

Introducción

Bienvenido a Xirio

Contacto

Contenido

Empezar a Trabajar

Ventana Principal

Visor Cartográfico

¿Qué es un Estudio?

¿Cómo abrir un Estudio?

¿Cómo crear un Estudio?

¿Cómo calcular un Estudio?

¿Cómo abrir Resultados?

¿Cómo consultar el Nivel de Señal en un Punto?

¿Cómo crear Puntos de Interés?

Gestión de catálogo

Catálogo de Bandas de Frecuencia

Catálogo de Equipos de Radio

Catálogo de Antenas

Catálogo de Métodos

Catálogo de Feeders

Catálogo de Entornos de usuarios

Catálogo de Diccionarios de morfografía

Catálogo de Cables radiantes

Emplazamientos

Preferencias de Usuario

Usuario

General

Estudios

Estudios

Enlace

Sección Estudio

Sección Extremos

Sección Equipo

Modulaciones

Parámetros de Cálculo

Parámetros de Enlace

Parámetros del Método de Cálculo por la Rec. ITU-R P.530

Acciones del Estudio de Enlace

Resultado de Enlace

Visibilidad

Gráfica de Enlace

Informe de Vano Digital

Plano de Ruta

Informe de Interferencias (Opcional)

Acciones del Resultado de Enlace

Red de Transporte

Parámetros de Red de Transporte

Acciones de la Red de Transporte

Resultado de Red de Transporte

Asignación de Frecuencias

Cobertura

Parámetros del Estudio de Cobertura

- Acciones del Estudio de Cobertura
- Banda de frecuencias
- Transmisor
- Feeder
- Parámetros de Radio del Transmisor
- Elemento de Radio del Transmisor
- Antena
- Cable radiante
- Receptor
- Parámetros de Radio del Receptor
- Método de cálculo
- Rangos de Señal
- Cálculo de Estadísticas de Cobertura
- Resultado de Cobertura
- Cobertura Multitransmisor
 - Parámetros de Cobertura Multitransmisor
 - Área de Cálculo
 - Transmisor Deseado
 - Factor de Rechazo
 - Acciones de Cobertura Multitransmisor
 - Cálculo de Interferencias
 - Cálculo de Interferencia SFN
 - Modificaciones Comunes
 - Cálculo de Estadísticas de Cobertura Multitransmisor
 - Visualización de Ruta
 - Resultado de Cobertura Multitransmisor
 - Resultado de Nivel de Señal
 - Resultado de Mejor Servidor
 - Resultado de Solapamiento
 - Resultados de Capacidad LTE
 - Resultados de LTE
 - Resultados de UMTS
 - Resultados de 5G
 - Acciones del Resultado de Cobertura Multitransmisor
 - Configuración de Vecinas
 - Asignación de PCIs
 - Parámetros de movilidad
- Metodología Lineox
 - Metodología Lineox y Tareas Prometeo
 - Usuario Administrador
 - Usuario Proyectista
- Inventario
 - Gestión del Inventario de Enlaces
 - Exportaciones de Informes desde Inventario
 - Subir Modificación de Enlace a Inventario
 - Subir Nuevos Enlaces a Inventario
- Resultados
 - Gestión de Resultados
 - Cálculo de Estadísticas de Cobertura
 - Publicar Resultado
 - Usuarios de Visualización
 - Importar Resultados

Exportar Resultados

Utilidades

- Calculadora de Coordenadas
- Barra de Herramientas
- Puntos de Interés (POIs)
- Calcular Distancias
- Calcular Perfil
- Consultar Altitud en un Punto
- Imprimir
- Busqueda de Direcciones
- Herramienta de cartografía indoor
- Gestor de cartografía
- Gestor de capas WMS personalizadas

Cartografía y Planificación

- Capas de Cartografía
- Proceso de Planificación
 - Planificación de Redes de Acceso
 - Planificación de Radioenlaces
 - Radiodifusión
 - Parámetros de difusión
 - Comunicaciones Móviles
 - Comunicaciones Móviles 3G
 - Parámetros 3G
 - Parámetros 3G HSDPA / HSUPA
 - Parámetros UMTS/CDMA del Sector
 - Parámetros UMTS/CDMA del Terminal Móvil
 - Comunicaciones Móviles LTE
 - Características de LTE y LTE-A
 - Parámetros LTE del Sector
 - Parámetros del Planificador LTE
 - Curvas de Eficiencia Espectral
 - Parámetros LTE del Terminal Móvil
 - Entorno LTE
 - Usuarios fijos LTE
 - Parámetros de Usuario LTE
 - Parámetros de Capacidad LTE
 - Comunicaciones Móviles 5G
 - Características de 5G
 - Parámetros 5G del sector
 - Parámetros 5G del terminal Móvil
- Banda Ancha Inalámbrica

Métodos de Cálculo

- Rec. UIT-R P.526-11
- Rec. UIT-R P.526-15
- Deygout
- Línea de Vista
- Rec. UIT-R P.1546
- Okumura-Hata
- Okumura-Hata Modulado
- Xia-Bertoni
- Rec. UIT-R P.1411
- COST 231

SUI

Rec. UIT-R P.1812

Rec. UIT-R P.452

Rec. UIT-R P.530

Método Indoor

Curvas de Superficie

Rec. UIT-R P.1147

Rec. UIT-R P.528

Rec. UIT-R P.533

Métodos Milimétricas

Longley-Rice

Incompatibilidades

Incompatibilidades

Anexos

Formato de antenas Sirenet

Formato de emplazamientos

Formato de POIs

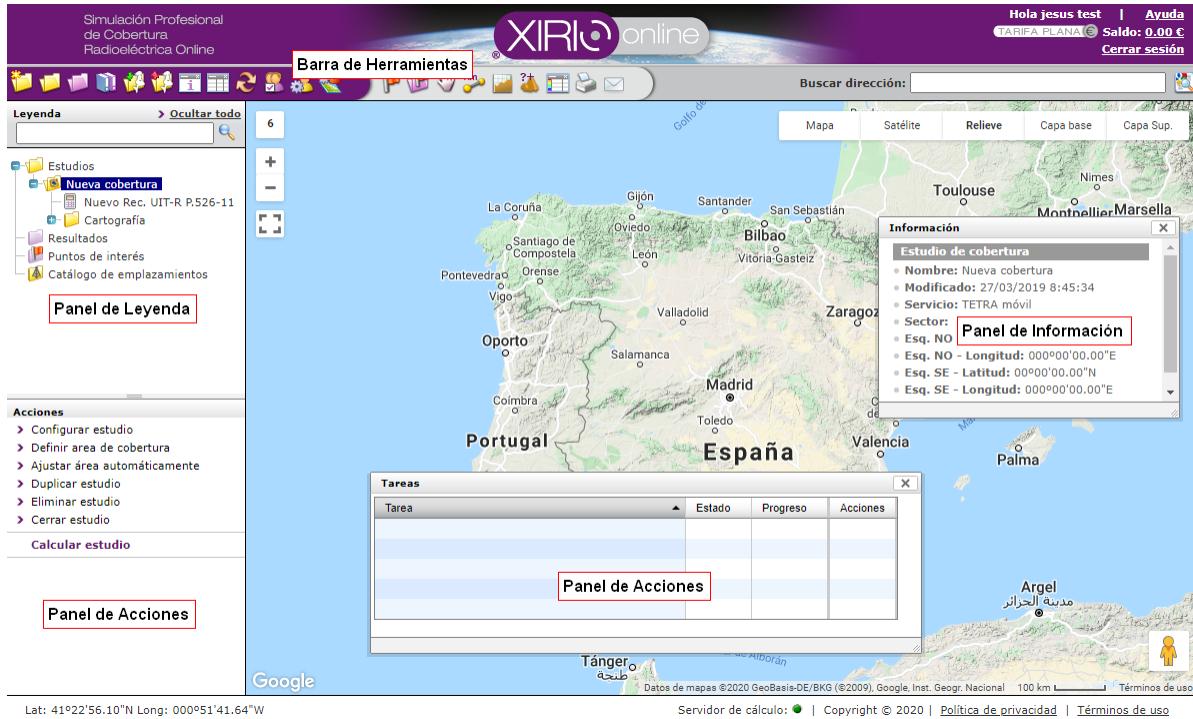
Formato de usuarios fijos

Formato de medidas

Formato de sistemas de coordenadas

VENTANA PRINCIPAL

Antes de empezar a trabajar es necesario conocer la distribución del entorno de trabajo de **Xirio**. A continuación se describe brevemente el interfaz de usuario:



- **Visor cartográfico.** Elemento principal de la ventana del navegador. Sobre él se representan los distintos elementos de los estudios (transmisores, receptores, extremos, puntos de interés, etc.), así como las manchas de cobertura radioeléctrica. Podrá situar transmisores, extremos y receptores haciendo clic directamente sobre el visor, definir áreas de cálculo en los estudios de cobertura y multitransmisor, o desplazar elementos mediante su selección.
- **Barra de Herramientas.** Se encuentra en la parte superior de la ventana de **Xirio**. En ella se encuentra la funcionalidad relacionada con la gestión de estudios, resultados, usuarios de visualización, catálogo, etc. A través de ella también se accede a funcionalidades cartográficas básicas, como son el trazado de perfiles orográficos, cálculo de distancias y azimuts o la consulta de la cota altimétrica en un punto. En el siguiente enlace puede encontrar una descripción más detallada de los [botones de la barra de herramientas](#).
- **Panel de Leyenda.** En él se muestran todos los elementos que se han abierto durante la sesión actual, ordenados en una estructura de árbol. Este árbol está formado por estudios, resultados, puntos de interés, transmisores, receptores, métodos de cálculo, etc.
- **Panel de Acciones.** En él se muestran las acciones que se pueden realizar, asociadas al elemento (transmisor, estudio, resultado, etc.) que se encuentre seleccionado en ese momento en el panel de leyenda.
- **Panel de Información.** Se trata de una ventana emergente que ofrece información del elemento seleccionado en el panel de leyenda. Puede cerrar este panel de información y hacer que vuelva a aparecer pulsando sobre en la barra de herramientas.
- **Panel de Tareas.** Muestra la información del estado y el progreso de los cálculos lanzados y que aún siguen ejecutándose. Esta ventana aparece cuando se lanza un

cálculo. Puede cerrar este panel de tareas y hacer que vuelva a aparecer pulsando sobre  en la barra de herramientas.

- **Buscar Dirección.** Permite realizar búsquedas geográficas de direcciones o términos ubicando el resultado de las mismas sobre el visor. Para ello utiliza el motor de búsqueda que implementa el conocido visor Google Maps.

VISOR CARTOGRÁFICO

Es la zona principal de la aplicación donde se visualizarán resultados y elementos radioeléctricos georreferenciados y ubicados perfectamente mediante cartografía mundial. Basado en tecnología Google, su manejo es sencillo e intuitivo ya que hereda toda la funcionalidad del famoso visor cartográfico Google Maps. El manejo del mismo puede consultarse en el [manual de ayuda de Google Maps](#).



El visor cartográfico de **Xirio**, además de las típicas capas del visor de Google, dispone de otras dos: Capa base y Superposición, cuya funcionalidad es conectar con servidores WMS.

El servicio WMS (*Web Map Service*) obtiene mapas de datos referenciados espacialmente, de forma dinámica a partir de información geográfica desde una URL (dirección del servidor WMS) conocida.

Las operaciones WMS pueden ser invocadas usando un navegador estándar realizando peticiones en la forma de URLs. El contenido de tales URLs depende de la operación solicitada.



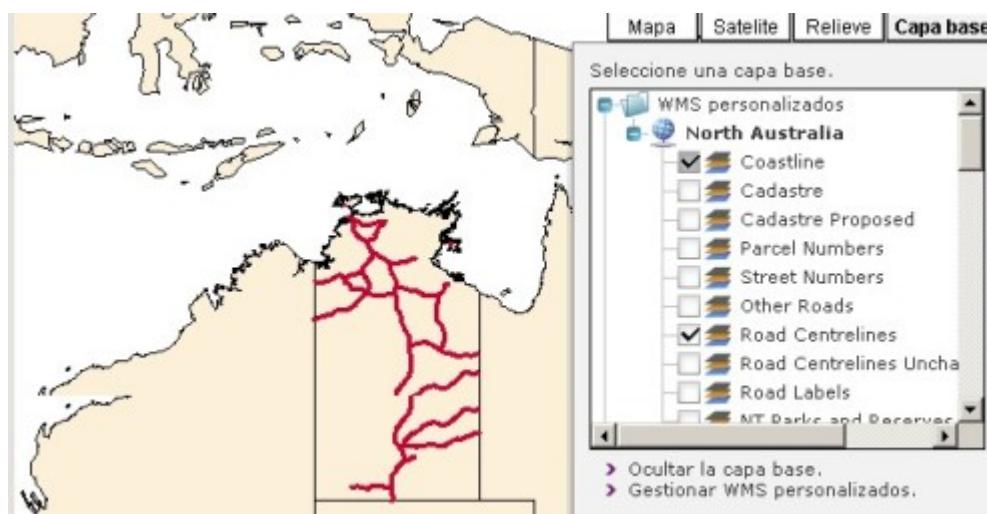
Xirio incluye unos servidores WMS predefinidos disponibles para el usuario. En la figura anterior se muestra un ejemplo en el que se visualiza la información particular que ha seleccionado el usuario, en este caso se ha generado un mapa de manera dinámica en el que se muestra los parámetros relativos a Topónimo y División Territorial.

Existe la posibilidad de crear WMS personalizados accediendo mediante el enlace "Gestionar WMS personalizados". En ese caso se abre una tabla como la siguiente:

| Nombre | Servicio | |
|-----------------|---------------------------------------------------------------|--|
| North Australia | http://wms1.ntlis.nt.gov.au/ilismap?service=WMS&version=1.1.1 | |

Crear un WMS personalizado consiste simplemente en añadir una dirección como la que se muestra en la figura y asignarle un nombre. Este tipo de direcciones pueden encontrarse fácilmente en páginas de internet dedicadas a recopilar servicios WMS.

En el ejemplo se ha creado un servidor personalizado del Norte de Australia, que será guardado en la carpeta correspondiente a los WMS personalizados. El usuario podrá realizar tantas consultas de información relativas a esta zona como parámetros disponga tal servidor:



La capa Superposición tiene las mismas funciones que la Capa Base. Se complementan entre si para superponerse una sobre la otra, ya que sólo desde una de ellas no es posible seleccionar parámetros de servidores WMS distintos simultáneamente. La diferencia es que la capa base es opaca mientras que la capa superpuesta es transparente.

Uno de los servidores WMS que incorpora **Xirio** es el que presenta la información de OpenStreetMap.

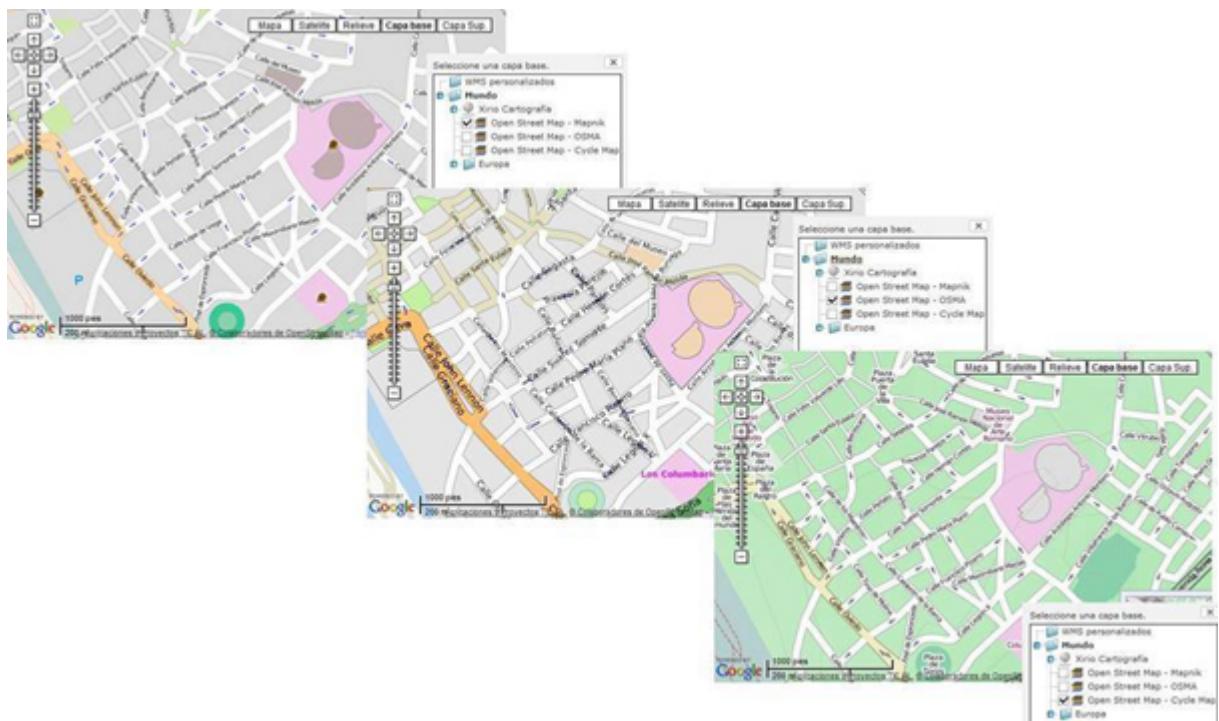
PROYECTO OPENSTREETMAP

OpenStreetMap es un proyecto que permite crear y ofrecer mapas y callejeros libres y editables del mundo entero provenientes de fuentes de información cartográfica de terceros de dominio público o bajo licencia de fuentes abiertas compatibles con la Licencia de OpenStreetMap.

En aquellos ámbitos en los que existen datos libres estos son mejorados independientemente a través de la edición al estilo wiki por su comunidad de colaboradores.

El diseño y estructura es similar a Google Maps, cualquier usuario registrado puede modificar un mapa, añadir más información, completando y actualizando la base de datos de forma rápida y eficiente.

Los mapas se crean utilizando información geográfica capturada con dispositivos GPS móviles, ortofotografías y otras fuentes libres. Esta cartografía, tanto las imágenes creadas como los datos vectoriales almacenados en su base de datos, se distribuye bajo licencia Creative Commons Attribution-ShareAlike 2.0.

