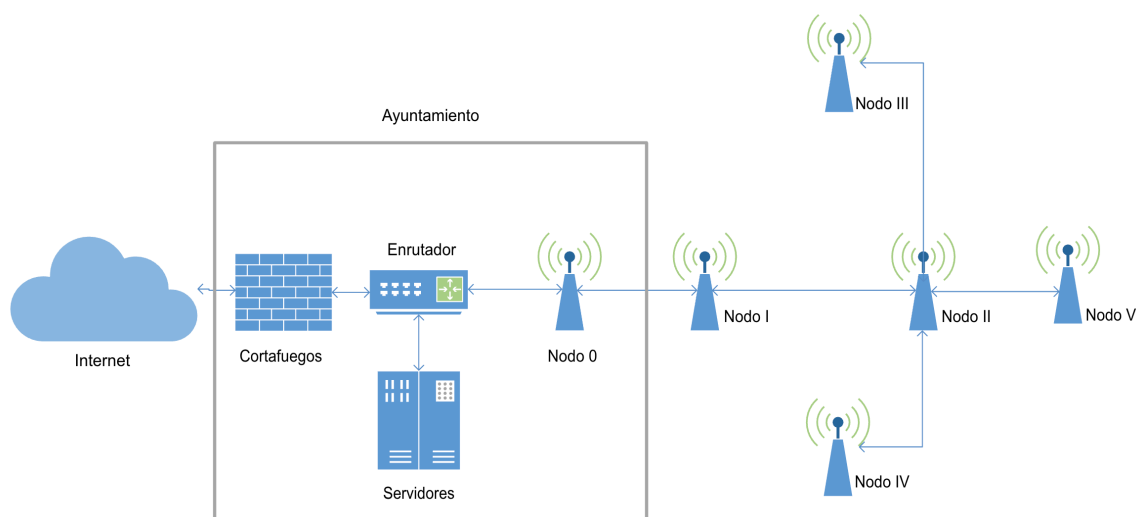


Figura VII. Topología de red.

Sobre un mapa físico, la ubicación de los nodos quedará de la siguiente manera:

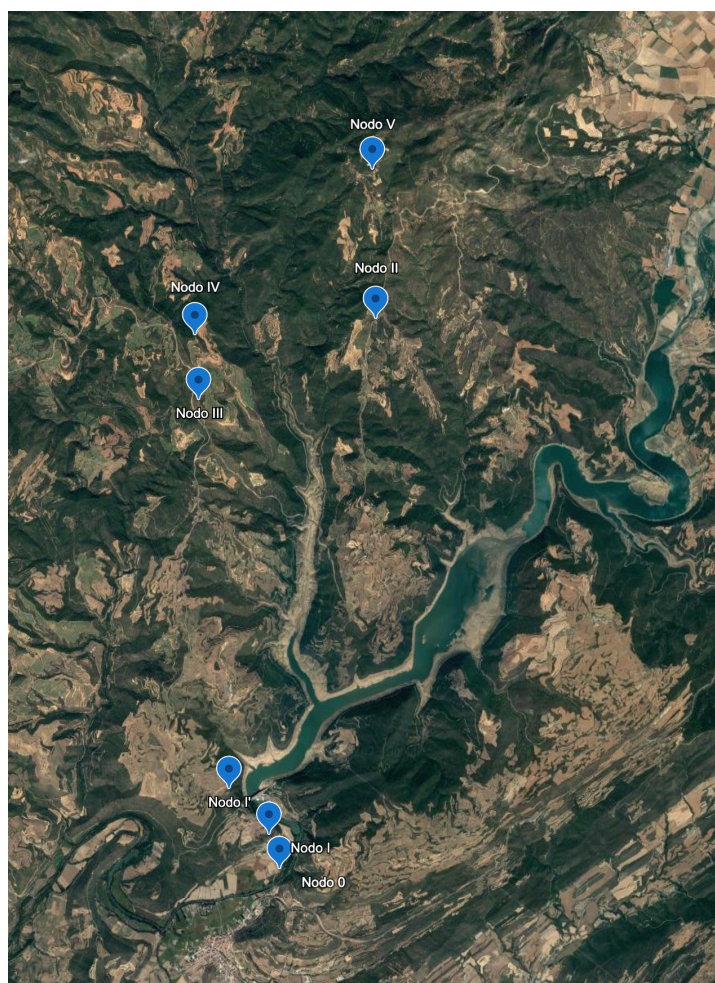


Figura VIII. Ubicación física nodos de red.

Como se puede apreciar en la imagen, existe un nodo (Nodo I') que no se encuentra contemplado en la topología de red. Esto es debido, como se justificará más adelante a que se contempla la posibilidad de que las simulaciones realizadas en el nodo I no sean factibles en la realidad, por lo que sería necesario desplazar la infraestructura existente en éste al alternativo por cuestiones de altura y línea de vista.