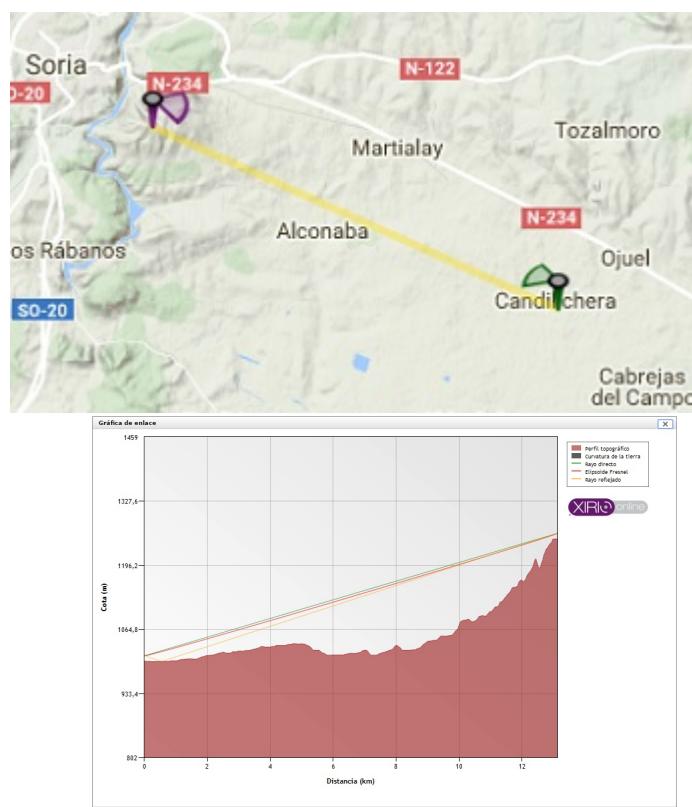


¿QUÉ ES UN ESTUDIO?

Un estudio es la unidad básica de trabajo de **Xirio**. Está formado por diferentes elementos radioeléctricos: [transmisores](#), [receptores](#), [extremos](#), [métodos de cálculo](#), etc. Además es la unidad mínima sobre la cual se puede realizar un cálculo.

Xirio dispone de distintos tipos de estudios en función de los elementos involucrados en la simulación:

- **Enlace**. Intervienen dos extremos y, opcionalmente, uno o varios elementos pasivos (espejos o *back to back*) cuyas coordenadas son fijas. El resultado será el nivel de señal recibido en todos los puntos de las líneas que unan todos los elementos radioeléctricos. En el caso de utilizarse el método de cálculo de la [Rec. UIT-R P.530-16](#) se obtendrán, entre otros, los resultados de calidad e indisponibilidad necesarios para analizar la viabilidad de un radioenlace.



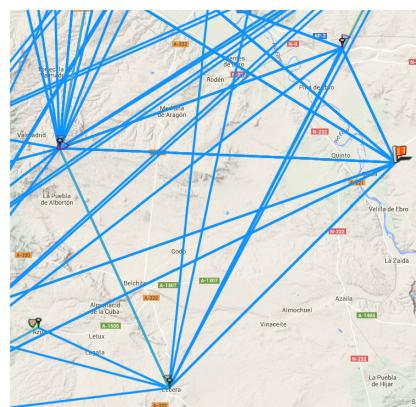
- **Cobertura**. Intervienen un transmisor y un receptor, pero en este caso el receptor no tiene unas coordenadas fijas sino que se va desplazando a lo largo de un área de cálculo seleccionada. El resultado final es una mancha de colores que representa la cobertura radioeléctrica del transmisor, indicando las zonas en las que el nivel de señal en el receptor se encuentra por encima de su umbral de recepción o de un determinado valor.



- **Cobertura Multitransmisor.** Es una combinación de varios estudios de cobertura en una zona de cálculo. El resultado de este estudio es una mancha de colores que representa, en cada punto, la mejor señal de entre las señales de las coberturas individuales. Además de la combinación de los diferentes resultados individuales de la señal recibida, se ofrece un resultado de mejor servidor y otro de solapamiento. Este estudio ofrece otros resultados tales como el análisis de interferencias de la red, del tráfico y capacidad de la misma o la posibilidad de calibración de métodos de cálculo a partir de medidas radioeléctricas reales.



- **Red de Transporte.** Proporciona el resultado global de una red de enlaces digitales formado por varios tramos (vanos), que pueden ser extremos, espejos o *back to back*. Con este estudio, los resultados de calidad e indisponibilidad de cada enlace contemplan la interferencia impuesta en cada uno de ellos por el resto de enlaces del estudio.



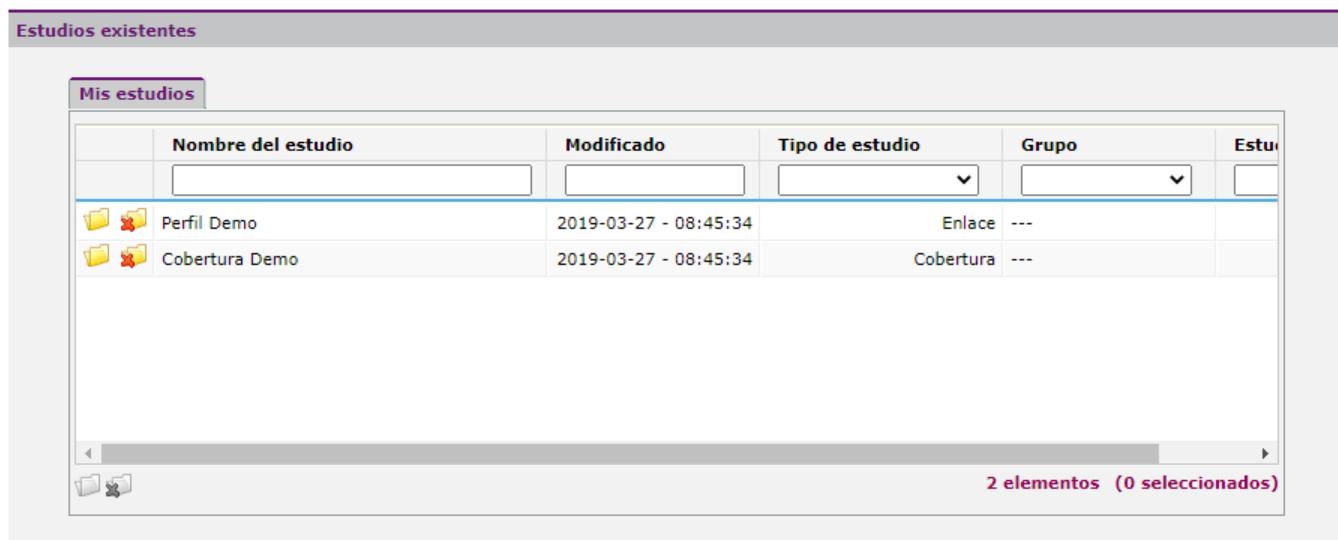
Al registrarse en **Xirio**, se le facilitan varios estudios de ejemplo de cada tipo para que el usuario se familiarice con su funcionamiento.

¿CÓMO ABRIR UN ESTUDIO?

Pulsando en el ícono  de la [barra de herramientas](#) aparecerá un diálogo con todos los estudios almacenados en el perfil del usuario; también se puede acceder mediante la opción "Abrir gestor de estudios" del panel de acciones. La primera vez que entre en esta ventana tendrá un estudio de ejemplo de "Perfil" y otro de "Cobertura".

Para abrir cualquier estudio, seleccione el ícono  correspondiente de la tabla. También existe la posibilidad de filtrar los estudios (por tipo de estudio y por nombre) para facilitar la búsqueda de estudios.

Gestor de estudios



The screenshot shows a software interface titled 'Gestor de estudios'. At the top, there's a header bar with the title and some icons. Below it is a section labeled 'Estudios existentes' (Existing Studies). This section contains a table with the following data:

| Mis estudios | Nombre del estudio | Modificado | Tipo de estudio | Grupo | Estu... |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|-------|---------|
|   | Perfil Demo | 2019-03-27 - 08:45:34 | Enlace | --- | |
|   | Cobertura Demo | 2019-03-27 - 08:45:34 | Cobertura | --- | |

At the bottom of the table, there are navigation arrows and a status message: '2 elementos (0 seleccionados)' (2 elements (0 selected)).

En la leyenda de la pantalla principal aparecerá el estudio seleccionado y el [visor](#) se actualizará con los elementos radioeléctricos correspondientes.

¿CÓMO CREAR UN ESTUDIO?

Puede crear un nuevo estudio haciendo clic sobre el icono  de la [barra de herramientas](#), o seleccionando la carpeta "Estudios" en el panel de leyenda y, posteriormente, la opción "Crear estudio nuevo" en el panel de acciones.

Seleccione el tipo de estudio a simular (enlace, cobertura, etc.) y el servicio o tecnología del mismo. Esto permite a **Xirio** configurar automáticamente el resto de parámetros del estudio y de los elementos que intervienen en el mismo con valores por defecto adecuados al tipo de cálculo a realizar.

Aunque por defecto **Xirio** crea un estudio prácticamente funcional, es conveniente que el usuario edite sus parámetros para ajustarlos al escenario real que desea simular. Así, el usuario deberá configurar los diferentes elementos del estudio: [transmisor](#), [receptor](#), [extremos](#), [método de cálculo](#), [área de cálculo](#), [cartografía](#), [antenas](#), etc.

En el caso del estudio de cobertura radioeléctrica, existe un "Modo asistente" que le guiará en la creación de este estudio. Este asistente divide en pasos sencillos el proceso de creación de la cobertura radioeléctrica, explicando cada uno de ellos y guiando al usuario hasta finalizar el proceso. Esta una muy buena manera de familiarizarse con la herramienta y con la creación de estudios ya que le mostrará todos los parámetros y elementos que se encuentran implicados en prácticamente todos los estudios de **Xirio**.

Crear nuevo estudio



Selección de tipo de estudio

Enlace

Estudio de enlace:

Un enlace es un estudio radioelectrico que analiza la disminución de la señal eléctrica en una línea que une un transmisor con un receptor.
[Leer más](#)

Selección de servicio o tecnología

Categoría: -- Seleccione una categoría --

Subcategoría: -- Seleccione una subcategoría --

Servicio: -- Seleccione un servicio --

¿CÓMO CALCULAR UN ESTUDIO?

Una vez [abierto un estudio](#), para calcularlo simplemente debe seleccionar el estudio en el panel de leyenda (1) y pulsar después "Calcular estudio" en el panel de acciones correspondiente (2).

Calculo de estudio

Estudio a calcular

Tipo de estudio: Cobertura
Nombre del estudio: Cobertura Demo

Parámetros del cálculo

Nombre del resultado: Cobertura Demo
Descripción:
[Empty text area]

Capas de cartografía: [Checkmark icon] [Question mark icon]

| Tipo | Nombre | Año | Res. (m) | Proveedor |
|------|--------------------|------|----------|-----------|
| MDT | Altimetría mundial | 2006 | 100.00 | Aptica |

Resolución: 1.00 m/pixel
» [Validar y calcular precio](#)

[Calcular](#) [Cancelar](#)

Todos los resultados de los cálculos contemplan:

- El **almacenamiento** de los resultados del cálculo.
- Posibilidad de **descargar** los resultados al equipo local del usuario.
- Posibilidad de **compartir** el resultado de dicho cálculo con un máximo de **10 usuarios**, a través de la [publicación del mismo](#).

¿CÓMO ABRIR RESULTADOS?

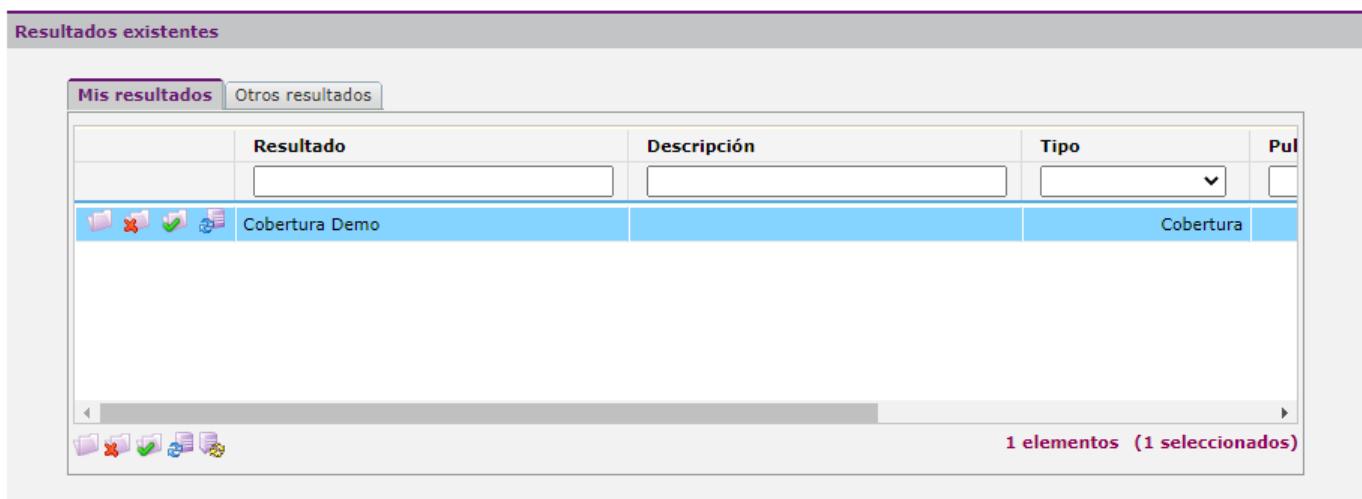
Cuando un estudio de **Xirio** se calcula, se almacena en su perfil de usuario el resultado de la simulación, indicando la fecha del cálculo y la fecha de expiración del mismo (en **Xirio Corp (Lince)** los resultados no tienen fecha de expiración).

Pulsando en el icono  de la [barra de herramientas](#) aparecerá un diálogo con todos los resultados disponibles en su cuenta. En este diálogo es posible ordenar los resultados simplemente pulsando en las cabeceras de cada columna.

Además de acceder a sus propios resultados, **Xirio** le permite publicar y compartir estos resultados con otros usuarios, así como crear y [gestionar sus propios usuarios de visualización](#).

Para abrir cualquier resultado seleccione el icono  correspondiente de la tabla. Podrá abrir simultáneamente tantos resultados como desee desde el mismo diálogo antes de cerrarlo.

Gestor de resultados

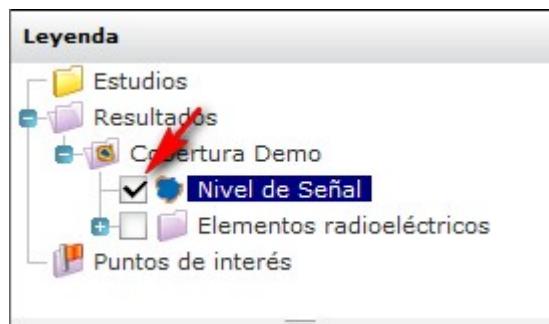


| Resultado | Descripción | Tipo | Pul |
|----------------|-------------|-----------|--------------------------|
| Cobertura Demo | | Cobertura | <input type="checkbox"/> |

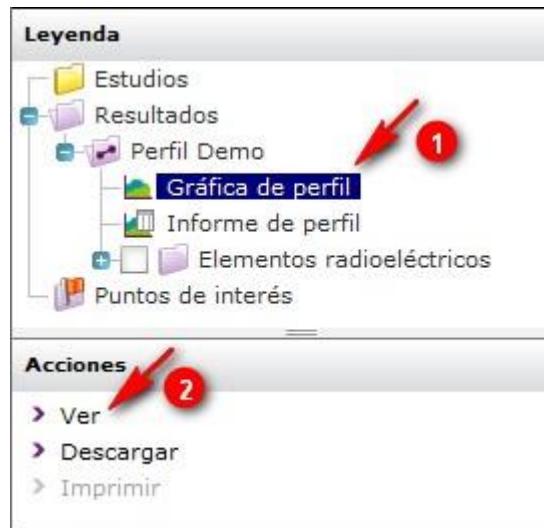
1 elementos (1 seleccionados)

En la leyenda de la pantalla principal aparecerá el resultado seleccionado. Por defecto, el visor no se actualiza con los elementos del resultado, por lo que será necesario activarlos manualmente.

Para visualizar una mancha de resultados o los elementos radioeléctricos debe marcar en la leyenda las casillas de los elementos deseados, e inmediatamente se mostrarán sobre el [visor](#).

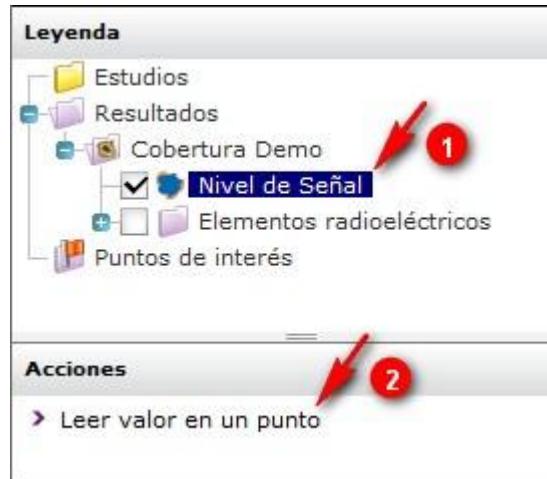


En el caso del estudio de enlace o de alturas efectivas, usted puede visualizar la gráfica o el informe correspondiente. Seleccionando el resultado correspondiente en el panel de leyenda (1) y pulsando en "Ver" en el panel de acciones (2), se abrirá una ventana con el resultado seleccionado.



¿CÓMO CONSULTAR EL NIVEL DE SEÑAL EN UN PUNTO?

Para consultar el valor en un punto de un resultado de cobertura o de cobertura multitransmisor, simplemente debe seleccionar el resultado deseado en el panel de leyenda (1) y elegir la opción "Leer valor en un punto" del panel de acciones (2).



A continuación, pulsando sobre el visor, se presenta en un cuadro de información el valor en el punto elegido.

¿CÓMO CREAR PUNTOS DE INTERÉS?

Un punto de interés (POI, *Point Of Interest*) es una localización específica que el usuario encuentra interesante o de utilidad. Se puede acceder a la creación de puntos de interés pulsando en el ícono  de la barra de herramientas. Se abrirá un diálogo donde podrá configurar el punto de interés antes de representarlo sobre el visor.

Puede introducir manualmente las coordenadas, o situarlo directamente sobre el visor seleccionando la opción . Además del nombre, es posible asociar una breve descripción al punto de interés.