4.3.2 Nodos

En este subapartado se determina toda la infraestructura existente en los nodos en la actualidad, así como las necesidades de equipamiento e infraestructura a desplegar. Se definirán los enlaces necesarios, estaciones base, así como las alturas previstas de instalación y orientación de los equipos. En la medida de lo posible, se intentará estandarizar y homogeneizar los equipos y materiales necesarios. En todos los nodos salvo el 0, se instalarán equipos suficientes para dar cobertura 360°, esto, en la mayoría de los casos, implicará la instalación de dos estaciones base por nodo.

Todos los nodos en los que se prevé instalar infraestructura son de titularidad pública y/o se tiene disponibilidad de los terrenos.

4.3.2.1 Nodo 0

Como se describía anteriormente, el nodo 0 se emplaza en el ayuntamiento del municipio. Se

definen a continuació característiques físiques i equipament necessari.

Característiques del node:

Característica	Valor	Comentaris
Coordenades	41°55'40"N 1°11'54"E	
Altura (edificació)	8m	
Instal·lació elèctrica	Sí	Red elèctrica
Infraestructura existent	Sí	Mástil 3m. Reciclable.

Equips electrònics i ràdio que instal·lar en el node:

Equipament	Cantidad	Tipo
Estacions base	1	1xTipo A
Radioenlaces	1	1xTipo A
Enrutadores	3	2xTipo A, 1x Tipo B
Switches	1	1xTipo A

Infraestructura necessària que instal·lar en el node:

Infraestructura	Valor	Tipo	Comentario
Torre	Sí	Tipo A, 2 tramo	Altura total: ~15m
SAI	Si	Tipo B	
Alimentació elèctrica	No		Red elèctrica
Armario	Sí	Tipo B	

4.3.2.2 Nodo I

El node I se encuentra emplazado en un depósito de agua municipal a unos 800 metros en línea recta del ayuntamiento. Se definen a continuación características físicas y equipamiento necesario.

Característiques del node:

Característica	Valor	Comentaris
Coordenades	41°56'00"N 1°11'46"E	
Altura (edificació)	3m	
Instal·lació elèctrica	Sí	Red elèctrica

Infraestructura existente	No	
---------------------------	----	--

Equipos electrónicos y radio que instalar en el nodo:

Equipamiento	Cantidad	Tipo
Estaciones base	0	
Radioenlaces	2	2xTipo A
Enrutadores	1	1x Tipo B
Switches	1	1xTipo A

Infraestructura necesaria que instalar en el nodo:

Infraestructura	Valor	Tipo	Comentario
Torre	Si	Tipo B, 6 tramos	Altura total: ~22m
SAI	Si	Tipo B	
Alimentación eléctrica	No		Red eléctrica
Armario	Si	Tipo A	

4.3.2.3 Nodo I'

El nodo I' se establece como alternativa al nodo I en el caso en el que se determinen problemas de arboreda o similar que impidan la línea de vista. Se definen a continuación características físicas y equipamiento necesario.

Características del nodo:

Característica	Valor	Comentarios
Coordenadas	41°56'27"N 1°11'15"E	
Altura (edificación)	3m	
Instalación eléctrica	Si	Placas solares
Infraestructura existente	Si	Mástil 3m. Reciclable.

Equipos electrónicos y radio que instalar en el nodo:

Equipamiento	Cantidad	Tipo
Estaciones base	1	1xTipo A
Radioenlaces	2	2xTipo A
Enrutadores	1	1x Tipo B

Switches	1	1xTipo B
----------	---	----------

Infraestructura necesaria que instalar en el nodo:

Infraestructura	Valor	Tipo	Comentario
Torre	Sí	Tipo A, 2 tramos	Altura total: ~15m
SAI	Si	Tipo B	
Alimentación eléctrica	No		Red eléctrica
Armario	Sí	Tipo A	

4.3.2.4 Nodo II

El nodo II se encuentra emplazado en un depósito de agua municipal. Se definen a continuación características físicas y equipamiento necesario.

Características del nodo:

Característica	Valor	Comentarios
Coordenadas	42°00'54"N 1°13'07"E	
Altura (edificación)	3m	
Instalación eléctrica	Sí	Red eléctrica
Infraestructura existente	Sí	Torre 3m. Reciclable

Equipos electrónicos y radio que instalar en el nodo:

Equipamiento	Cantidad	Tipo
Estaciones base	2	2xTipo A
Radioenlaces	4	4xTipo A
Enrutadores	1	1x Tipo B
Switches	1	1xTipo A

Infraestructura necesaria que instalar en el nodo:

Infraestructura	Valor	Tipo	Comentario
Torre	Sí	Tipo A, 3 tramos	Altura total: ~15m
SAI	Si	Tipo B	
Alimentación eléctrica	No		Red eléctrica

Armario	Sí	Tipo A	
---------	----	--------	--

4.3.2.5 Nodo III

El nodo III se encuentra emplazado en una caseta destinada al uso de vigilancia forestal. Se definen a continuación características físicas y equipamiento necesario.

Características del nodo:

Característica	Valor	Comentarios
Coordenadas	42°00'08"N 1°10'52"E	
Altura (edificación)	3m	
Instalación eléctrica	Sí	Placas solares
Infraestructura existente	Sí	Torre 3m. Reciclable.

Equipos electrónicos y radio que instalar en el nodo:

Equipamiento	Cantidad	Tipo
Estaciones base	2	2xTipo A
Radioenlaces	1	1xTipo A
Enrutadores	1	1x Tipo B
Switches	1	1xTipo A

Infraestructura necesaria que instalar en el nodo:

Infraestructura	Valor	Tipo	Comentario
Torre	No		Altura total: ~6m
SAI	Si	Tipo B	
Alimentación eléctrica	No		Placas solares
Armario	Sí	Tipo B	

4.3.2.6 Nodo IV

El nodo I se encuentra emplazado en un depósito de agua municipal. Se definen a continuación características físicas y equipamiento necesario.

Características del nodo:

Característica	Valor	Comentarios
Coordenadas	42°00'45"N 1°10'49"E	

Altura (edificación)	3m	
Instalación eléctrica	Sí	Red eléctrica
Infraestructura existente	Sí	Torre 6m. Reciclable.

Equipos electrónicos y radio que instalar en el nodo:

Equipamiento	Cantidad	Tipo
Estaciones base	2	2xTipo A
Radioenlaces	1	1xTipo A
Enrutadores	1	1x Tipo B
Switches	1	1xTipo A

Infraestructura necesaria que instalar en el nodo:

Infraestructura	Valor	Tipo	Comentario
Torre	Sí	Tipo A, 1 tramo	Altura total: ~15m
SAI	Si	Tipo B	
Alimentación eléctrica	No		Red eléctrica
Armario	Sí	Tipo A	

4.3.2.7 Nodo V

El nodo I se encuentra emplazado en un depósito de agua municipal. Se definen a continuación características físicas y equipamiento necesario.

Características del nodo:

Característica	Valor	Comentarios
Coordenadas	42°02'18"N 1°13'04"E	
Altura (edificación)	3m	
Instalación eléctrica	Sí	Red eléctrica
Infraestructura existente	Sí	Torre 6m. Reciclable.

Equipos electrónicos y radio que instalar en el nodo:

Equipamiento	Cantidad	Tipo
--------------	----------	------

Estaciones base	1	1xTipo A
Radioenlaces	1	1xTipo A
Enrutadores	1	1x Tipo B
Switches	1	1xTipo A

Infraestructura necesaria que instalar en el nodo:

Infraestructura	Valor	Tipo	Comentario
Torre	Sí	Tipo A, 1 tramo	Altura total: ~15m
SAI	Si	Tipo B	
Alimentación eléctrica	No		Red eléctrica
Armario	Si	Tipo A	

4.4 Simulación de radioenlaces

Se destina este apartado a la definición de ciertos parámetros relevantes a la instalación y puesta en marcha de los radioenlaces. También se arroja el resultado de las simulaciones realizadas.

Las definiciones relevantes son las siguientes:

- **Maestro:** Se define como el radioenlace de la pareja que forma una conexión PtP más cercano al *core* de la red en términos de cantidad de equipos por los que tiene que pasar el tráfico que se curse en dirección descendente.
- **Esclavo:** Se define como el radioenlace de la pareja que forma una conexión PtP más lejano al *core* de la red en términos de cantidad de equipos por los que tiene que pasar el tráfico que se curse en dirección descendente.
- **Ancho de banda:** Se refiere a la capacidad agregada (subida y bajada) de cursar tráfico de un radioenlace.
- **Escenario desfavorable:** Se refiere a la previsión que se obtiene de la simulación en el supuesto de lluvias torrenciales (8 mm/hora).
- **Azimut:** Se refiere a la orientación con respecto al Norte.
- **Tilt:** Se refiere a la inclinación vertical con respecto a la horizontalidad.
- **Línea de vista:** Hace referencia a la línea recta entre dos equipos y la distancia al suelo de ésta.
- **Línea de fresnel:** Se refiere a una región elipsoidal alrededor de la línea de visión directa entre dos antenas que están estableciendo una comunicación inalámbrica.

4.4.1 Radioenlace I

Se define el radioenlace I como la conexión PtP entre el nodo 0 y el nodo I.

4.4.1.1 Parámetros previstos

Característica	Valor
Señal esperada (maestro/esclavo)	-22 dBm / -22 dBm
Capacidad de ancho de banda prevista	2700 Mbps
Señal esperada en escenario desfavorable (maestro/esclavo)	-25 dBm / -25 dBm
Capacidad de ancho de banda prevista en escenario desfavorable	2700 Mbps
Distancia	646,7 m
Orientación maestro (azimut / tilt / altura)	343°N / 4.34° / 12 m
Orientación esclavo (azimut / tilt / altura)	163°S/-4.34°/12 m

4.4.1.2 Líneas de Fresnel

Característica	Valor
Altura mínima línea de vista	12 m
Altura mínima línea de fresnel	12 m

La representación gráfica del radioenlace y la cartografía del terreno pertinente quedará de la siguiente manera:

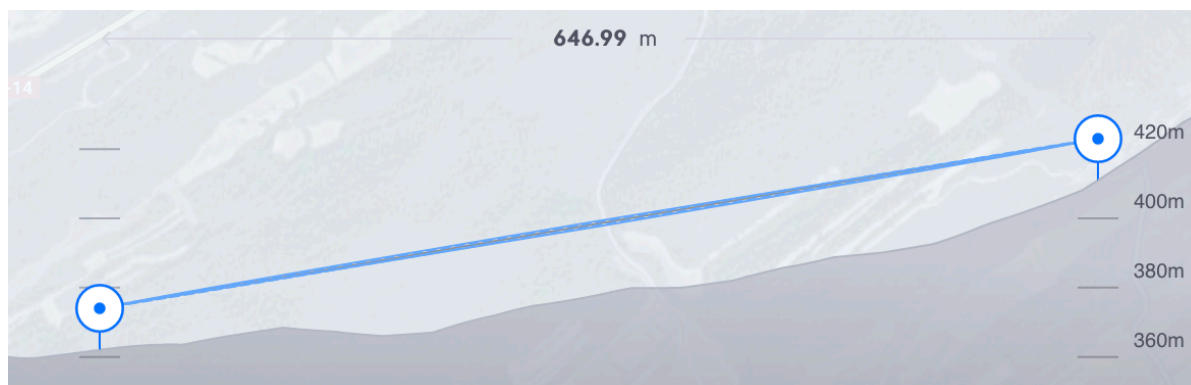


Figura IX. Simulación radioenlace I.

4.4.2 Radioenlace II

Se define el radioenlace I como la conexión PtP entre el nodo I y el nodo II.

4.4.2.1 Parámetros previstos

Característica	Valor
----------------	-------

Señal esperada (maestro/esclavo)	-59 dBm / -59 dBm
Capacidad de ancho de banda prevista	1952 Mbps
Señal esperada en escenario desfavorable (maestro/esclavo)	-62 dBm / -62 dBm
Capacidad de ancho de banda prevista en escenario desfavorable	1952 Mbps
Distancia	9.3 km
Orientación maestro (azimut / tilt / altura)	12°N / 1,69° / 22 m
Orientación esclavo (azimut / tilt / altura)	192°S / -1,77° / 10 m

4.4.2.2 Líneas de Fresnel

Característica	Valor
Altura mínima línea de vista	3.7 m
Altura mínima línea de fresnel	2.9 m

La representación gráfica del radioenlace y la cartografía del terreno pertinente quedará de la siguiente manera:

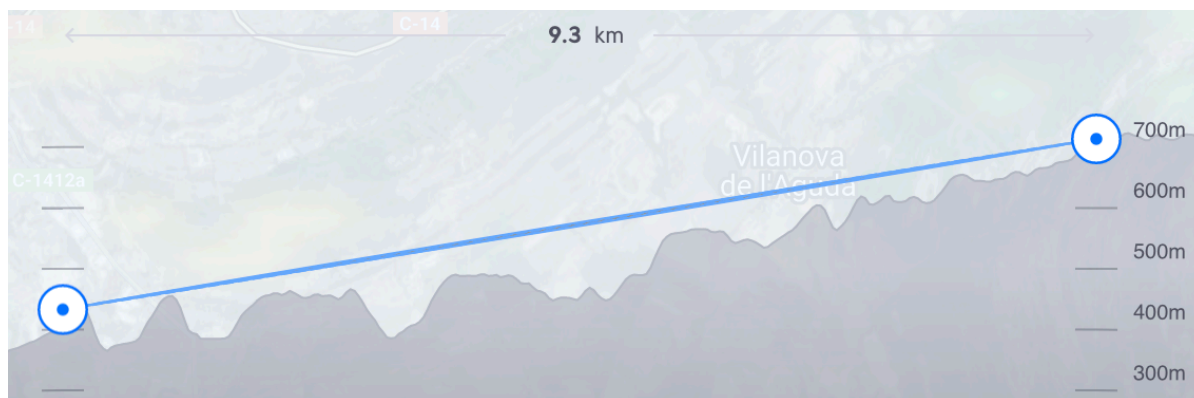


Figura X. Simulación radioenlace II.

4.4.3 Radioenlace III

Se define el radioenlace II como la conexión PtP entre el nodo II y el nodo III.

4.4.3.1 Parámetros previstos

Característica	Valor
Señal esperada (maestro/esclavo)	-46 dBm / -46 dBm
Capacidad de ancho de banda prevista	1952 Mbps

Señal esperada en escenario desfavorable (maestro/esclavo)	-46 dBm / -46 dBm
Capacidad de ancho de banda prevista en escenario desfavorable	1952 Mbps
Distancia	3,42 km
Orientación maestro (azimut / tilt / altura)	245°W / 0,14° / 12 m
Orientación esclavo (azimut / tilt / altura)	65°E / -0,17° / 12 m

4.4.3.2 Líneas de Fresnel

Característica	Valor
Altura mínima línea de vista	3,9 m
Altura mínima línea de fresnel	3,6 m

La representación gráfica del radioenlace y la cartografía del terreno pertinente quedará de la siguiente manera:

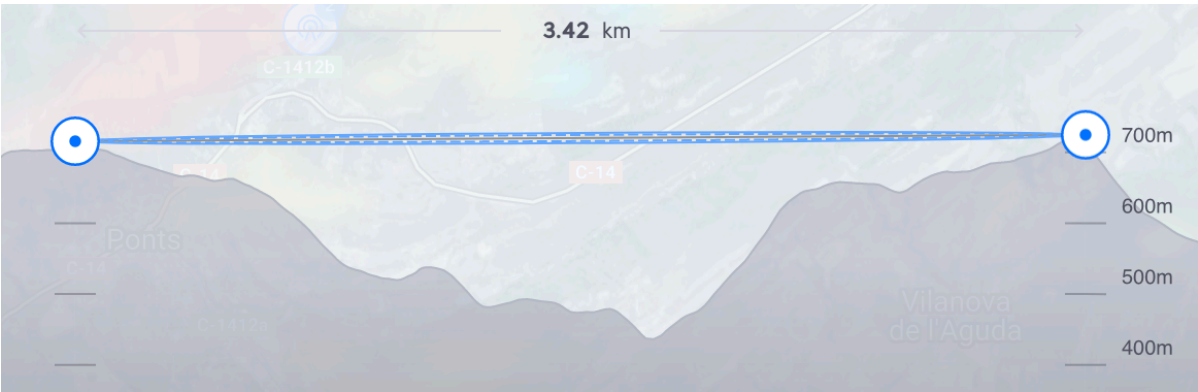


Figura X. Simulación radioenlace III.

4.4.4 Radioenlace IV

Se define el radioenlace III como la conexión PtP entre el nodo II y el nodo IV.

4.4.4.1 Parámetros previstos

Característica	Valor
Señal esperada (maestro/esclavo)	-35 dBm / -35 dBm
Capacidad de ancho de banda prevista	2700 Mbps
Señal esperada en escenario desfavorable (maestro/esclavo)	-39 dBm / -39 dBm

Capacidad de ancho de banda prevista en escenario desfavorable	2700 Mbps
Distancia	3,18 km
Orientación maestro (azimut / tilt / altura)	-265°W / 0,36° / 12 m
Orientación esclavo (azimut / tilt / altura)	85°E / -0,39° / 12 m

4.4.4.2 Líneas de Fresnel

Característica	Valor
Altura mínima línea de vista	11,1 m
Altura mínima línea de fresnel	10,6 m

La representación gráfica del radioenlace y la cartografía del terreno pertinente quedará de la siguiente manera:

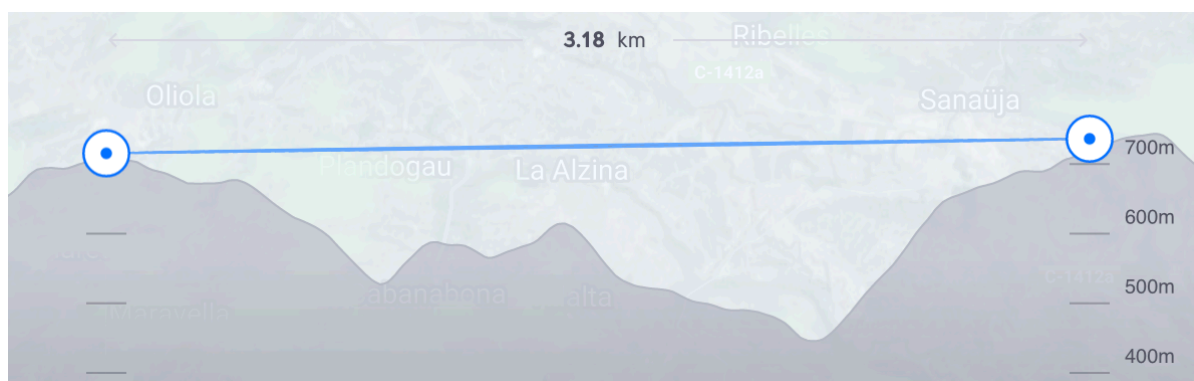


Figura X. Simulación radioenlace IV.

4.4.5 Radioenlace V

Se define el radioenlace III como la conexión PtP entre el nodo II y el nodo V.

4.4.5.1 Parámetros previstos

Característica	Valor
Señal esperada (maestro/esclavo)	-33 dBm / -33 dBm
Capacidad de ancho de banda prevista	2700 Mbps
Señal esperada en escenario desfavorable (maestro/esclavo)	-37 dBm / -37 dBm
Capacidad de ancho de banda prevista en escenario desfavorable	2700 Mbps

Distancia	2.61 km
Orientación maestro (azimut / tilt / altura)	359°N / 3,42° / 12 m
Orientación esclavo (azimut / tilt / altura)	179°S / -3,44° / 12 m

4.4.5.2 Líneas de Fresnel

Característica	Valor
Altura mínima línea de vista	12,9 m
Altura mínima línea de fresnel	12,6 m

La representación gráfica del radioenlace y la cartografía del terreno pertinente quedará de la siguiente manera:

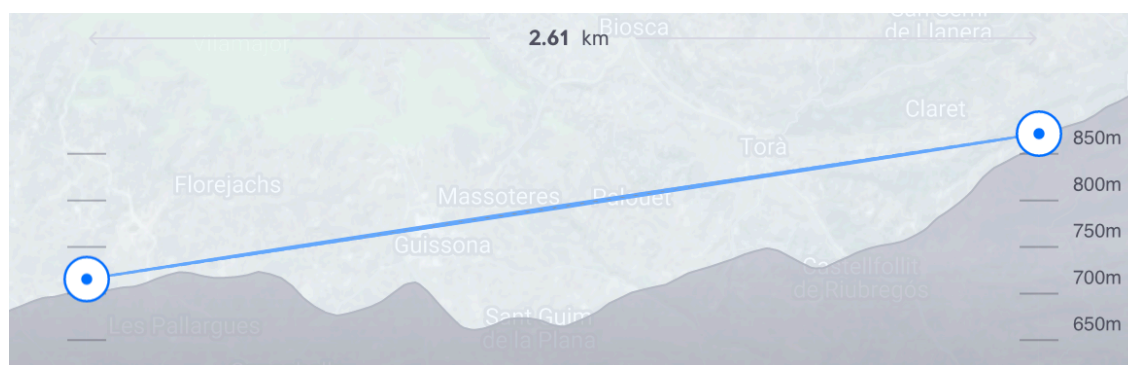


Figura XI. Simulación radioenlace V.

4.5 Servicios fuera de la zona de influencia

Existen ubicaciones establecidas como serviciables que son tremendamente complejas de conectar a la red de forma estándar debido a las características del terreno, algunas se encuentran «encajonadas» en un barranco o presentan a su alrededor una orografía difícil de sortear. Se contempla en esos casos, a través de la colaboración de los vecinos, alojamientos turísticos y ubicaciones serviciadas, llegar a dichas zonas remotas conectando enlaces punto a punto de menor capacidad.

5 MEDIDAS AMBIENTALES

5.1 Gestión de residuos

- Ley vigente es el Real Decreto Legislativo 1/2009, de 21 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley Reguladora de los residuos.
- Decreto 89/2010, de 29 de junio, por el que se aprueba el Programa de gestión de residuos de la Construcción de Cataluña (PROGROC), por el que se regula la producción controlada de los residuos de la construcción.

5.2 DNSH – Do Not Significant Harm

Etiquetaje climático y digital aplicable:

Política del PRTR al que pertenece la actividad	Política Palanca 5 del PRTR "Modernización y digitalización del tejido industrial y de la PYME, recuperación del turismo e impulso en una España nación emprendedora"
Componentes del PRTR al que pertenece la actividad	Componente 14 del PRTR "Pla modernització i competitivitat de sector turístic"
Medida (Reforma o Inversión)	Inversión 1 "Transformació del model turístic cap a la sostenibilitat"
Título del PSTD	Plan de Sostenibilidad Turística en Destino Consorcio Segre Rialb: Destino náutico de interior
Título de la actuación del PSTD y EIX	Actuación 12 "Mejora de la conectividad red WIFI en la Baronia de Rialb para mejorar la experiencia del turista" del Eje 3 "Transición digital" del PSTD 2021.
Etiquetado asignado a la medida	No aplica
Porcentaje de contribución a objetivos climáticos (%)	0%
Porcentaje de contribución a objetivos medioambientales (%)	0%

Política del PRTR al que pertenece la actividad	Política Palanca 5 del PRTR "Modernització i digitalització del teixit industrial i de la PYME, recuperació del turisme i impuls a una Espanya nació emprendedora"
Componentes del PRTR al que pertenece la actividad	Componente 14 del PRTR "Pla modernització i competitivitat de sector turístic"
Medida (Reforma o Inversión)	Inversión 1 "Transformació del model turístic cap a la sostenibilitat "
Título del PSTD	Plan de Sostenibilidad Turística en Destino Consorci Segre Rialb: Destino náutico de interior
Título de la actuación del PSTD y EIX	Actuación 12 "Mejora de la conectividad red WIFI en la Baronía de Rialb para mejorar la experiencia del turista" del Eje 3 "Transición digital" del PSTD 2021.
Etiquetado asignado a la medida según CoFFEE	011 - Soluciones de TIC para la Administración, servicios electrónicos, aplicaciones
Porcentaje de contribución a objetivos digitales (%) de acuerdo con el etiquetado asignado a la medida	100%

El proyecto cumple con las obligaciones en materia medioambiental, así como las obligaciones asumidas en materia de etiquetado verde.

El proyecto cumple con el principio de «no causar un perjuicio significativo al medio ambiente» (principio de no significativo harm - DNSH) a los seis objetivos medioambientales en el sentido del artículo 17 del reglamento (UE) 2020/852 y, en su caso, el etiquetado climático y digital, de acuerdo con lo que se prevé en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, aprobado por Consejo de Ministros el 27 de abril de 2021 y por el Reglamento (UE) núm. 2021/241 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de febrero de 2021, por el que se establece el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia, así como con lo requerido en la Decisión de Ejecución del Consejo relativa a la aprobación de la evaluación del plan de recuperación y resiliencia de España.