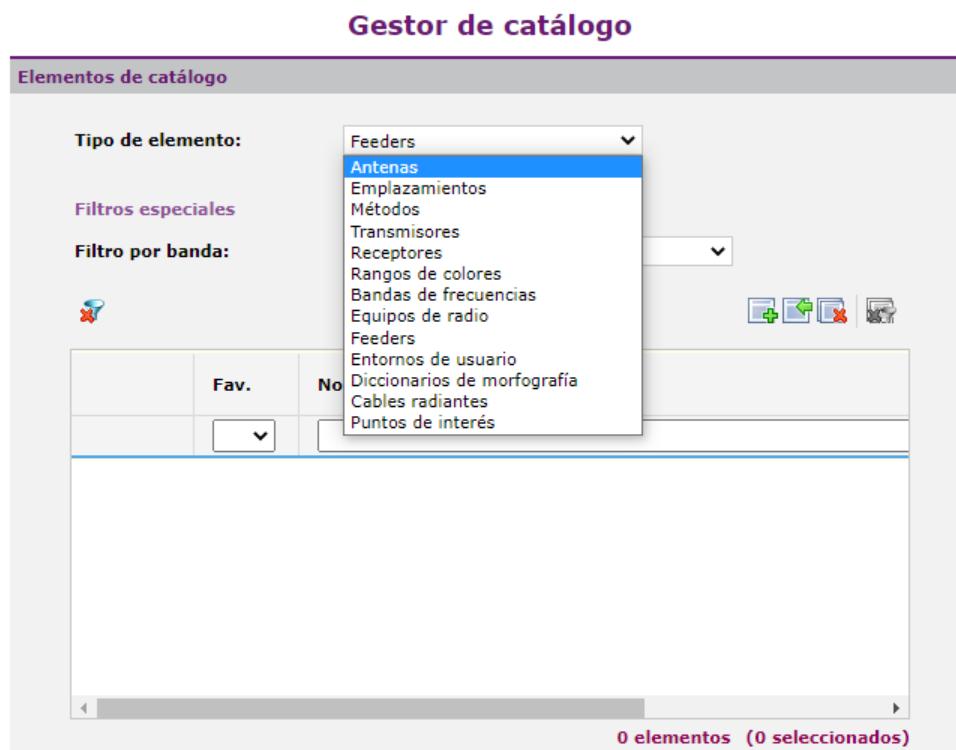
También es posible crear puntos de interés a partir de ficheros KMZ/KML o a partir de un fichero de texto. Estas opciones están disponibles en el Gestor de Puntos de Interés.

GESTIÓN DE CATÁLOGO

El catálogo permite al usuario configurar y añadir rápidamente elementos en los estudios (antenas, emplazamientos, equipos de radio, feeders, etc.) mediante parametrizaciones predeterminadas de las mismas.

Puede acceder al Gestor de catálogo desde el ícono  en la barra de herramientas.

Para crear elementos del catálogo primero hay que elegir el tipo de el mismo, presentándose éstos en una lista desplegable como se muestra en la siguiente figura:



Algunos de los elementos de catálogo presentados en la imagen anterior no se encuentran disponibles en todas las versiones.

Para todos los tipos de elementos se ofrece un filtrado por nombre, y algunos tipos de elementos incluirán filtrados específicos. Por ejemplo, el filtrado por servicio solo está disponible para los tipos de elementos de Método de cálculo; en cambio, los elementos de catálogo de Antenas, Feeders y Equipos de Radio disponen de filtros por banda. Puede ver algunos de estos filtros en la siguiente imagen:

Gestor de catálogo

Elementos de catálogo

| Filtros especiales | | | | | | |
|-------------------------------|----------------------------|----------------------|---------------|---------------|------------------|----------------------|
| Tipo de elemento: | Equipos de radio | | | | | |
| Filtro por banda: | -- Seleccione una banda -- | | | | | |
| Filtro por modulación: | -- Seleccione un tipo -- | | | | | |
| | | | | | | |
| | Fav. | Nombre | Especificador | Suministrador | Velocidad (Mbps) | Ancho de banda (MHz) |
| | | 94-15 5M00 | 94-15 | ALCATEL | 8 | 5 |
| | | 94-24 5M00 | 94-24 | ALCATEL | 8 | 5 |
| | | 94-38 5M00 | 94-38 | ALCATEL | 8 | 5 |
| | | 9425-34 AWY R.2 16QA | | ALCATEL | 34 | 14 |
| | | 9425-34 AWY R.2 4QAM | | ALCATEL | 34 | 28 |

199 elementos (0 seleccionados)

Dependiendo de los permisos del usuario, este puede consultar, modificar, eliminar o crear elementos de catálogo. En **Xirio Corp (Lince)**, los elementos de catálogo solo pueden ser creados por un usuario administrador del catálogo, los usuarios proyectistas solo podrán consultarlos.

Puede consultar más detalles sobre la creación de elementos de catálogo en función de cada tipo:

- [Bandas de frecuencia](#)
- [Equipos de radio](#)
- [Antenas](#)
- [Métodos](#)
- [Feeders](#)
- [Emplazamientos](#)

CATÁLOGO DE BANDAS DE FRECUENCIA

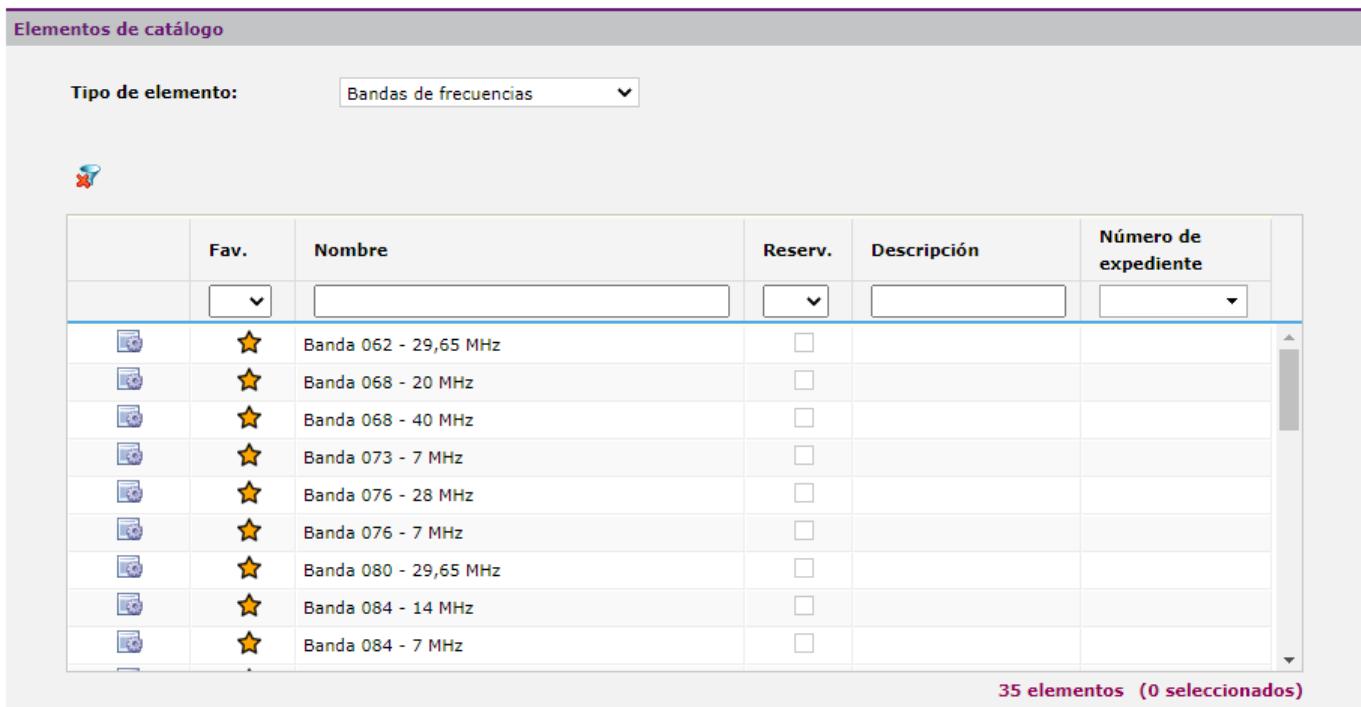
Las bandas de frecuencia en **Xirio** son utilizadas para la asignación de canales a determinadas frecuencias. Además, también se utilizan para designar canales prohibidos o prioritarios dentro de una misma banda.

Los elementos de catálogo de bandas de frecuencia permiten crear de forma rápida en los diferentes estudios, bandas de frecuencias preconfigurados con los valores establecidos por el usuario.

El usuario tiene disponible un filtro por nombre, que permite buscar palabras dentro del nombre de la banda; por ejemplo, "Banda 15". Este tipo de filtros en **Xirio** permite el uso de caracteres comodín como el asterisco (*) o la interrogación (?) para realizar búsquedas como se muestra en la imagen.

Además el usuario puede definir sus elementos de catálogo favoritos  para realizar un filtrado que solo muestre estos elementos.

Gestor de catálogo



| | Fav. | Nombre | Reserv. | Descripción | Número de expediente |
|--|------|-----------------------|--------------------------|-------------|----------------------|
| | | Banda 062 - 29,65 MHz | <input type="checkbox"/> | | |
| | | Banda 068 - 20 MHz | <input type="checkbox"/> | | |
| | | Banda 068 - 40 MHz | <input type="checkbox"/> | | |
| | | Banda 073 - 7 MHz | <input type="checkbox"/> | | |
| | | Banda 076 - 28 MHz | <input type="checkbox"/> | | |
| | | Banda 076 - 7 MHz | <input type="checkbox"/> | | |
| | | Banda 080 - 29,65 MHz | <input type="checkbox"/> | | |
| | | Banda 084 - 14 MHz | <input type="checkbox"/> | | |
| | | Banda 084 - 7 MHz | <input type="checkbox"/> | | |

35 elementos (0 seleccionados)

Dependiendo de los permisos del usuario, este puede consultar, modificar, eliminar o crear elementos de catálogo de tipo Banda. En **Xirio Corp (Lince)**, el administrador del catálogo podrá modificar, eliminar o crear nuevos elementos mientras el usuario proyectista únicamente los podrá consultar. El usuario podrá modificar, editar o consultar cada elemento de banda de frecuencias mediante el mismo [diálogo de edición de banda](#).

CATÁLOGO DE EQUIPOS DE RADIO

Los equipos de radio en **Xirio** son utilizados únicamente en los estudios de enlace de servicio fijo y en los estudios de red de transporte. El equipo de radio contempla parámetros específicos de un enlace de microondas, necesarios para el cálculo de la calidad e indisponibilidad del mismo.

Los elementos de catálogo de equipos de radio permiten crear de forma rápida en los diferentes estudios, equipos de radio de microondas preconfigurados con los valores establecidos por el usuario.

La pantalla de gestión de elementos de catálogo para los equipos de radio de microondas dispone de los siguientes filtros:

Gestor de catálogo

| Elementos de catálogo | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------|---------------|------------------|----------------------|--|
| Tipo de elemento: <input style="width: 150px; height: 20px; border: none; background-color: #f0f0f0; padding: 2px 5px; margin-right: 10px;" type="button" value="Equipos de radio"/> | | | | | | |
| Filtros especiales | | | | | | |
| Filtro por banda: <input style="width: 150px; height: 20px; border: none; background-color: #f0f0f0; padding: 2px 5px; margin-right: 10px;" type="button" value="-- Seleccione una banda --"/> | | | | | | |
| Filtro por modulación: <input style="width: 150px; height: 20px; border: none; background-color: #f0f0f0; padding: 2px 5px; margin-right: 10px;" type="button" value="-- Seleccione un tipo --"/> | | | | | | |
| <input style="vertical-align: middle;" type="checkbox"/> | | | | | | |
| Fav. | Nombre | Especificador | Suministrador | Velocidad (Mbps) | Ancho de banda (MHz) | |
| | 94-15 5M00 | 94-15 | ALCATEL | 8 | 5 | |
| | 94-24 5M00 | 94-24 | ALCATEL | 8 | 5 | |
| | 94-38 5M00 | 94-38 | ALCATEL | 8 | 5 | |
| | 9425-34 AWY R.2 16QA | | ALCATEL | 34 | 14 | |
| | 9425-34 AWY R.2 4QAM | | ALCATEL | 34 | 28 | |
| < > 199 elementos (0 seleccionados) | | | | | | |

- **Filtro por banda:** El sistema permite seleccionar una de las bandas de frecuencia existentes.
- **Filtro por suministrador:** El usuario podrá seleccionar entre los posibles suministradores de una lista desplegable.
- **Filtro por velocidad:** El sistema filtra los equipos que dispongan de una modulación capaz de proporcionar dicha velocidad.
- **Filtro por especificador:** Este filtro textual admite caracteres comodín como el asterisco (*) o la interrogación (?). Con este filtro se puede especificar el modelo del equipo, por ejemplo.
- **Filtro por modulación:** El sistema filtra todos los equipos que dispongan de la modulación indicada. Para seleccionarla, el usuario dispone del conjunto de todas las posibles modulaciones (64-QAM, 128-QAM, 256-QAM, etc.) en una lista desplegable.
- **Filtro por nombre:** Este filtro textual admite caracteres comodín como el asterisco (*) o la interrogación (?).
- **Mostrar sólo elementos favoritos:** Además el usuario puede definir sus elementos de catálogo favoritos para realizar un filtrado que solo muestre estos elementos.

Una vez el usuario pulse el botón "Buscar" se realizará un filtro combinado con todas las opciones seleccionadas por el usuario. En el caso de que no exista ninguna entrada que cumpla todas las

características seleccionada, la lista inferior quedará vacía.

Dependiendo de los permisos del usuario, este puede consultar, modificar, eliminar o crear elementos de catálogo de tipo Equipo de Radio. En **Xirio Corp (Lince)**, el administrador del catálogo podrá modificar, eliminar o crear nuevos elementos de equipos de radio, mientras el usuario proyectista únicamente los podrá consultar.

El usuario podrá modificar, editar o consultar cada elemento de equipos de radio mediante el mismo diálogo de [edición de equipo de radio](#).

CATÁLOGO DE ANTENAS

Una antena es un elemento radioeléctrico que emite o recibe ondas electromagnéticas, es decir, transforma señales eléctricas en ondas electromagnéticas y viceversa.

Los elementos de catálogo de antenas permiten crear de forma rápida en los diferentes estudios, antenas preconfiguradas con los valores establecidos por el usuario.

Las antenas de **Xirio** pueden estar formadas por uno o varios diagramas de radiación. Cada uno de estos diagramas tiene asociado un rango de frecuencias de trabajo, de tal manera que de la unión de todos estos rangos establecen el rango de frecuencias de trabajo de la antena.

Están disponibles los siguientes filtros:

Gestor de catálogo

| Elementos de catálogo | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------|---------------|--------|-----------|
| Tipo de elemento: <input style="width: 150px; margin-right: 10px;" type="text" value="Antenas"/> Filtros especiales Filtro por banda: <input style="width: 150px; margin-right: 10px;" type="text" value="-- Seleccione una banda --"/> | | | | | |
| | Fav. | Nombre | Suministrador | Tipo | Polaridad |
| ✖ | <input type="checkbox"/> | AND-HP - 0,6 - D - Banda 17,7-19,7 GHz ANDREW/COMMSCOPE | Estándar | Doble | |
| ✖ | <input type="checkbox"/> | AND-HP - 0,6 - S - Banda 12,7-13,25 GHz ANDREW/COMMSCOPE | Estándar | Simple | |
| ✖ | <input type="checkbox"/> | AND-HP - 0,6 - S - Banda 17,7-19,7 GHz ANDREW/COMMSCOPE | Estándar | Simple | |
| ✖ | <input type="checkbox"/> | AND-HP - 1,2 - D - Banda 17,7-19,7 GHz ANDREW/COMMSCOPE | Estándar | Doble | |
| ✖ | <input type="checkbox"/> | AND-HP - 1,2 - S - Banda 12,7-13,25 GHz ANDREW/COMMSCOPE | Estándar | Simple | |
| ✖ | <input type="checkbox"/> | AND-HP - 1,2 - S - Banda 8000 MHz ANDREW/COMMSCOPE | Estándar | Simple | |
| ✖ | <input type="checkbox"/> | AND-HP - 1,2 - S - Banda 8000 MHz ANDREW/COMMSCOPE | Estándar | Simple | |
| ✖ | <input type="checkbox"/> | AND-HP - 1,8 - D - Banda 17,7-19,7 GHz ANDREW/COMMSCOPE | Estándar | Doble | |

478 elementos (0 seleccionados)

- **Filtro por banda de frecuencia:** Devuelve todas las antenas cuyo rango de frecuencias se encuentre entre la frecuencia inicial y final de la banda.
- **Filtro por suministrador:** Devuelve todas las antenas que pertenecen al suministrador seleccionado.
- **Filtro por polaridad:** Devuelve todas las antenas cuya polaridad sea la indicada, simple o doble.
- **Filtro por nombre:** Este filtro textual admite caracteres comodín como el asterisco (*) o la interrogación (?).
- **Mostrar sólo elementos favoritos:** Además el usuario puede definir sus elementos de catálogo favoritos para realizar un filtrado que solo muestre estos elementos.

Pulsando el botón "Buscar" se aplicará un filtro combinado con todas las opciones seleccionadas por el usuario. En el caso de que no exista ninguna entrada que cumpla todas las características seleccionada la lista inferior quedará vacía.

Una vez filtradas las antenas, el usuario del catálogo podrá modificar, eliminar o crear nuevas antenas.

El usuario podrá modificar, editar o consultar cada elementos de catálogo de antena mediante el mismo [diálogo de edición de antena](#).

CATÁLOGO DE MÉTODOS DE CÁLCULO

El método de cálculo en **Xirio** es el procedimiento que se va a emplear para estimar la propagación de las ondas electromagnéticas por el espacio. Se debe decidir qué modelo de simulación se desea emplear en cada caso en función del entorno en el cual se realiza el despliegue de red, la tecnología empleada, las bandas de frecuencias de trabajo y la calidad de la información cartográfica disponible para modelar el terreno. Si bien, por defecto, al crear un estudio nuevo **Xirio** propone el método más adecuado para el cálculo que se quiera realizar.

Los elementos de catálogo de métodos permiten al usuario crear de forma rápida en los diferentes estudios, métodos de cálculo preconfigurados con los valores establecidos por el usuario.

El usuario dispone de filtro por servicio y por nombre del elemento de catálogo del método de cálculo:

Gestor de catálogo

| Fav. | Nombre | Método de propagación | Servicio | Subcategoría |
|------|---------------------|-----------------------|----------|--------------|
| | Rec. UIT-R P.526-13 | Rec. UIT-R P.526-13 | LTE | LTE |

1 elementos (0 seleccionados)

- **Filtro por servicio:** Permite obtener todos los elementos de catálogo de un servicio radioeléctrico seleccionado. Este filtro está compuesto por unas listas desplegables en cascada, de forma que para seleccionar un servicio es necesario seleccionar previamente una subcategoría, y para seleccionar una subcategoría es necesario seleccionar previamente una categoría.
- **Filtro por nombre:** Este filtro textual admite caracteres comodín como el asterisco (*) o la interrogación (?).
- **Mostrar sólo elementos favoritos:** Además el usuario puede definir sus elementos de catálogo favoritos para realizar un filtrado que solo muestre estos elementos.

Una vez el usuario pulse el botón "Buscar" se realizará un filtro combinado con todas las opciones seleccionadas por el usuario. En el caso de que no exista ninguna entrada que cumpla todas las características seleccionada, la lista inferior quedará vacía.

El usuario podrá modificar cada elemento mediante el mismo [diálogo de edición del método de cálculo](#).

Desde el método de cálculo de cualquier estudio también es posible crear un elemento de catálogo de forma automática a partir de los parámetros de este, mediante la acción "Crear elemento de catálogo a partir del método de cálculo"

CATÁLOGO DE FEEDERS

El feeder de **Xirio** se corresponde con el concepto típico de cable de Radio Frecuencia o guia-onda situado entre el elemento transmisor/receptor y la antena, sin considerar elementos combinadores, divisores o conectores. Dado que pueden utilizarse a varias frecuencias pueden estar formados por una o varias atenuaciones. Cada una de estas atenuaciones tiene asociado un rango de frecuencias de trabajo, de tal manera que de la unión de todos estos rangos viene determinado el rango de frecuencias de trabajo del feeder.

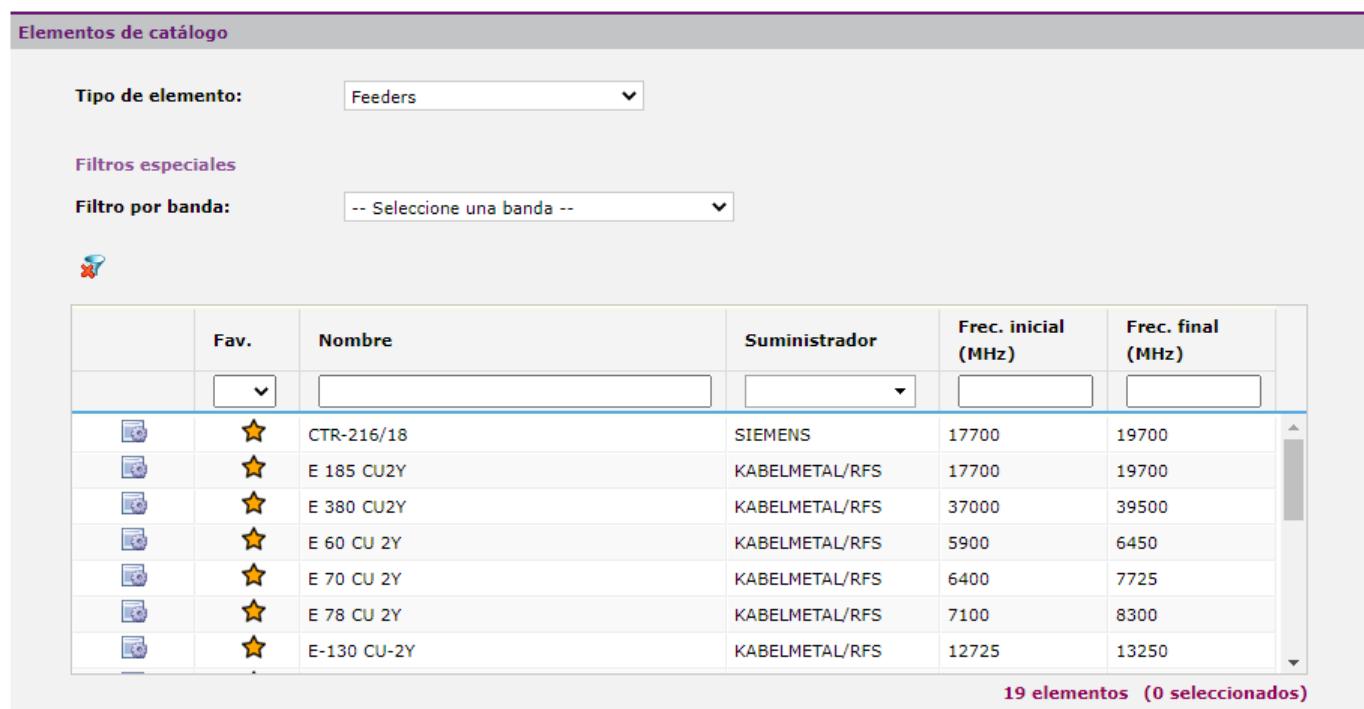
Los elementos de catálogo de feeders permiten crear de forma rápida en los diferentes estudios, feeders preconfigurados con los valores establecidos por el usuario y posteriormente calcular las pérdidas del mismo a través de su longitud.

El filtrado por banda de frecuencia devuelve todos los feeders cuyo rango de frecuencias se encuentre entre la frecuencia inicial y final de la banda seleccionada.

El usuario también tiene disponible un filtro por nombre, el cual permite buscar caracteres dentro del nombre del feeder. Este tipo de filtros en **Xirio** permite el uso de caracteres comodín como el asterisco (*) o la interrogación (?) para la búsqueda.

Además el usuario puede definir sus elementos de catálogo favoritos  para realizar un filtrado que solo muestre estos elementos.

Gestor de catálogo



The screenshot shows the 'Gestor de catálogo' (Catalog Manager) interface. At the top, there's a header bar with the title 'Gestor de catálogo'. Below it, a sub-header 'Elementos de catálogo' (Catalog items). The main area has two filter sections: 'Tipo de elemento:' set to 'Feeders' and 'Filtro por banda:' set to '-- Seleccione una banda --'. A 'Filtros especiales' (Special filters) section includes a 'Fav.' (Favorites) dropdown and a 'Nombre' (Name) input field. Below these are two tables. The first table lists feeders with columns: Fav. (checkbox), Nombre (name), Suministrador (Supplier), Frec. inicial (MHz) (Initial Frequency MHz), and Frec. final (MHz) (Final Frequency MHz). The second table shows a list of feeders with icons, names, suppliers, and frequency ranges. At the bottom right of the interface, it says '19 elementos (0 seleccionados)' (19 elements (0 selected)).

| | Fav. | Nombre | Suministrador | Frec. inicial (MHz) | Frec. final (MHz) |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------|---------------------|-------------------|
|  |  | CTR-216/18 | SIEMENS | 17700 | 19700 |
|  |  | E 185 CU2Y | KABELMETAL/RFS | 17700 | 19700 |
|  |  | E 380 CU2Y | KABELMETAL/RFS | 37000 | 39500 |
|  |  | E 60 CU 2Y | KABELMETAL/RFS | 5900 | 6450 |
|  |  | E 70 CU 2Y | KABELMETAL/RFS | 6400 | 7725 |
|  |  | E 78 CU 2Y | KABELMETAL/RFS | 7100 | 8300 |
|  |  | E-130 CU-2Y | KABELMETAL/RFS | 12725 | 13250 |

19 elementos (0 seleccionados)

Una vez el usuario pulse el botón "Buscar" se realizará un filtro combinado con todas las opciones seleccionadas por el usuario. En el caso de que no exista ninguna entrada que cumpla todas las características seleccionadas, la lista inferior quedará vacía.

Una vez filtrados los feeders, el usuario podrá modificar, eliminar o crear nuevos feeders.

El usuario podrá modificar cada elemento de catálogo de feeders mediante el mismo [diálogo de edición de feeders](#).

CATÁLOGO DE ENTORNOS DE USUARIOS

Los entornos de usuarios permiten definir diferentes comportamientos y demanda de tráfico de los usuarios en los estudios de cobertura multitransmisor en redes móviles.

Los elementos de catálogo de entornos de usuario permiten al usuario crear de forma rápida en los diferentes estudios, entornos preconfigurados con los valores establecidos por el usuario.

El usuario disponible de un filtro por nombre del elemento de catálogo de entorno de usuario:

Gestor de catálogo

Elementos de catálogo

Tipo de elemento:

| | Fav. | Nombre |
|--|------|-----------------|
| | | New environment |

1 elementos (0 seleccionados)

- **Filtro por nombre:** Este filtro textual admite caracteres comodín como el asterisco (*) o la interrogación (?).
- **Mostrar sólo elementos favoritos:** Además el usuario puede definir sus elementos de catálogo favoritos para realizar un filtrado que solo muestre estos elementos.

Una vez el usuario pulse el botón "Buscar" se realizará el filtrado, en el caso de que no exista ninguna entrada que cumpla con el mismo, la lista inferior quedará vacía.

El usuario podrá modificar cada elemento de catálogo de entorno de usuarios mediante el mismo [diálogo de edición del entorno](#).

CATÁLOGO DE DICCIONARIOS DE MORFOGRAFÍA

Las capas morfológicas en **Xirio** llevan asociado un diccionario morfológico. Es posible definir elementos de catálogo de estos diccionarios con valores preconfigurados para cada tipo de terreno.

Los elementos de catálogo de diccionarios de morfología permiten al usuario crear de forma rápida en los diferentes estudios, diccionarios preconfigurados con los valores establecidos por el usuario.

El usuario dispone de un filtro por nombre del elemento de catálogo de diccionario de morfología:

Gestor de catálogo

| Fav. | Nombre |
|--------------------------|----------------|
| <input type="checkbox"/> | New dictionary |

1 elementos (0 seleccionados)

- **Filtro por nombre:** Este filtro textual admite caracteres comodín como el asterisco (*) o la interrogación (?).
- **Mostrar sólo elementos favoritos:** Además el usuario puede definir sus elementos de catálogo favoritos ★ para realizar un filtrado que solo muestre estos elementos.

Una vez el usuario pulse el botón "Buscar" se realizará el filtrado, en el caso de que no exista ninguna entrada que cumpla con el mismo, la lista inferior quedará vacía.

El usuario podrá modificar cada elemento de catálogo de diccionario de morfología mediante el mismo [diálogo de edición del diccionario](#).

CATÁLOGO DE CABLES RADIANTES

Un cable radiante es un sistema de comunicaciones utilizado generalmente en túneles, para compensar la mala propagación de las ondas en este tipo de entornos.

Los elementos de catálogo de cables radiantes permiten al usuario crear de forma rápida en los diferentes estudios, cables radiantes preconfigurados con los valores establecidos por el usuario.

El usuario disponible de un filtro por nombre del elemento de catálogo de cable radiante:

Gestor de catálogo

Elementos de catálogo

Tipo de elemento: Cables radiantes

| | Fav. | Nombre |
|--|------|---------------------|
| | | New radiating cable |

1 elementos (0 seleccionados)

- **Filtro por nombre:** Este filtro textual admite caracteres comodín como el asterisco (*) o la interrogación (?).
- **Mostrar sólo elementos favoritos:** Además el usuario puede definir sus elementos de catálogo favoritos para realizar un filtrado que solo muestre estos elementos.

Una vez el usuario pulse el botón "Buscar" se realizará el filtrado, en el caso de que no exista ninguna entrada que cumpla con el mismo, la lista inferior quedará vacía.

El usuario podrá modificar cada elemento de catálogo de cable radiante mediante el mismo [diálogo de edición del cable radiante](#).

EMPLAZAMIENTOS

Los emplazamientos de **Xirio** representan las coordenadas geográficas en las cuales se ubican diferentes elementos transmisores o receptores.

Los emplazamientos podrán ser modificados por todos los usuarios. En el gestor de catálogo para el caso de emplazamientos (estaciones). Para el filtrado de los controles:

- **Filtro geográfico:** Este filtro permite al usuario seleccionar un área para la búsqueda de emplazamientos, para ello han de definirse las cuatro esquinas del cuadro.
- **Nombre o Código:** Este filtro textual admite caracteres comodín como el asterisco (*) o la interrogación (?).
- **CCAA:** El usuario puede seleccionar de una lista desplegable entre todas las comunidades autónomas.
- **Provincia:** El usuario puede seleccionar de una lista desplegable entre todas las provincias.
- **Tipo de emplazamiento** (estación): El usuario puede seleccionar de una lista desplegable entre todos los tipos de emplazamientos.
- **Tipo de emplazamiento del cliente:** El usuario puede seleccionar de una lista desplegable entre todos los tipos de emplazamientos especificados por el cliente.
- **Código de cliente:** Este filtro textual admite caracteres comodín como el asterisco (*) o la interrogación (?).
- **Tipo de servicio:** El usuario puede seleccionar de una lista desplegable entre todos los tipos de servicios.
- **Denominación:** Este filtro textual admite caracteres comodín como el asterisco (*) o la interrogación (?).
- **Propietario:** Este filtro textual admite caracteres comodín como el asterisco (*) o la interrogación (?).
- **Arrendador:** Este filtro textual admite caracteres comodín como el asterisco (*) o la interrogación (?).
- **Código SIGIR:** Este filtro textual admite caracteres comodín como el asterisco (*) o la interrogación (?).
- **Dirección GESCAL:** Este filtro textual admite caracteres comodín como el asterisco (*) o la interrogación (?).
- **Código CELSIG:** Este filtro textual admite caracteres comodín como el asterisco (*) o la interrogación (?).
- **Código INE:** Este filtro textual admite caracteres comodín como el asterisco (*) o la interrogación (?).
- **Nombre INE (Municipio):** Este filtro textual admite caracteres comodín como el asterisco (*) o la interrogación (?).

Gestor de catálogo

Elementos de catálogo

| Gestor de catálogo | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------------|-------------|--------------------|--------------------|----------------|-----------------------|------------|--|
| Emplazamientos | | | | | | | | | |
| Tipo de elemento: <input type="text" value="Emplazamientos"/> Filtros especiales <input type="checkbox"/> Filtro geográfico:   | | | | | | | | | |
| Código | Grupo | CCAA | Provincia | Tipo emplazamiento | Tipo cliente | Código cliente | Tipo servicio | Cliente | |
| CR1000 | Telefonica | Castilla-La Mancha | CIUDAD REAL | CENTRAL | CENTRAL TELEFONICA | 130042 | Transmisión circuitos | Telefónica | |
| CR1001 | Telefonica | Castilla-La Mancha | CIUDAD REAL | TORRE | EST.BASE(TMA) | 130138 | Transmisión circuitos | Telefónica | |
| CR1002 | Telefonica | Castilla-La Mancha | CIUDAD REAL | TORRE | ESTACION RADIO | 130001 | Transmisión circuitos | Telefónica | |
| CR1003 | Telefonica | Castilla-La Mancha | CIUDAD REAL | TORRE | EST.BASE(TMA) | 130078 | Transmisión circuitos | Telefónica | |
| CR1004 | Telefonica | Castilla-La Mancha | CIUDAD REAL | TORRE | EST.BASE(TMA) | 130174 | Transmisión circuitos | Telefónica | |
| CR1005 | Telefonica | Castilla-La Mancha | CIUDAD REAL | CASA | EST.BASE(TMA) | 130198 | Transmisión circuitos | Telefónica | |
| CR1006 | Telefonica | Castilla-La Mancha | CIUDAD REAL | CENTRAL | ESTACION RADIO | 130014 | Transmisión circuitos | Telefónica | |
| CR1007 | Telefonica | Castilla-La Mancha | CIUDAD REAL | CENTRAL | CENTRAL TELEFONICA | 130171 | Transmisión circuitos | Telefónica | |
| CR1008 | Telefonica | Castilla-La Mancha | CIUDAD REAL | TORRE | EST.BASE(TMA) | 130261 | Transmisión circuitos | Telefónica | |
| CR1010 | Telefonica | Castilla-La Mancha | CIUDAD REAL | TORRE | EST.BASE(TMA) | 130166 | Transmisión circuitos | Telefónica | |
| CR1011 | Telefonica | Castilla-La Mancha | CIUDAD REAL | TORRE | EST.BASE(TMA) | 130119 | Transmisión circuitos | Telefónica | |
| CR1012 | Telefonica | Castilla-La Mancha | CIUDAD REAL | TORRE | EST.BASE(TMA) | 130244 | Transmisión circuitos | Telefónica | |
| CR1013 | Telefonica | Castilla-La Mancha | CIUDAD REAL | TORRE | EST.BASE(TMA) | 130095 | Transmisión circuitos | Telefónica | |
| CR1014 | Telefonica | Castilla-La Mancha | CIUDAD REAL | CASA | ESTACION AJENA | 130263 | Transmisión circuitos | Telefónica | |
| CR1015 | Telefonica | Castilla-La Mancha | CIUDAD REAL | TORRE | EST.BASE(TMA) | 130252 | Transmisión circuitos | Telefónica | |
| CR1016 | Telefonica | Castilla-La Mancha | CIUDAD REAL | TORRE | EST.BASE(TMA) | 130226 | Transmisión circuitos | Telefónica | |
| CR1017 | Telefonica | Castilla-La Mancha | CIUDAD REAL | TORRE | EST.BASE(TMA) | 130279 | Transmisión circuitos | Telefónica | |
| CR1019 | Telefonica | Castilla-La Mancha | CIUDAD REAL | TORRE | EST.BASE(TMA) | 130223 | Transmisión circuitos | Telefónica | |
| CR1020 | Telefonica | Castilla-La Mancha | CIUDAD REAL | TORRE | EST.BASE(TMA) | 130250 | Transmisión circuitos | Telefónica | |

Una vez el usuario pulse el botón "Buscar" se realizará un filtro combinado con todas las opciones seleccionadas por el usuario. En el caso de que no se seleccione ninguna característica, la lista inferior quedará vacía.

En el grid aparecen los valores de código de emplazamiento, provincia, código SIGIR (el primero de los disponibles en el emplazamiento), denominación, tipo de emplazamiento y qué usuario realizó dicho cambio.

Una vez filtrados los emplazamientos, el usuario podrá modificar o crear nuevos emplazamientos con el botón .

Así mismo podrá generar un informe detallado de los emplazamientos filtrados mediante el botón .