Las actividades que se desarrollan no ocasionan un perjuicio significativo a los siguientes objetivos medioambientales, según el artículo 17 del Reglamento (UE) 2020/852 relativo al establecimiento de un marco para facilitar las inversiones sostenibles mediante la implantación de un sistema de clasificación (o taxonomía) de las actividades económicas medioambientales sostenibles:

- Mitigación del cambio climático.
- Adaptación al cambio climático.
- Uso sostenible y protección de los recursos hídricos y marinos.
- Economía circular, incluyendo la prevención y reciclaje de residuos.
- Prevención y control de la contaminación en la atmósfera, el agua o el suelo.
- Protección y restauración de la biodiversidad y ecosistemas.

- b) Las actividades se adecuan, en su caso, a las características fijadas para la medida y submedida del componente y reflejadas en el Plan de recuperación, transformación y resiliencia.
- c) Las actividades que se desarrollen en el proyecto cumplirán con la normativa medioambiental vigente que sea de aplicación.
- d) Las actividades que se desarrollan no están excluidas para la financiación por el Plan de recuperación, transformación y resiliencia de acuerdo con la Guía técnica sobre la aplicación del principio "no causar un perjuicio significativo" en virtud del Reglamento relativo al Mecanismo de Recuperación y Resiliencia (2021/C 58/01), en la Propuesta de Decisión de ejecución del Consejo relativa a la aprobación de la evaluación del plan de recuperación y resiliencia de España y en su anexo.
- e) Las actividades que se desarrollen no causarán efectos directos sobre el medio ambiente, ni efectos indirectos primarios en todo su ciclo de vida, entendiendo como tales los que puedan materializarse una vez realizada la actividad.

El cumplimiento del DNSH incluye también el cumplimiento de las condiciones específicas previstas en el Componente 14, y en la Inversión 1 en la que se enmarcan estos proyectos, tanto en lo que se refiere al principio DNSH, como al etiquetado climático y digital.

La entidad contratante garantizará, en todas las actuaciones que lleve a cabo en ejecución del contrato, el pleno cumplimiento del principio de «no causar perjuicio significativo al medio ambiente» (principio de no significativo harm - DNSH) y, en su caso, el etiquetado climático y digital, de acuerdo con lo que se prevé en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, aprobado por Consejo de Ministros el 27 de abril de 2021 y por el Reglamento (UE) núm. 2021/241 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de febrero de 2021, por el que se establece el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia, así como con lo requerido en la Decisión de Ejecución del Consejo relativa a la aprobación de la evaluación del plan de recuperación y resiliencia de España.

6 ANEXOS

Se describe en este capítulo los tipos de equipamiento mencionados en el capítulo 4 así como se aportan hojas de especificaciones de ejemplo de equipos que cumplen con las especificaciones del diseño.

6.1 Tipos de equipo, materiales e instalaciones

6.1.1 Estaciones base

6.1.1.1 Tipo A

Estaciones base WiMax 802.16 fijo con capacidad neta agregada de al menos 240 Mbps.

Hoja especificaciones ejemplo adjunta equipo Albentia modelo AXS-BS-850-N.

6.1.2 Radioenlaces

6.1.2.1 Tipo A

Radioenlace de alta capacidad en la banda de 60 GHz con respaldo en 5 GHz para condiciones climáticas extremadamente adversas.

Hoja especificaciones ejemplo adjunta equipo Ubiquiti modelo AF60XR.

6.1.3 Enrutadores

6.1.3.1 Tipo A

Routers core con las capacidades mencionadas en el capítulo 3.

Hoja especificaciones ejemplo adjunta. Mikrotik modelo RB4011.

6.1.3.2 Tipo B

Enrutadores con AP WiFi integrado para acceso inalámbrico a la red in situ.

Hoja especificaciones ejemplo adjunta. TPLink modelo Archer C6.

6.1.4 Switch

6.1.4.1 Tipo A

Conmutador de red con 8 tomas de red Gigabit y capacidad de soporte VLANs según se ha descrito en este documento.

Hoja especificaciones ejemplo adjunta equipo Ubiquiti modelo Lite 8 PoE

6.1.5 Torres

6.1.5.1 Tipo A

Torres autoportantes según descripción. Altura máxima 26m.

Hoja especificaciones ejemplo adjunta. Televés 180

6.1.5.2 Tipo B

Torres autoportantes según descripción. Altura máxima 57m.

Hoja especificaciones ejemplo adjunta. Televés 360

6.1.6 SAI

6.1.6.1 Tipo B

Sistema alimentación ininterrumpida con capacidad de al menos 3 horas de funcionamiento tras corte de suministro. Incluyendo batería correspondiente.

Hoja especificaciones ejemplo adjunta. CyberPower CPS600E

6.1.7 Armario

6.1.7.1 Tipo A

Armario rack de interior de al menos 8 Us

6.1.7.2 Tipo B

Armario PVC exterior con capacidad suficiente para alojar el equipamiento electrónico y eléctrico instalado, así como con certificación IP66 o superior.