El diálogo asociado a los emplazamientos se muestra a continuación:

Propiedades del Emplazamiento

| Emplazamiento | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------|----------------|-----------------------------------------------|-------------|----------------|------------------------|---------|-------------------------|-----|------|-----------------------------------------------|
| Código: | CR1002 | | | | | | | | | | | |
| Código cliente: | 130001 | | | | | | | | | | | |
| Descripción: | <input type="text"/> | | | | | | | | | | | |
| <input type="button"/> <input type="button"/> <input type="button"/> <input type="button"/> Latitud: 38°58'16.83"N Longitud: 004°10'50.26"W <input type="checkbox"/> Punto de entrada a la red | | | | | | | | | | | | |
| CCAA: | Castilla-La Mancha | | | | | | | | | | | |
| Provincia: | CIUDAD REAL | | | | | | | | | | | |
| Tipo de vía: | Nombre: | Número: | | | | | | | | | | |
| Lugar | ALCOLEA CALATRAVA/ER | S/N | | | | | | | | | | |
| Tipo de empl. cliente: | ESTACION RADIO | | | | | | | | | | | |
| Tipo de emplazamiento: | TORRE | | | | | | | | | | | |
| Denominación: | ALCOLEA DE CALATRAVA | | | | | | | | | | | |
| Propietario: | TELEFONICA | | | | | | | | | | | |
| Arrendador: | ARAGONESA DE SERVICIOS TELEMATICOS | | | | | | | | | | | |
| Tipo de servicio: | Transmisión circuitos | | | | | | | | | | | |
| Cliente: | Telefónica | | | | | | | | | | | |
| Torres | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Tipo</th> <th>Altura base</th> <th>Altura constr.</th> <th><input type="button"/></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Torre 1</td> <td>TORRE DE CELOSIA NORMAL</td> <td>0 m</td> <td>40 m</td> <td><input type="button"/> <input type="button"/></td> </tr> </tbody> </table> | | | Descripción | Tipo | Altura base | Altura constr. | <input type="button"/> | Torre 1 | TORRE DE CELOSIA NORMAL | 0 m | 40 m | <input type="button"/> <input type="button"/> |
| Descripción | Tipo | Altura base | Altura constr. | <input type="button"/> | | | | | | | | |
| Torre 1 | TORRE DE CELOSIA NORMAL | 0 m | 40 m | <input type="button"/> <input type="button"/> | | | | | | | | |
| Datos SNL | | | | | | | | | | | | |
| Códigos SIGIR: | ACAL.ER TR01 | <input type="button"/> | | | | | | | | | | |
| Descripción auxiliar: | ALCOLEA CALATRAVA/ER SALA TX | | | | | | | | | | | |
| Descripción población: | ALCOLEA DE CALATRAVA | | | | | | | | | | | |
| Dirección GESCAL: | <input type="text"/> | | | | | | | | | | | |
| Código CELSIG: | <input type="text"/> | | | | | | | | | | | |
| Código INE: | 130007 | | | | | | | | | | | |
| Nombre INE: | Alcolea de Calatrava | | | | | | | | | | | |

Dentro del diálogo del emplazamiento el usuario puede configurar los parámetros propios del mismo:

- **Nombre o Código.**
- **Nombre o Código cliente.**
- **Descripción.**
- **Latitud y Longitud** (geográficas WGS84). El usuario puede introducir las coordenadas manualmente, mediante el botón "Seleccionar un punto del mapa" o optimizándolas buscando un punto más alto en las proximidades.
- **Altura.** Altura de la torre del emplazamiento.
- **CCAA.** Comunidad autónoma.
- **Provincia.**
- **Tipo de vía, Nombre de vía y Número.** Es la dirección postal que se utilizará en el informe para la Administración.
- **Tipo de emplazamiento cliente.** Tipología de emplazamiento establecido por el cliente.
- **Tipo de emplazamiento.**
- **Denominación.**
- **Propietario.** Propietario del emplazamiento.
- **Arrendador.** Arrendador del emplazamiento.
- **Tipo de servicio.** Transmisión de circuitos, Broadcast, etc..
- **Cliente.** Cliente principal del emplazamiento.
- **Torres.** El usuario puede introducir tantas torres como exista en el emplazamiento. Al menos deberá existir una para ubicar la antena del radioenlace.
- **Datos SNL.**
 - **Códigos SIGIR.** Un mismo emplazamiento puede disponer de varios códigos SIGIR (todos tienen el mismo código de emplazamiento, 8 caracteres del código SIGIR).
 - **Descripción auxiliar.**
 - **Descripción población.**
 - **Dirección GESCAL.**
 - **Código CELSIG.**
- **Código INE.** Se llenará automáticamente a partir de las coordenadas del emplazamiento.

El parámetro que identificará únicamente a cada emplazamiento será su código, pudiendo disponer de varios códigos SIGIR.

Una vez el usuario modifique un emplazamiento podrá guardarlo en el inventario mediante el botón "Guardar". En el caso de que los cambios realizados sea coordenadas, esto significa cambiar las coordenadas de todos los extremos y pasivos que se encuentren asociados a dicho emplazamiento dentro del ir recalcularán los azimuts e inclinaciones. Los cambios no se propagarán a los estudios individuales que cada usuario disponga pre-cargados en sus perfiles.

PREFERENCIAS DE USUARIO

En esta sección es posible configurar la apariencia de la aplicación, las notificaciones del sistema o incluso cambiar la contraseña del usuario.

Se puede acceder a esta funcionalidad seleccionando el ícono  de la barra de herramientas.

- [Información personal](#)
- [General](#)
- [Estudios](#)

USUARIO

En una primera pestaña se muestran los datos de carácter personal, únicos para cada uno de los usuarios:

Preferencias de usuario

Usuario General Estudios Servicios contratados Facturación

* **Nombre de usuario:**

Nombre:

Apellidos:

» [Cambiar contraseña](#)

Cambiar configuración de correo electrónico

* **Email:**

* **Confirmar Email:**

Sí, deseo recibir información sobre actualizaciones, nuevas funcionalidades de XIRIO ONLINE, innovaciones en planificación radio e invitaciones a eventos y webinars relacionados con APTICA y XIRIO ONLINE.

[Darse de baja en XIRIO ONLINE](#)

Los campos relativos este tipo de información son modificables por el usuario.

Si se modifica la contraseña a través del botón "Cambiar contraseña", el usuario recibirá en su correo electrónico la nueva contraseña, con la cual accederá a **Xirio** a partir de ese momento.

GENERAL

La pestaña "General" detalla la información relativa a las preferencias configurables de la cuenta de usuario tales como el idioma del interfaz de **Xirio**, las opciones de notificación de caducidad de resultados vía correo electrónico, o las opciones de carga y visualización de resultados en el interfaz gráfico.

Preferencias de usuario

| |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="button" value="Usuario"/> <input checked="" type="button" value="General"/> <input type="button" value="Estudios"/> <input type="button" value="Servicios contratados"/> <input type="button" value="Facturación"/> |
| <p>Idioma predeterminado:</p> <p><input checked="" type="radio"/> Español <input type="radio"/> Inglés</p> <p><i>El cambio de idioma se hará efectivo en el siguiente inicio de sesión.</i></p> <hr/> <p>Avisos:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Notificar por correo electrónico la caducidad próxima de resultados</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Mostrar la ventana de estadísticas al inicio de la aplicación</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Mostrar la ventana de bienvenida al inicio de la aplicación</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Comprobar compatibilidad del navegador al inicio de la aplicación</p> <hr/> <p>Carga de resultados:</p> <p><input type="radio"/> Cargar siempre todos los elementos de radio</p> <p><input checked="" type="radio"/> Cargar solo cuando sean menos que el límite seleccionado</p> <p>Límite máximo de elementos de radio <input type="text" value="100"/></p> <hr/> <p>Visualización de resultados:</p> <p><input type="radio"/> Mostar en el visor siempre todos los elementos de radio</p> <p><input checked="" type="radio"/> Mostar en el visor solo cuando sean menos que el límite seleccionado</p> <p>Límite máximo de elementos de radio <input type="text" value="30"/></p> |

- **Idioma predeterminado.** Español o inglés.
- **Notificar por correo electrónico la caducidad próxima de resultados.** Cuando esta opción está activada, 5 días antes de que un resultado caduque se envía un correo electrónico al usuario indicandole la proximidad de la fecha. Pasado este tiempo, si no se ha renovado, el resultado se elimina.
- **Mostrar la ventana de estadísticas al inicio de la aplicación.** Con esta opción activada se muestra un panel con información del saldo disponible en la cuenta del usuario. Además se muestra también información del número de cálculos realizados y de los resultados disponibles y a punto de caducar.
- **Mostrar la ventana de bienvenida al inicio de aplicación.**
- **Comprobar compatibilidad del navegador al inicio de la aplicación.** La configuración por defecto de algunas versiones de navegadores deshabilitan o impiden el funcionamiento óptimo de algunas características visuales de **Xirio**. Con esta opción activada se comprobará este funcionamiento al arrancar la sesión.
- **Configuración de carga de resultados.** Cuando un resultado cuenta con un número alto de elementos radioeléctricos que mostrar es posible que se retrasice el funcionamiento de la herramienta. Con esta opción es posible impedir que se carguen los elementos radioeléctricos si se supera un número máximo permitido.
- **Configuración de visualización de resultados.** De la misma manera que la opción anterior, aunque se carguen los elementos radioeléctricos con el resultado, es posible impedir que se muestren por defecto en el visor.

ESTUDIOS

La pestaña "Estudios" contiene la información relativa a la interacción de la herramienta con el usuario al trabajar con estudios radioelectricos.

Preferencias de usuario

[Usuario](#) [General](#) **Estudios** [Servicios contratados](#) [Facturación](#)

Elementos en el visor:

Estilo línea de perfil:  [+](#)

Estilo línea área de cobertura:  [+](#)

Estilo línea área de multicobertura:  [+](#)

Mostrar iconos clasicos en el visor
 Mostrar iconos sectoriales en el visor

El proceso de cambio de iconos en el visor puede ser pesado dependiendo de la cantidad de estudios y resultados que se estén mostrando actualmente en el visor.

Rangos de colores por defecto: [+](#)

| | |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rango de señal / RSRP: | Rango por defecto de XIRIO ONLINE  + |
| Rango de señal / RSRP LTE IoT: | Rango por defecto de XIRIO ONLINE  + |
| Rango de solapamiento: | Rango por defecto de XIRIO ONLINE  + |
| Rango de interferencia: | Rango por defecto de XIRIO ONLINE  + |
| | |
| Rango de RSSI: | Rango por defecto de XIRIO ONLINE  + |
| Rango de RSRQ: | Rango por defecto de XIRIO ONLINE  + |
| Rango de RS SINR: | Rango por defecto de XIRIO ONLINE  + |
| Rango de PDSCH SINR: | Rango por defecto de XIRIO ONLINE  + |
| Rango de PUSCH SINR: | Rango por defecto de XIRIO ONLINE  + |
| Rango de throughput teórico DL: | Rango por defecto de XIRIO ONLINE  + |
| Rango de throughput teórico UL: | Rango por defecto de XIRIO ONLINE  + |
| Rango de throughput teórico DL por usuario: | Rango por defecto de XIRIO ONLINE  + |
| Rango de throughput teórico UL por usuario: | Rango por defecto de XIRIO ONLINE  + |
| Rango de DL CINR: | Rango por defecto de XIRIO ONLINE  + |
| Rango de UL CINR: | Rango por defecto de XIRIO ONLINE  + |
| Rango de Eb/N DL: | Rango por defecto de XIRIO ONLINE  + |
| Rango de Eb/N UL: | Rango por defecto de XIRIO ONLINE  + |
| Rango de Ec/I0: | Rango por defecto de XIRIO ONLINE  + |
| Rango de RSSI 5G: | Rango por defecto de XIRIO ONLINE  + |
| Rango de SS-RSRQ 5G: | Rango por defecto de XIRIO ONLINE  + |
| Rango de SS-SINR DL 5G: | Rango por defecto de XIRIO ONLINE  + |
| Rango de SINR UL 5G: | Rango por defecto de XIRIO ONLINE  + |
| Rango de throughput DL 5G: | Rango por defecto de XIRIO ONLINE  + |
| Rango de throughput UL 5G: | Rango por defecto de XIRIO ONLINE  + |
| Rango de throughput por usuario DL 5G: | Rango por defecto de XIRIO ONLINE  + |
| Rango de throughput por usuario UL 5G: | Rango por defecto de XIRIO ONLINE  + |
| Rango de SNR: | Rango por defecto de XIRIO ONLINE  + |
| Rango de fiabilidad: | Rango por defecto de XIRIO ONLINE  + |

Materiales por defecto: [+](#)

Sistemas de coordenadas por defecto: [?](#)

| Nombre | Código |
|--------|--------|
| | |

- **Estilo de elementos en el visor.** Se puede configurar el color, grosor y opacidad de las líneas de perfiles, coberturas y multicoberturas en el visor.

- **Mostrar iconos clásicos o sectorizados en el visor.** El usuario puede elegir entre utilizar los iconos clásicos X o sectorizados X
- **Rangos de colores por defecto:** Es posible configurar los rangos por defecto que se cargan al inicializar un estudio.
 - Estudios de cobertura: rangos de señal.
 - Estudios de cobertura múltiple: rangos de señal, solapamiento e interferencias.
 - Estudios de LTE: además de los anteriores es posible configurar los rangos por defecto de RSSI, RSRQ, RS SINR, PDSCH SINR, PUSCH SINR, throughput teórico DL y throughput teórico UL.
 - Estudios de HF: rangos de señal, SNR y disponibilidad.
- **Materiales por defecto:** Listado de materiales al inicializar una nueva capa de interiores en el [editor de cartografía de interiores](#).
- **Sistemas de coordenadas por defecto:** sistemas de coordenadas definidos por el usuario para utilizar en la [calculadora de coordenadas](#), importación de [emplazamientos](#), [POIs](#), [usuarios fijos](#) y [medidas](#). Estos sistemas de coordenadas se definen a través de su identificador, compatible con varios [formatos](#).

ESTUDIOS

Un estudio es la unidad básica de trabajo de **Xirio**. Sobre él se pueden realizar las diferentes simulaciones del comportamiento radioeléctrico de los elementos que lo forman: transmisores, receptores, extremos, métodos de cálculo, etc.

En **Xirio** existen 5 estudios diferentes, cada uno de ellos con un propósito diferente.

En los siguientes apartados se explica cómo llevar a cabo cada uno de los tipos de estudio, desde la configuración de los parámetros necesarios para el cálculo hasta la obtención de los resultados.

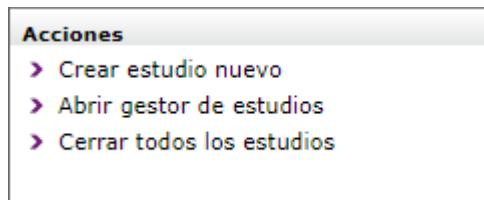
Antes de comenzar a planificar un estudio es recomendable conocer la funcionalidad que le ofrece la barra de herramientas situada en la parte superior del visor, ya que es un complemento básico que le ayuda a optimizar el proceso de planificación y agiliza los pasos a desarrollar.

Los estudios disponibles en **Xirio** son:

- [Enlace](#)
- [Red de Transporte](#)
- [Cobertura](#)
- [Cobertura Multitransmisor](#)

ACCIONES DE LA CARPETA DE ESTUDIOS

Desde el panel de acciones del estudio se puede acceder a las siguientes opciones:



- **Crear estudio nuevo.** Crea un estudio nuevo en función del tipo de estudio y del servicio (tecnología a simular) deseado. A partir de este servicio, **Xirio** configurará adecuadamente los parámetros radioeléctricos del estudio para realizar una simulación coherente y realista. Puede obtener más información en la página [¿Cómo crear un Estudio?](#).
- **Abrir gestor de estudios.** Muestra una ventana con todos los estudios almacenados en la cuenta del usuario. Estos estudios están organizados en función del tipo de estudio. Puede obtener más información en la página [¿Cómo abrir un Estudio?](#).
- **Cerrar todos los estudios.** Cierra todos los estudios de la sesión actual.

ENLACE

Los estudios de enlace se crean para analizar la viabilidad de un enlace radioeléctrico de microondas entre estaciones del servicio fijo. Para realizar los cálculos específicos que permiten analizar la calidad y la indisponibilidad del enlace, no solo es necesario configurar debidamente los extremos y equipos de radio, sino también los [parámetros específicos del enlace](#), como son el tipo de vano, objetivos, método de protección y diversidad, velocidad, tiempo entre fallos, etc. **Xirio** implementa todas las funciones y algoritmos de cálculo que permite desarrollar la metodología a seguir para la planificación de radioenlaces digitales del servicio fijo, descrita en la [Rec. UIT-R P.530](#); el usuario puede además modificar los [parámetros propios del método de cálculo](#) implementado en **Xirio**.

Para crear un estudio de enlace, debe seleccionar el tipo de estudio desde el icono  "Crear nuevo estudio" o desde el enlace del panel de tareas y especificar el servicio o tecnología que se va a planificar.

Una vez seleccionado el servicio y creado el estudio, se abrirá el diálogo para configurar los parámetros del enlace. El diálogo del estudio de enlace se divide en cuatro secciones:

1. [Estudio](#)
2. [Extremos](#)
3. [Equipos](#)
4. [Parámetros de cálculo](#)

Propiedades del estudio de Enlace

Estudio

| Código radioenlace: | RL000018 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------|----------|-----------|-------------|--------|---------|----------|------------|----------|-------------------|--------|----------------------|--------|----------------------------|----------|------------|---------|---------|-------------|-------------------------------|---------------------|---------------------------------|--|
| Código Prometeo: | RL000018 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Código indeleble: | 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Código cliente: | 100022 - 100005 - 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Orden de trabajo: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tecnología: | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Grupo: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número de expediente: | DGZZ-9900252 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Banda: | Banda 150 - 7 MHz ↑ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción: ALBALA C.T. - CARMONITA E.R. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha de primera puesta en servicio: | 30/09/2005 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha de última puesta en servicio/apagado: | 30/09/2005 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Enlace agregado <table border="1"> <tr> <td>Agregación:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Camino:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Velocidad:</td> <td>155 Mbps</td> </tr> <tr> <td>Tráfico cursado:</td> <td>0 Mbps</td> </tr> <tr> <td>Número de circuitos:</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Caudal agregado circuitos:</td> <td>155 Mbps</td> </tr> <tr> <td>Provincia:</td> <td>CACERES</td> </tr> <tr> <td>Estado:</td> <td>En servicio</td> </tr> <tr> <td>Fecha de última modificación:</td> <td>28/07/2016 17:23:51</td> </tr> <tr> <td>Usuario de última modificación:</td> <td></td> </tr> </table> | | | | | Agregación: | | Camino: | | Velocidad: | 155 Mbps | Tráfico cursado: | 0 Mbps | Número de circuitos: | 1 | Caudal agregado circuitos: | 155 Mbps | Provincia: | CACERES | Estado: | En servicio | Fecha de última modificación: | 28/07/2016 17:23:51 | Usuario de última modificación: | |
| Agregación: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Camino: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Velocidad: | 155 Mbps | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tráfico cursado: | 0 Mbps | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número de circuitos: | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal agregado circuitos: | 155 Mbps | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Provincia: | CACERES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estado: | En servicio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha de última modificación: | 28/07/2016 17:23:51 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Usuario de última modificación: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Datos para la Administración | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Extremos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Extremo 1: | CC1000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Extremo 2: | CC1076 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Añadir pasivo: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipo de radio: | ML-HC 28M00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Parámetros de enlace: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Parámetros de cálculo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Calcular trayecto inverso | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Método de cálculo: | Nuevo Met530 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Método de cálculo determinístico válido para frecuencias mayores de 30 MHz. Recomendado para servicios fijos. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Capas de cartografía: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo</th> <th>Nombre</th> <th>Año</th> <th>Res. (m)</th> <th>Proveedor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MDT</td> <td>Altimetría España</td> <td>2018</td> <td>25.00</td> <td>Aptica</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | Tipo | Nombre | Año | Res. (m) | Proveedor | MDT | Altimetría España | 2018 | 25.00 | Aptica | | | | | | | | | | |
| Tipo | Nombre | Año | Res. (m) | Proveedor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MDT | Altimetría España | 2018 | 25.00 | Aptica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

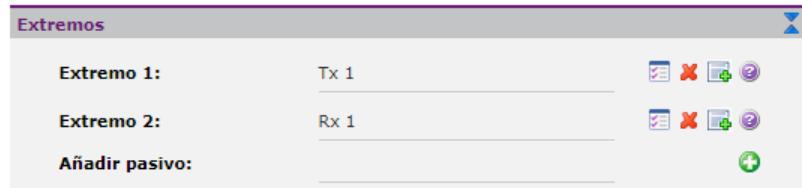
Puede consultar también información detallada sobre las [acciones de un estudio de enlace](#) que están disponibles para el usuario.

El [resultado del cálculo de un estudio de enlace](#) incluye información gráfica sobre la visibilidad del enlace. Adicionalmente, el usuario puede solicitar a **Xirio** que incluya en el cálculo del enlace un informe de vano digital y el plano de ruta.

PARÁMETROS ESPECÍFICOS DE SERVICIO FIJO

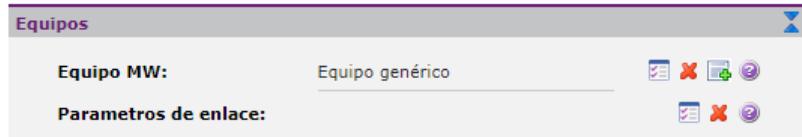
Sección Extremos

Esta sección permite configurar los [extremos y los elementos pasivos](#) intermedios del enlace.



Sección Equipos

En esta sección se configuran los [equipos](#) presentes en los extremos del enlace.



PARÁMETROS ESPECÍFICOS SERVICIO DE HF

Sección Rangos de resultado

Permite establecer los rangos del resultado de señal, SNR en recepción y fiabilidad de circuito para los servicios de HF que utilicen la recomendación Rec. UIT-R P.533.



SECCIÓN ESTUDIO

En la sección estudios el usuario puede encontrar los siguientes parámetros:

- **Código radioenlace.** Permite al usuario identificar el radioenlace. En el caso de que el enlace se vincule a una tarea [PROMETEO](#) este código se obtendrá de la tarea de nuevo enlace.
- **Código Prometeo.** Es el código que relaciona el enlace con el enlace de PROMETEO.
- **Código indeleble.** Código propio procedente de los enlaces de Telefónica.
- **Código cliente.** Código del enlace en el sistema de Telefónica.
- **Orden de trabajo.** Cuando un usuario vincula un radioenlace a una solicitud de nuevo enlace procedente de [PROMETEO](#), este valor se rellena automáticamente con la información procedente de la solicitud. Las diferentes órdenes de trabajo se van añadiendo según llegan diferentes órdenes asociadas al enlace conformando una lista.
- **Tecnología.** Indica si el enlace es SDH (S), PDH (P) o IP (E).
- **Grupo.** Permite agrupar estudios de enlace para organizarlos en el gestor de estudios.
- **Número expediente.** Campos necesarios para el informe para la Administración.
- **Banda** de trabajo del radioenlace.
- **Descripción.**
- **Fecha de primera puesta en servicio.** Este campo es modificado a través de peticiones enviadas por [PROMETEO](#).
- **Fecha de última puesta en servicio/apagado.** Este campo es modificado a través de peticiones enviadas por [PROMETEO](#).
- **Enlace agregado.** Indica si el enlace está agregado con otros enlaces de la red de transporte.
- **Agregación.** Cadena de caracteres identificando la agregación con otros enlaces de la red de transporte.
- **Camino.** Identificador del enlace lógico o camino en el sistema de Telefónica.
- **Velocidad del radioenlace.** En el caso de que el enlace se vincule a una tarea [PROMETEO](#) este código se obtendrá de la tarea de nuevo enlace o de aumento de caudal según corresponda.
- **Provincia.**
- **Estado.** Cuando un usuario vincula un radioenlace a una solicitud de [PROMETEO](#), este valor se rellena automáticamente con la información procedente de la solicitud.

Propiedades del estudio de Enlace

| Estudio | |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código radioenlace: | RL000018 |
| Código Prometeo: | RL000018 |
| Código indeleble: | 18 |
| Código cliente: | 100022 - 100005 - 2 |
| Orden de trabajo: | |
| Tecnología: | S |
| Grupo: | |
| Número de expediente: | DGZZ-9900252 |
| Banda: | Banda 150 - 7 MHz ↑ ↑ X ? |
| Descripción: ALBALA C.T. - CARMONITA E.R. | |
| Fecha de primera puesta en servicio: | 30/09/2005 31 |
| Fecha de última puesta en servicio/apagado: | 30/09/2005 31 |
| <input type="checkbox"/> Enlace agregado | |
| Agregación: | |
| Camino: | |
| Velocidad: | 155 Mbps |
| Tráfico cursado: | 0 Mbps |
| Número de circuitos: | 1 |
| Caudal agregado circuitos: | 155 Mbps |
| Provincia: | CACERES |
| Estado: | En servicio |
| Fecha de última modificación: | 28/07/2016 17:23:51 |
| Usuario de última modificación: | |

SECCIÓN EXTREMOS

Esta sección permite configurar el extremo inicial y final del radioenlace, así como todos los saltos en repetidores pasivos que existan entre ambos. Por defecto únicamente hay Extremo 1 y Extremo 2, pero el usuario puede añadir entre ambos uno o varios repetidores pasivos utilizando el botón . El orden en el que aparecen en el diálogo es el orden en el que se encuentren en la realidad. Cuando el usuario añade un repetidor pasivo podrá elegir entre "Espejo" o "Back to back". De este modo, esta sección contendrá extremos, espejos y *back to back*.

PROPIEDADES DE LOS EXTREMOS

La siguiente imagen muestra el aspecto de la página de propiedades de un extremo:

Propiedades del extremo 1

Extremo 1

| | |
|----------------|-----------------------------------|
| Nombre: | <input type="text" value="Tx 1"/> |
|----------------|-----------------------------------|

Emplazamiento

| | | |
|-----------------------|--------------------------------------------------|--|
| Emplazamiento: | <input type="text"/> | |
| Coordenadas | | |
| Latitud: | <input n"="" type="text" value="40°26'51.01\"/> | |
| Longitud: | <input type="text" value="003°42'55.43\" w"=""/> | |

Parámetros de radio

| | |
|--------------------------------|--------------------------------------------------|
| Tipo sistema: | <input type="button" value="Estándar"/> |
| Antena principal: | <input type="text" value="Punto-Punto 35.5dBi"/> |
| Altura antena: | <input type="text" value="2"/> m |
| Orientación: | <input type="text" value="0"/> ° |
| Inclinación mecánica: | <input type="text" value="0"/> ° |
| Antena auxiliar: | <input type="text"/> |
| Altura antena auxiliar: | <input type="text" value="0"/> m |

Referencia de alturas de antenas

| | |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Alturas respecto a: | <input type="button" value="Nivel de azotea"/> |
| Usar altura de edificio: | <input type="button" value="Capa de elevación (MDE)"/> |
| Altura edificio: | <input type="text" value="0"/> m |

Frecuencias de transmisión

| Frecuencias | Polarización | |
|--------------------|---------------------|-------------------------------------|
| 10504.000 MHz | Horizontal | <input checked="" type="checkbox"/> |

| | |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| Feeder: | <input type="text"/> |
| Longitud del feeder: | <input type="text" value="0"/> m |
| Pérdidas del feeder: | <input type="text" value="0.00"/> dB |
| Pérdidas pasivos: | <input type="text" value="0"/> dB |
| MTTR: | <input type="text" value="5"/> h |

En cada extremo el usuario puede consultar o modificar los siguientes parámetros:

- **Nombre del extremo.** Es el nombre o código del emplazamiento. .
- **Emplazamiento.** Es el emplazamiento (estación) donde se encuentra el extremo. . Una vez seleccionado, el usuario puede consultar sus valores.
- **Latitud y Longitud** (geográficas WGS84). Son las coordenadas reales en las cuales se encuentra localizado el extremo y más concretamente su antena principal. Pueden coincidir o no con las coordenadas del emplazamiento. El usuario puede introducir las coordenadas manualmente, mediante el botón "Seleccionar un punto del visor", mediante la [calculadora de coordenadas](#) e incluso optimizándolas buscando un punto más alto en las proximidades. Así mismo puede copiar las coordenadas del emplazamiento al extremo con el botón correspondiente, siendo en este caso el extremo y el emplazamiento coincidentes geográficamente.

- **Antena principal.**
- **Altura.** De la antena principal, tiene que tener coherencia con las alturas construida de la base de la torre seleccionada.
- **Orientación e inclinación** de la antena.
- **Antena auxiliar.** Esta antena puede funcionar como mecanismo anti-reflexivo, proporcionar diversidad o protección anti-XPD.
- **Altura de la antena auxiliar.** Tiene que tener coherencia con las alturas construida de la base de la torre seleccionada.
- Lista de **frecuencias de transmisión**. Incluye polarizaciones.
- **Feeder, longitud y pérdidas.**
- **Pérdidas auxiliares.**
- **MTTR (Mean Time To Repair).** Tiempo medio de reparación.

PROPIEDADES DE LOS ESPEJOS

La siguiente imagen muestra el aspecto de la página de propiedades de un espejo:

Propiedades del Espejo

Espejo

| | |
|------------------|------------------------|
| Nombre: | <input type="text"/> |
| Alto espejo: | <input type="text"/> m |
| Ancho espejo: | <input type="text"/> m |
| Apertura de haz: | <input type="text"/> ° |

Emplazamiento

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Emplazamiento: | <input type="text"/> + |
| + E A C Globe Map | |
| Latitud: | <input type="text"/> 0.0 |
| Longitud: | <input type="text"/> 0.0 |
| Altura en torre: | <input type="text"/> 0 m |

Para cada pasivo configurado como espejo el usuario puede consultar o modificar los siguientes parámetros:

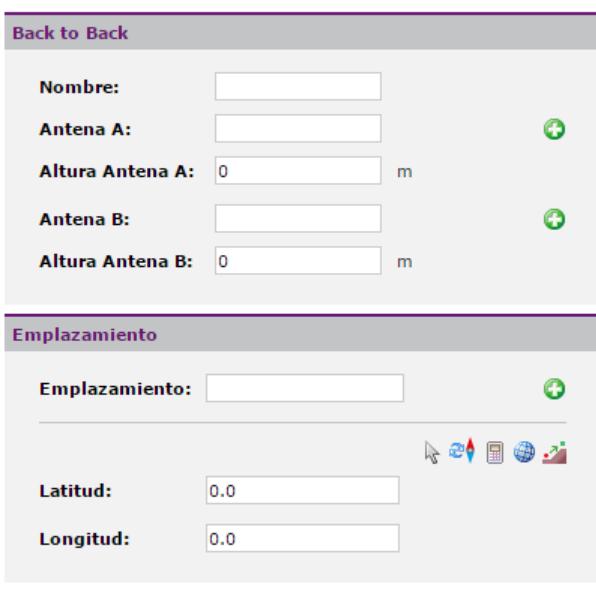
- **Nombre.** Permite al usuario identificar el espejo mediante un nombre o código. En el caso de que el usuario utilice un emplazamiento para ubicar el espejo, será el mismo que el del emplazamiento, no pudiendo editarse de este modo.
- **Ancho y alto** del espejo.
- **Apertura de haz** del espejo.
- **Emplazamiento.** Es el emplazamiento (estación) donde se encuentra el espejo. La selección de un emplazamiento rellena automáticamente la lista desplegable de torres y de códigos SIGIR. Una vez seleccionado, el usuario puede consultar sus valores.

- **Latitud y Longitud** (geográficas WGS84). Son las coordenadas reales en las cuales se encuentra localizado el espejo. Pueden coincidir o no con las coordenadas del emplazamiento. El usuario puede introducir las coordenadas manualmente, mediante el botón "Seleccionar un punto del visor", mediante la [calculadora de coordenadas](#)  e incluso optimizándolas buscando un punto más alto en las proximidades. Así mismo puede copiar las coordenadas del emplazamiento al espejo con el botón correspondiente, siendo en este caso el espejo y el emplazamiento coincidentes geográficamente.
- **Altura en torre.**

PROPIEDADES DE LOS BACK TO BACK

La siguiente imagen muestra el aspecto de la página de propiedades de un *back to back*:

Propiedades del Back to Back



| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Back to Back | |
| Nombre: | <input type="text"/> |
| Antena A: | <input type="text"/>  |
| Altura Antena A: | <input type="text"/> m |
| Antena B: | <input type="text"/>  |
| Altura Antena B: | <input type="text"/> m |
| Emplazamiento | |
| Emplazamiento: | <input type="text"/>  |
|       | |
| Latitud: | <input type="text"/> 0.0 |
| Longitud: | <input type="text"/> 0.0 |
| <input type="button" value="Aceptar"/> <input type="button" value="Aplicar"/> <input type="button" value="Recargar"/> <input type="button" value="Cancelar"/> | |

Para cada extremo configurado como *back to back* el usuario puede consultar o modificar los siguientes parámetros:

- **Nombre.** Permite al usuario identificar el *back to back* mediante un nombre o código. En el caso de que el usuario utilice un emplazamiento para ubicar el *back to back*, será el mismo que el del emplazamiento, no pudiendo editarse de este modo.
- **Antena A.**
- **Altura de la antena A.**
- **Antena B.**
- **Altura de la antena B.**
- **Emplazamiento.** Es el emplazamiento (estación) donde se encuentra el *back to back*. La selección de un emplazamiento rellena automáticamente la lista desplegable de torres y de códigos SIGIR. Una vez seleccionado, el usuario puede consultar sus valores.
- **Latitud y Longitud** (geográficas WGS84). Son las coordenadas reales en las cuales se encuentra localizado el *back to back*. Pueden coincidir o no con las coordenadas del emplazamiento. El usuario puede introducir las coordenadas manualmente, mediante el botón "Seleccionar un punto del visor", mediante la [calculadora de coordenadas](#)  e incluso optimizándolas buscando un punto más alto en las proximidades. Así mismo

puede copiar las coordenadas del emplazamiento al *back to back* con el botón correspondiente, siendo en este caso el *back to back* y el emplazamiento coincidentes geográficamente.

SECCIÓN EQUIPO

Los equipos de radio en **Xirio** son utilizados únicamente en los estudios de enlace de servicio fijo y en los estudios de red de transporte. El equipo de radio contempla parámetros específicos de un enlace de microondas, necesarios para el cálculo de la calidad e indisponibilidad del mismo.

En esta sección el usuario puede seleccionar el equipo de radio que desea utilizar el radioenlace. Para ello, en los equipos de radio dispone de un diálogo de selección como se ha visto en otras. La configuración de los equipos de radio comprende los parámetros que se muestran en la imagen.

Propiedades del Equipo MW

The screenshot shows three stacked configuration windows for a microwave equipment setup:

- Equipo MW** (Top Window):

| | |
|--------------------------|---------------------------------------------|
| Nombre: | ML-TN 56M00 |
| Descripción: | Equipo de radio IP MINI-LINK TN de Ericsson |
| Tecnología: | IP-Nativo |
| Servicio: | Punto-Punto -14,5 GHz - 56 MHz |
| Banda: | Banda 14-15,35 GHz |
| Ancho de banda: | 56 MHz |
| Potencia de saturación: | 20 dBm |
| Denominación de emisión: | 56M0D9WWT |
| MTBF: | 613200 h |
| Frecuencia inicial: | 14508 MHz |
| Frecuencia final: | 15341 MHz |
- Modulaciones** (Middle Window):

| Nombre | Modulación | Modo | Velocidad | Potencia | Umbral | C/I | Acción | | |
|---------|------------|--------|-------------|-----------|------------|----------|--------|--|--|
| QAM_64 | QAM-64 | Modo 1 | 280.00 Mbps | 21.00 dBm | -68.00 dBm | 31.00 dB | | | |
| QAM_128 | QAM-128 | Modo 1 | 320.00 Mbps | 21.00 dBm | -65.00 dBm | 34.00 dB | | | |
| QAM_256 | QAM-256 | Modo 2 | 370.00 Mbps | 20.00 dBm | -62.00 dBm | 37.00 dB | | | |
| QAM_512 | QAM-512 | Modo 2 | 400.00 Mbps | 19.00 dBm | -59.00 dBm | 40.00 dB | | | |
- Pérdidas divisores** (Bottom Window):

| Servicio | Reserva | Composición | Pérdidas Tx | Pérdidas Rx | Acción | |
|----------|---------|-----------------|-------------|-------------|--------|--|
| 4 | 0 | XPIC | 3.400 | 3.400 | | |
| 3 | 0 | HeteroFrequency | 2.400 | 2.400 | | |
| 2 | 0 | XPIC | 0.000 | 0.000 | | |
| 3 | 0 | HeteroFrequency | 3.400 | 3.400 | | |
| 1 | 1 | XPIC | 0.000 | 0.000 | | |
| 1 | 1 | IsoFrequency | 1.500 | 1.500 | | |
| 1 | 0 | HeteroFrequency | 0.000 | 0.000 | | |
| 2 | 0 | HeteroFrequency | 3.400 | 3.400 | | |
| 3 | 0 | XPIC | 3.400 | 3.400 | | |
| 4 | 0 | HeteroFrequency | 3.400 | 3.400 | | |

At the bottom of the interface are four buttons: Aceptar, Aplicar, Recargar, and Cancelar.

Dentro del diálogo del equipo de radio el usuario puede configurar los siguientes parámetros:

- **Propiedades del equipo:**

- **Nombre.**
- **Descripción.**
- **Servicio.** No editable.
- **Banda de frecuencia** genérica. No editable.
- **Ancho de Banda.** Configurado por defecto a la canalización concreta de la banda.
- **Potencia de saturación** del receptor.
- La **denominación** de la emisión.
- **MTBF** (*Mean Time Between Failures*). Tiempo medio entre fallos. Parámetro indispensable para los cálculos de indisponibilidad en los radioenlaces.
- **Frecuencia inicial** y **Frecuencia final**. Rango de trabajo del equipo de radio.