Mediciones y presupuesto

Índice	ii
1 Equipos electrónicos	1
2 Instalaciones de cliente	3
3 Infraestructura	5
4 Mano de obra	7
5 Totales	9

1 EQUIPOS ELECTRÓNICOS

Se destina este capítulo a numerar y estimar el coste de adquisición de los equipos electrónicos necesarios para el proyecto de despliegue según se han descrito en la memoria.

Descripción	Cantidad	Importe unitario Base imponible [€]	Importe unitario IVA [€]	Importe unitario Total [€]	Importe Total Base imponible [€]	Importe Total IVA [€]	Importe Total [€]
Estación base – radio [uds]	8	2429,08	510,11	2939,19	19432,66	4080,86	23513,52
Estación base - antena [uds]	16	340,02	71,40	411,42	5440,26	1142,46	6582,72
Estación base – cable coaxial [m]	320	2,57	0,54	3,11	822,48	172,72	995,20
Radioenlace [uds]	10	931,27	195,57	1126,84	9312,73	1955,67	11268,40
Enrutador core [uds]	2	158,08	33,20	191,28	316,17	66,39	382,56
Enrutador WiFi [uds]	6	50,73	10,65	61,38	304,36	63,92	368,28
Conmutadores de red [uds]	6	108,90	22,87	131,77	653,40	137,22	790,62

2 INSTALACIONES DE CLIENTE

En previsión de las instalaciones de usuario existentes en la actualidad, en este capítulo se detallan los montos relevantes en cuanto a la migración de los usuarios de la actual red a la nueva desarrollada en este proyecto.

Descripción	Cantidad	Importe unitario Base imponible [€]	Importe unitario IVA [€]	Importe unitario Total [€]	Importe Total Base imponible [€]	Importe Total IVA [€]	Importe Total [€]
CPE + PoE básico [uds]	50	266,50	55,97	322,47	13325,21	2798,29	16123,50
Cableado UTP [m]	1000	0,83	0,17	1,00	826,45	173,55	1000,00
CPE PoE alta ganancia [uds]	50	266,50	55,97	322,47	13325,21	2798,29	16123,50
Antena alta ganancia [uds]	50	41,50	8,71	50,21	2074,79	435,71	2510,50
CPE - Cable coaxial prefabricado 10m. [uds]	50	5,76	1,21	6,97	288,02	60,48	348,50
Router WiFi	100	50,73	10,65	61,38	5072,73	1065,27	6138,00

3 INFRAESTRUCTURA

Se refiere este capítulo a los importes destinados a la infraestructura necesaria para el despliegue del proyecto, es decir, todo aquél material no tecnológico y accesorio para la instalación de la red.

Descripción	Cantidad	Importe unitario Base imponible [€]	Importe unitario IVA [€]	Importe unitario Total [€]	Importe Total Base imponible [€]	Importe Total IVA [€]	Importe Total [€]
Torres tipo A [uds]	7	67,76	14,23	81,99	474,32	99,61	573,93
Tores tipo B [uds]	6	289,80	60,86	350,66	1738,81	365,15	2103,96
SAI [uds]	6	176,78	37,12	213,90	1060,66	222,74	1283,40
Baterías [uds]	6	102,79	21,59	124,38	616,76	129,52	746,28
Armarios tipo A [uds]	5	164,00	34,44	198,44	820,00	172,20	992,20
Armarios tipo B [uds]	1	111,57	23,43	135,00	111,57	23,43	135,00
Cableado UTP [m]	1000	0,83	0,17	1,00	826,45	173,55	1000,00
Accesorios, tensores, tornillería, etc [nodos]	5	195,87	41,13	237,00	979,34	205,66	1185,00

4 MANO DE OBRA

Se refiere este capítulo a los importes relacionados con los recursos humanos para la instalación y puesta en marcha de la red diseñada.

Descripción	Cantidad	Importe unitario Base imponible [€]	Importe unitario IVA [€]	Importe unitario Total [€]	Importe Total Base imponible [€]	Importe Total IVA [€]	Importe Total [€]
Mano obra configuración y puesta en marcha [horas]	50	41,32	8,68	50,00	2066,12	433,88	2500,00
Mano obra instalación usuario [horas]	300	26,45	5,55	32,00	7933,88	1666,12	9600,00
Mano obra instalación troncal [horas]	360	33,06	6,94	40,00	11900,83	2499,17	14400,00

5 TOTALES

Se resumen en este capítulo los importes totales según apartado y se realiza el cálculo total del monto del proyecto.

Capítulo	Importe Total Base Imponible [€]	Importe Total IVA [€]	Importe Total [€]
1.- Equipos electrónicos	36282,07	7619,23	43901,30
2.- Instalaciones de usuario	34912,40	7331,60	42244,00
3.- Infraestructura	6627,91	1391,86	8019,77
4.- Mano de obra	21900,83	4599,17	26500,00

Y, por tanto, atendiendo todo lo visto anteriormente, el proyecto total se desarrolla con importe total:

Importe Total Base Imponible	99723,20 €
Importe Total IVA	20941,87 €
Importe Total	120665,07 €

Jorge Amor Perea