• **Modulaciones:** Una tabla muestra los parámetros básicos de las modulaciones que el equipo radio puede utilizar, siendo estos parámetros directamente editables en la tabla. Una lista desplegable permite seleccionar el modo de trabajo del equipo de radio cuyas modulaciones se quieren visualizar en la tabla. Las modulaciones incorporan una serie de [parámetros avanzados](#) que pueden ser configurados mediante el botón .

• **Pérdidas divisores:** Cuando tenemos configuraciones de protección, N+1 u otros casos, es necesario configurar las pérdidas que introducen los divisores que los unen, también denominado branching.

MODULACIONES

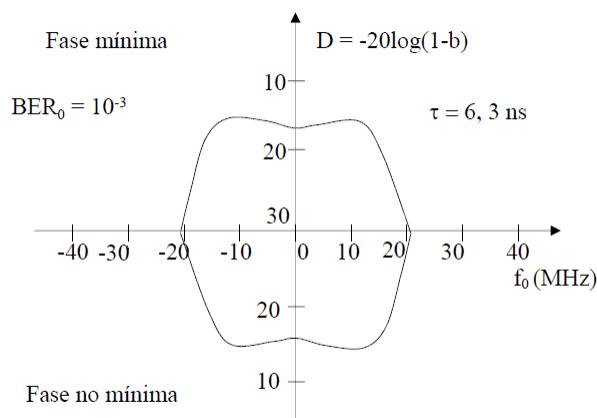
Los parámetros que caracterizan una modulación utilizada por un equipo de radio se muestran en la siguiente imagen:

Propiedades de la Modulación

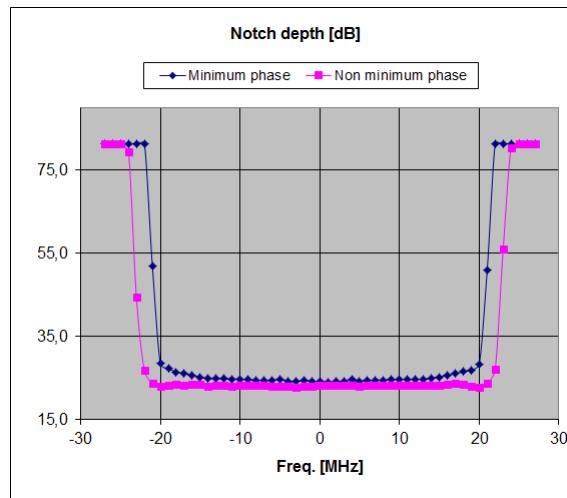
| Propiedades | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------|-------|---|-------------|------------|--------------------------|-------------|------------|--------------------------|-------------|------------|--------------------------|-------------|------------|--------------------------|-------------|------------|--------------------------|-------------|------------|--------------------------|-------------|----------|--------------------------|------------|----------|--------------------------|-----------|----------|--------------------------|-----------|----------|--------------------------|
| Nombre: | <input type="text" value="QAM_512"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ID administrativo: | <input type="text" value="38"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Modulación: | <input type="text" value="QAM-512"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Modo: | <input type="text" value="Modo 2"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Potencia: | <input type="text" value="19"/> dBm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ATPC: | <input type="text" value="0"/> dB | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Velocidad: | <input type="text" value="400"/> Mbps | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo de umbral: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <input type="radio"/> Umbral SES <input checked="" type="radio"/> Umbral 10^{-6} | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Umbral SES: | <input type="text" value="-59.5"/> dBm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Umbral 10^{-6}: | <input type="text" value="-59"/> dBm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eficiencia espectral: | <input type="text" value="Ninguna"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cálculo de valores: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <input checked="" type="radio"/> Signatura K <input type="radio"/> Método DFM | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Signatura K fm: | <input type="text" value="0.962001473288567"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Signatura K fnm: | <input type="text" value="0.962001473288567"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DFM: | <input type="text" value="0"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| XPIF: | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Factor de mejora XPIF: | <input type="text" value="0"/> dB | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C/I | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C/I Cocanal (SES): | <input type="text" value="39.5"/> dB | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C/I 3dB (SES): | <input type="text" value="35.5"/> dB | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C/I Adyacente 3dB (SES): | <input type="text" value="-9.5"/> dB | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C/I Cocanal (10^{-6}): | <input type="text" value="40"/> dB | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C/I 3dB (10^{-6}): | <input type="text" value="36"/> dB | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C/I Adyacente 3dB (10^{-6}): | <input type="text" value="-9"/> dB | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Máscara C/I: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Separación</th> <th>Valor</th> <th style="text-align: right;">+</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-56.000 Mhz</td> <td>-45.000 dB</td> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> </td> </tr> <tr> <td>-49.000 Mhz</td> <td>-40.000 dB</td> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> </td> </tr> <tr> <td>-42.000 Mhz</td> <td>-30.000 dB</td> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> </td> </tr> <tr> <td>-35.000 Mhz</td> <td>-25.000 dB</td> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> </td> </tr> <tr> <td>-28.000 Mhz</td> <td>-20.000 dB</td> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> </td> </tr> <tr> <td>-21.000 Mhz</td> <td>-10.000 dB</td> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> </td> </tr> <tr> <td>-14.000 Mhz</td> <td>0.000 dB</td> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> </td> </tr> <tr> <td>-7.000 Mhz</td> <td>0.000 dB</td> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> </td> </tr> <tr> <td>0.000 Mhz</td> <td>0.000 dB</td> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> </td> </tr> <tr> <td>7.000 Mhz</td> <td>0.000 dB</td> <td style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> </td> </tr> </tbody> </table> | | Separación | Valor | + | -56.000 Mhz | -45.000 dB | <input type="checkbox"/> | -49.000 Mhz | -40.000 dB | <input type="checkbox"/> | -42.000 Mhz | -30.000 dB | <input type="checkbox"/> | -35.000 Mhz | -25.000 dB | <input type="checkbox"/> | -28.000 Mhz | -20.000 dB | <input type="checkbox"/> | -21.000 Mhz | -10.000 dB | <input type="checkbox"/> | -14.000 Mhz | 0.000 dB | <input type="checkbox"/> | -7.000 Mhz | 0.000 dB | <input type="checkbox"/> | 0.000 Mhz | 0.000 dB | <input type="checkbox"/> | 7.000 Mhz | 0.000 dB | <input type="checkbox"/> |
| Separación | Valor | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -56.000 Mhz | -45.000 dB | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -49.000 Mhz | -40.000 dB | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -42.000 Mhz | -30.000 dB | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -35.000 Mhz | -25.000 dB | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -28.000 Mhz | -20.000 dB | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -21.000 Mhz | -10.000 dB | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -14.000 Mhz | 0.000 dB | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -7.000 Mhz | 0.000 dB | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 Mhz | 0.000 dB | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.000 Mhz | 0.000 dB | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cálculo de valores: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <input type="radio"/> Más cercano <input checked="" type="radio"/> Interpolación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <input type="button" value="Aceptar"/> <input type="button" value="Aplicar"/> <input type="button" value="Recargar"/> <input type="button" value="Cancelar"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Dentro de este diálogo, si se disponen de los permisos oportunos, el usuario podrá configurar los parámetros avanzados propios de cada modulación del equipo:

- **Nombre** de la modulación.
- **Tipo de modulación**. Contiene modulación y número de estados (QPSK, 64-QAM, etc.)
- **Modo**. Indica a qué modo de trabajo del [equipo de radio](#) corresponde la modulación.
- **Potencia** nominal del transmisor para esa modulación.
- **ATPC** (*Automatic Transmit Power Control*). Margen en decibelios para el control automático de potencia, que disminuirá la potencia nominal cuando sea posible para ahorrar energía.
- **Bitrate** o velocidad binaria.
- **Tipo de Umbral**:
 - Umbral para una **BER 10⁻⁶**. Corresponde al umbral de recepción para no superar una tasa de error de bit para la que todos los segundos son segundos con muchos errores (segundos que de 10⁻⁶ medida con un tiempo de integración de un segundo).
 - Umbral para una **BER SES** (*Severely Errored Second*). Corresponde al umbral de recepción para no superar una tasa de error de bit para la que todos los segundos son segundos con muchos errores (segundos que contengan ≥ 30% de bloques con errores o por lo menos un defecto). Este umbral depende de la estructura de la trama digital que se envía en el radioenlace; por ello no es un parámetro suministrado típicamente por el fabricante.
- Tipo de clase de **eficiencia espectral** según la ETSI (ETSI EN 302 217-2-2). En ausencia de los filtros de red, se utilizan las máscaras de definidas en estas normas.
- Método de especificación de la **signatura**. Dependiendo de los parámetros facilitados por el fabricante, se podrá especificar mediante:
 - El **valor K**, que se calculará a partir de los valores de ancho y profundidad de la signatura y del retardo de referencia, además de:
 - Valor del parámetro K de la signatura para fase mínima.
 - Valor del parámetro K de la signatura para fase no mínima.



- A través del **DFM** (*Dispersive Fade Margin*), cuyo valor será calculado siguiendo las siguientes fórmulas:



$$Sw = \int_{-f1}^{f1} \left(\ell^{\frac{-Bn(f)}{3.8}} + \ell^{\frac{-Bm(f)}{3.8}} \right) df$$

$$DFM = 17.6 - 10 * \log_{10} \left(\frac{Sw}{158.4} \right)$$

$$Kn = (T^2 * W * \lambda a) / \tau r$$

- Indicación de si en la modulación es aplicable cancelador de polarización cruzada, indicando su factor de mejora **XPIF** (*Cross Polarization Improvement Factor*) en dB.

Además, el diálogo de la modulación también cuenta con una sección C/I donde el usuario puede indicar:

- Cálculo de **relación Portadora / Interferente**:
 - C/I Cocanal SES**, para una degradación del umbral de 1 dB para asegurar la BER SES.
 - C/I Canal SES adyacente**, para una degradación del umbral de 3 dB para asegurar la BER SES.
 - C/I Cocanal SES 3dB**, para una degradación del umbral de 3 dB para asegurar la BER SES. Es el margen para decir si una señal cocanal interferirá.
 - C/I Cocanal BER 10^{-6}** , para una degradación del umbral de 1 dB para asegurar la BER 10^{-6} .
 - C/I Canal BER 10^{-6} adyacente**, para una degradación del umbral de 3 dB para asegurar la BER 10^{-6} .
 - C/I Cocanal BER 10^{-6} 3dB**, para una degradación del umbral de 3 dB para asegurar la BER 10^{-6} . Es el margen para decir si una señal cocanal interferirá.
- Máscara C/I**, o factor de protección. Se puede editar manualmente. Es el resultado de la convolución del filtro de emisión del transmisor y el filtro de selectividad del receptor de un mismo equipo a la misma modulación. Típicamente es conocido como NFD (*Net Filter Discrimination*).

PARÁMETROS DE CÁLCULO

En esta sección el usuario puede establecer aquellos parámetros que determinan los resultados obtenidos. En principio el usuario no es necesario que modifique esta sección ya que viene configurada por defecto. Los parámetros de esta sección son:

- **Calcular trayecto inverso.** Por defecto siempre está marcado e indica que se analice tanto el trayecto directo como el inverso.
- **Método de cálculo.** [Rec. UIT-R P.530](#) en su última versión.
- **Cartografía** utilizada en los cálculos. En esta sección el usuario configurará los modelos digitales de terreno que se utilizarán en el cálculo así como la capa morfográfica o *clutter*.



PARÁMETROS DE ENLACE

Xirio permite configurar una serie parámetros específicos del enlace en el cálculo de un radioenlace digital de microondas para el servicio fijo:

Parámetros de Enlace

| Nombre | Modul. | Modo | Obj. Calidad | Obj. Indisp. | Aten. RTPC Extr. 1 | Aten. RTPC Extr. 2 | Garant. | Activa | |
|---------|---------|--------|--------------|--------------|--------------------|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--|
| 64 QAM | QAM-64 | Modo 1 | 0.0150 | 0.0400 | 0.00 dB | 0.00 dB | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| 128 QAM | QAM-128 | Modo 1 | 0.0150 | 0.0400 | 0.00 dB | 0.00 dB | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| 256 QAM | QAM-256 | Modo 2 | 0.0150 | 0.0400 | 0.00 dB | 0.00 dB | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | |

- **Tipo de vano.** Es posible seleccionar el tipo de trayecto al que pertenece un vano en función de la tecnología de la red y el tipo de tramo. Mediante esta selección y la distancia calculada entre los extremos del enlace, **Xirio** propone por defecto los objetivos de calidad e indisponibilidad marcados por las correspondientes recomendaciones. Existe la posibilidad también de definir los objetivos manualmente seleccionando la opción "Definido por el usuario".

| Nombre | Modul. | Modo | Obj. Calidad | Obj. Indisp. | Aten. RTPC Extr. 1 | Aten. RTPC Extr. 2 | Garant. | Activa | |
|---------|---------|--------|--------------|--------------|--------------------|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--|
| 64 QAM | QAM-64 | Modo 1 | 0.0150 | 0.0400 | 0.00 dB | 0.00 dB | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| 128 QAM | QAM-128 | Modo 1 | 0.0150 | 0.0400 | 0.00 dB | 0.00 dB | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| 256 QAM | QAM-256 | Modo 2 | 0.0150 | 0.0400 | 0.00 dB | 0.00 dB | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | |

- **Objetivos.** Una lista desplegable permite seleccionar el modo de trabajo del [equipo de radio](#), es decir, qué [modulaciones](#) pueden ser utilizadas en el enlace. Para cada una de estas modulaciones se podrán establecer diferentes objetivos, los cuales vienen determinados por:

- **Nombre, Modulación y Modo:** campos no editables, rellenados automáticamente con los parámetros del equipo de radio.

- **Objetivo de Calidad e Indisponibilidad**, en tantos por ciento.
- **Atenuación extremos**: atenuación manual RTPC a aplicar en cada uno de los extremos, en dB.
- **Garantizado**, que obliga a la asignación automática de frecuencias a garantizar el correcto funcionamiento de esa modulación.
- **Activa**, que indica si la modulación será contemplada en los cálculos.
- **Cálculo automático de los objetivos**, teniendo en cuenta la configuración seleccionada y la distancia entre los extremos.

Objetivos

Modo seleccionado: Todos

Aplicar cambios en Aten. RTPC Extr. 1 a todas las modulaciones
Aplicar cambios en Aten. RTPC Extr. 2 a todas las modulaciones

| Nombre | Modul. | Modo | Obj. Calidad | Obj. Indisp. | Aten. RTPC Extr. 1 | Aten. RTPC Extr. 2 | Garant. | Activa | |
|---------|---------|--------|--------------|--------------|--------------------|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|
| 64 QAM | QAM-64 | Modo 1 | 0.0150 | 0.0400 | 0.00 dB | 0.00 dB | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> OBJ |
| 128 QAM | QAM-128 | Modo 1 | 0.0150 | 0.0400 | 0.00 dB | 0.00 dB | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> OBJ |
| 256 QAM | QAM-256 | Modo 2 | 0.0150 | 0.0400 | 0.00 dB | 0.00 dB | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> OBJ |

- **Método de protección**. Con el objetivo de mejorar la indisponibilidad del radioenlace digital, se puede establecer cierta redundancia en los equipos. **Xirio** permite al usuario establecer una configuración de protección N+r con o sin canal prioritario. Se dispone de este modo de N equipos nominales, es decir, en funcionamiento, y de r equipos redundantes, a la espera de que se produzca algún fallo en los equipos principales. En el caso de que el radioenlace utilice protección, se puede determinar el tipo de composición, si trabajan a la misma frecuencia (Iso Frecuencia), si son diferentes frecuencias (Hetero Frecuencia) o si son XPIC (misma frecuencia y polarización cruzada).

Método de protección

Sin protección
N+r sin canal prioritario
N+r con canal máxima prioridad

N: 1
r: 1

Tipo de composición: Ninguna

- **Diversidad**. Las técnicas de diversidad permiten mejorar el nivel de señal recibido y la característica de error de dicha señal. **Xirio** permite al usuario elegir el tipo de diversidad que desea aplicar al enlace:
 - **Diversidad de espacio**. Se dispone de dos trayectos radioeléctricos al disponer de dos antenas receptoras separadas verticalmente varias longitudes de onda. Para utilizar esta opción será necesario configurar una antena auxiliar en alguno de los extremos del enlace.
 - **Diversidad de frecuencia**. Se dispone de una doble transmisión/recepción a frecuencias distintas, de forma que, cuando una se desvanece (oposición de fase), la recepción de la otra se efectúa en fase. Es necesario definir la desviación de frecuencia, normalmente entre un 2% y un 5%.
 - **Diversidad de ángulo**. Se emplean antenas con dos o más haces separadas por pequeños ángulos en el plano vertical, o bien antenas apuntando con ángulos diferentes. Es necesario definir la separación angular de las antenas y el gradiente de refractividad del terreno (Rec. UIT-R P.453).
 - **Diversidad de espacio y en frecuencia** (dos receptores).
 - **Diversidad de espacio y en frecuencia** (cuatro receptores).

- **Mecanismo anti-reflexivo.** Mediante el uso de una segunda antena en recepción (antena auxiliar) con una separación concreta de la antena principal es posible anular una reflexión. Para utilizar esta opción será necesario configurar una antena auxiliar en alguno de los extremos del enlace.

Diversidad

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|------|
| <input checked="" type="radio"/> Sin diversidad | | |
| <input type="radio"/> Diversidad de espacio | | |
| <input type="radio"/> Diversidad de frecuencia | | |
| Desviación de frecuencia: | 0.1 | % |
| <input type="radio"/> Diversidad en ángulo | | |
| Separación angular: | 1 | ° |
| Gradiente de refractividad (rec. 453): | 40 | N/km |
| <input type="radio"/> Diversidad de espacio y en frecuencia (dos receptores) | | |
| <input type="radio"/> Diversidad de espacio y en frecuencia (cuatro receptores) | | |
| <input type="radio"/> Mecanismo anti-reflexivo | | |

PARÁMETROS DEL MÉTODO DE CÁLCULO POR LA REC. UIT-R P.530

Además de los parámetros específicos del enlace radioeléctrico de microondas para el servicio fijo (como son el tipo de vano, la modulación, la velocidad, el tiempo entre fallos, etc.), hay otros parámetros propios del método de cálculo propuesto por la [Rec. UIT-R P.530](#).

Propiedades del Método de Cálculo

Método de cálculo

Nombre: Met530

Método de propagación: Rec. UIT-R P.530-17

Método de cálculo determinístico válido para frecuencias mayores de 30 MHz. Incorpora el análisis de viabilidad de radioenlaces digitales del servicio fijo.

Resolución: 100 m/pixel

Parámetros básicos

Cálculo automático de factor K

Factor K: 1.333

Margen de desvanecimiento: 0 dB

Propiedades de Rec. UIT-R P.530

Método para porcentajes de tiempo pequeños

Método para todos los porcentajes de tiempo

Atenuación por gases

Cálculo automático de la densidad vapor agua

Densidad vapor agua: 7.5 gr/m³

Cálculo automático de precipitaciones (R 0.01%)

Precipitaciones (R 0.01%): 27.2523909580869 mm/h

Descartar indisponibilidad por lluvia menor que 0.001%

Considerar indisponibilidad por nieve humeda

Considerar indisponibilidad por equipos

Calcular margen bruto para lluvia

Tiempo asegurado: 0.01 %

El parámetro de lluvia siempre es considerado en el cálculo de indisponibilidad del enlace.

Atenuación por reflexiones

Tipo de Terreno en reflexión: Mar

Forzar tipo de terreno en reflexión: Usar siempre

Factor de rugosidad máximo: 3

Xirio permite que el usuario elija qué tipo de cálculo y qué método de cálculo desea realizar, así como qué atenuaciones quiere tener en cuenta en el vano digital.

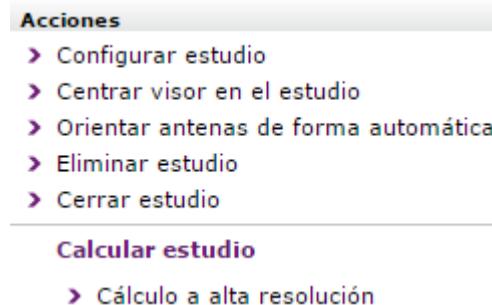
- **Método de cálculo.** La [Rec. UIT-R P.530](#) contempla dos tipos de cálculo de la probabilidad de desvanecimiento. Se trata de un método para porcentajes de tiempo pequeños y otro para cualquier porcentaje de tiempo.
- **Atenuación por gases.** Puede establecerse manualmente o configurar que la herramienta obtenga el valor de densidad de vapor de agua de la recomendación

correspondiente en función de las coordenadas de los extremos. El botón calculadora  permite al usuario obtener este valor calculado automáticamente.

- **Precipitaciones.** Puede establecerse manualmente o configurar que la herramienta obtenga el valor de precipitaciones de la recomendación correspondiente en función de las coordenadas de los extremos. El botón calculadora  permite al usuario obtener este valor calculado automáticamente.
- **Descartar indisponibilidad por lluvia menor que el 0.001%.** La [Rec. UIT-R P.530](#) no es válida para valores de indisponibilidad calculados inferiores al 0.001% del tiempo. El usuario de este modo puede optar por eliminar este cálculo en estos casos.
- **Cálculo de margen bruto para lluvia.** En el caso de que esta opción se active, en los [informes de vano digital](#) se obtendrá un margen bruto para lluvia que determinará en condiciones de lluvia continua, el margen disponible en recepción. Este margen tiene carácter informativo ya que no se utilizará para el cálculo e calidad e indisponibilidad.
- **Atenuación por reflexiones.** En el caso de que esta opción esté activada el cálculo contemplará las posibles reflexiones originadas en el trayecto. El usuario podrá especificar el tipo de trayecto donde se produce la reflexión o podrá indicar que la herramienta lo obtenga automáticamente de la [capa morfológica](#) en el caso de que se haya establecido una en el estudio. Así mismo podrá establecer el "Factor de rugosidad máximo" para considerar que se produce una reflexión. Un valor típico de este parámetro es 3.

ACCIONES DEL ESTUDIO DE ENLACE

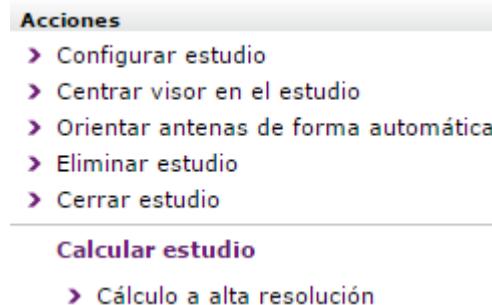
Desde el panel de acciones del estudio de enlace se puede acceder a las siguientes opciones:



- **Configurar estudio.** Desde esta opción se accede a la ventana de configuración del enlace.
- **Centrar visor en el estudio.** Localiza en el [visor](#) el enlace seleccionado.

ACCIONES DEL ESTUDIO DE ENLACE

Desde el panel de acciones del estudio de enlace se puede acceder a las siguientes opciones:



- **Configurar estudio.** Desde esta opción se accede a la ventana de configuración del enlace.
- **Centrar visor en el estudio.** Localiza en el [visor](#) el enlace seleccionado.

RESULTADO DE ENLACE

Una vez calculado un estudio de enlace, el resultado contiene diferentes informes, como muestra la siguiente imagen:



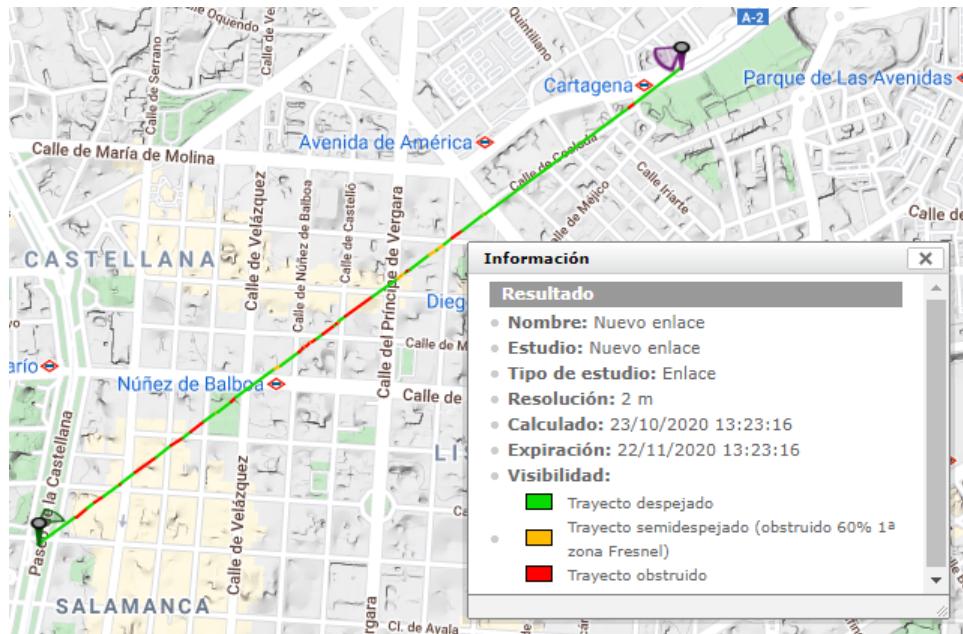
Dependiendo de si el usuario marcó o no la opción correspondiente a la hora de realizar el cálculo, los resultados pueden incluir los siguientes elementos:

- [Visibilidad](#).
- [Gráfica de enlace](#).
- [Informe de vano digital](#).
- [Plano de ruta](#).
- [Informe de interferencias](#) (para enlaces dentro de un estudio de [Red de Transporte](#)).

VISIBILIDAD

La propia línea que une en el [visor](#) los extremos, se convierte en un resultado tras realizar un cálculo, ya que identifica mediante código de colores las distintas zonas de visibilidad del enlace:

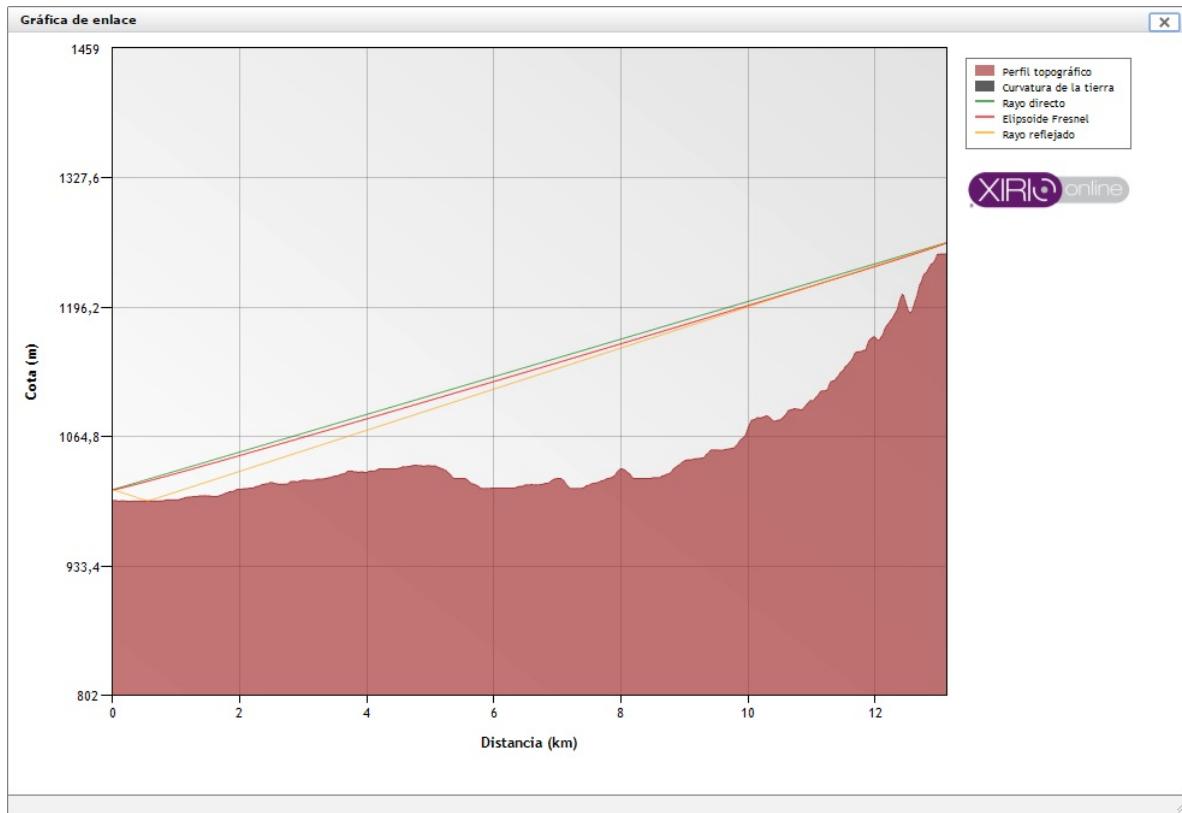
- **Trayecto despejado (color verde)**. El terreno o los edificios no obstruye ni el rayo directo ni el 60% del primer elipsoide de Fresnel.
- **Trayecto semidespejado (color naranja)**. El terreno o los edificios no obstruye el rayo directo, pero sí el 60% del primer elipsoide de Fresnel.
- **Trayecto obstruido (color rojo)**. El terreno obstruye el rayo directo.



Es importante tener en cuenta que en caso de que se utilice en los cálculos [capa morfográfica](#), en caso de que esta tenga [corrección de cotas](#), la visibilidad tendrá esta corrección para determinar si hay despejamiento o no.

GRÁFICA DE ENLACE

La gráfica de enlace representa el perfil orográfico que une ambos extremos del enlace, el rayo directo, el 60% de la primera zona de Fresnel, el punto de mínimo despejamiento, el nivel de señal recibido en función de la distancia al extremo 1 y, en el caso de utilizar [capa morfográfica](#) en el cálculo, las correcciones de cota que introduce la misma.

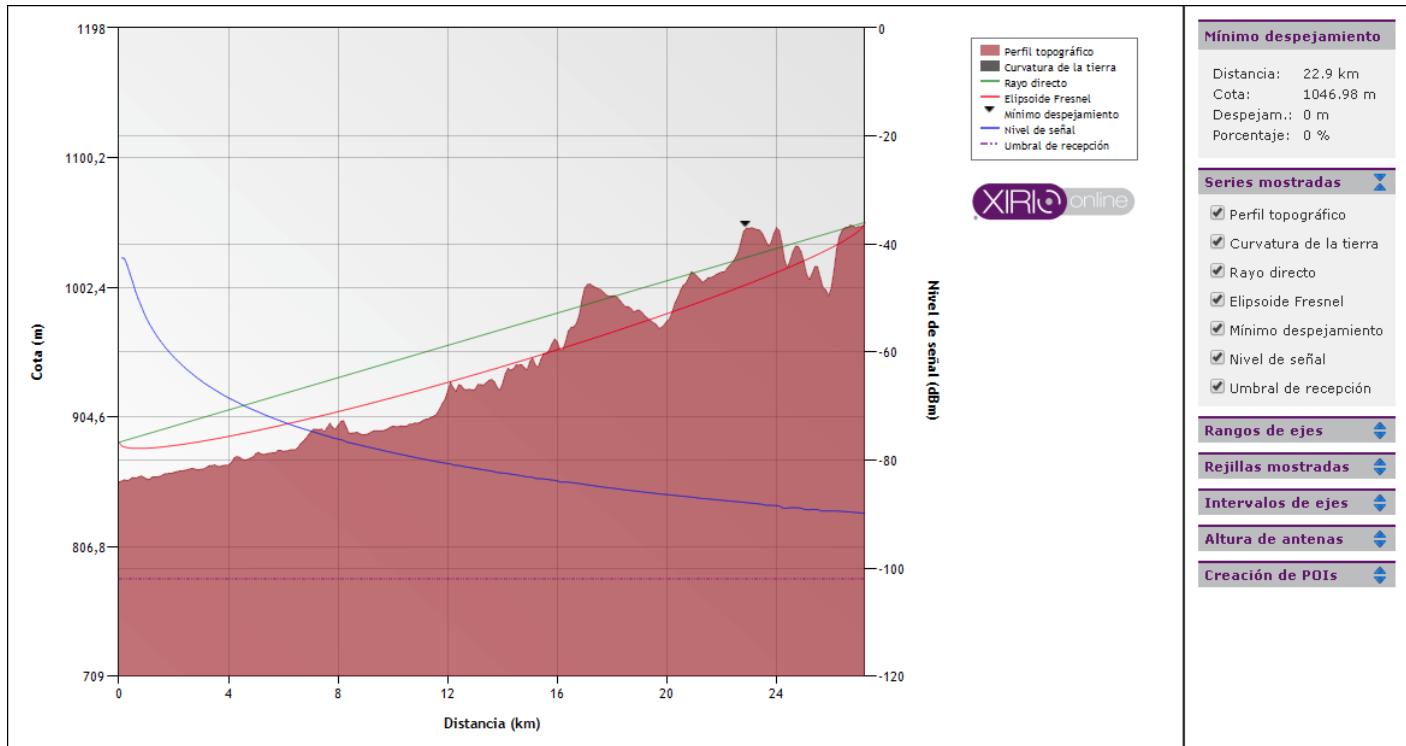


La gráfica del enlace se puede visualizar y descargar a su propio equipo desde el panel de acciones, tras seleccionar "Gráfica de enlace" en el [árbol de leyenda](#).

GRÁFICA DE ENLACE AVANZADA

La gráfica del enlace avanzada es un elemento interactivo que permite al usuario realizar determinadas acciones sobre la representación de la gráfica de enlace.

Esta gráfica avanzada representa los mismos elementos que la gráfica de enlace estándar, pero incorpora además en la parte derecha de la interfaz un *toolbox* que contiene una serie de módulos con distintas funcionalidades que permiten la interacción con la gráfica. Estos módulos proporcionan información sobre el punto de mínimo despejamiento, permiten mostrar/ocultar las series representadas en la gráfica, cambiar los rangos de los ejes para hacer zoom sobre la gráfica, mostrar/ocultar las rejillas de cada uno de los ejes y cambiar el intervalo de espaciado de las rejillas de los ejes.

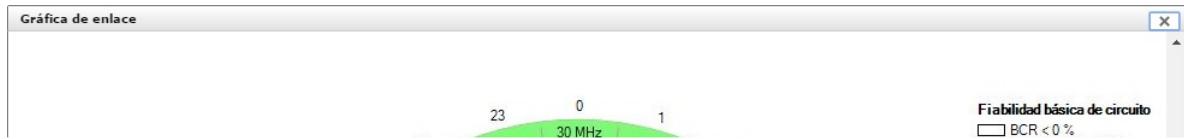


De manera adicional, se ofrecen otras dos funcionalidades de gran utilidad para el usuario: modificar la altura de las antenas y crear POIs. La primera de ellas permite modificar la altura de uno o ambos [extremos](#) en la gráfica de forma manual o automatizada (mediante un cálculo de alturas especificando el porcentaje de fresnel y los extremos a calcular); las nuevas alturas se pueden guardar en los extremos del enlace mediante el botón "Aplicar"; también se proporciona un botón para recuperar las últimas alturas guardadas en los extremos del estudio. La segunda funcionalidad permite crear un [POI](#) en el [visor](#) a una determinada distancia del transmisor (p.ej. para marcar en el [visor](#) el punto de mínimo despejamiento).

GRÁFICA DE ENLACE ESPECÍFICA DEL SERVICIO HF

La gráfica de perfil con servicio de HF se compone de tres figuras circulares que representan el nivel de señal, la SNR y la fiabilidad de circuito. Cada uno de los resultados se representa para un rango de frecuencias que abarca toda la banda de HF y para las 24 horas del día. Además, las tres figuras representan el valor de la MUF.





Esta gráfica también se puede visualizar y descargar al equipo del usuario desde el [panel de acciones](#), tras seleccionarla en el [árbol de leyenda](#).

INFORME DE VANO DIGITAL

El informe de vano digital es el resultado que contiene toda la información necesaria para evaluar la calidad e indisponibilidad de un enlace.

Inicialmente presenta un cuadro resumen, donde el usuario podrá verificar de forma rápida y sencilla, para cada uno de los radiocanales del enlace y cada una de sus modulaciones, el cumplimiento de la condición de despejamiento del enlace, los objetivos de calidad y los objetivos de indisponibilidad tanto para el trayecto directo como el inverso.

Así mismo, en este cuadro el usuario podrá verificar los márgenes de desvanecimiento o *fading* que han sido calculados.

| RESUMEN DE CUMPLIMIENTO DE CALIDAD E INDISPONIBILIDAD | | | | | | |
|-------------------------------------------------------|----------|---------------|------------|---------|------------------|--------------|
| Radiocanal | Trayecto | Despejamiento | Modulación | Calidad | Indisponibilidad | Margen desv. |
| 14767 MHz / 10' / V | Directo | Sí | 64 QAM | Sí | Sí | 30.33 |
| | | | 128 QAM | No | No | 0 |
| | | | 256 QAM | No | No | 0 |
| 15187 MHz / 10' / V | Inverso | Sí | 64 QAM | No | No | 8.77 |
| | | | 128 QAM | No | No | 0 |
| | | | 256 QAM | No | No | 0 |

A continuación del cuadro de cumplimiento se presenta detalladamente el desglose del cálculo para el peor radiocanal del radioenlace (el que ha resultado con menor margen de *fading*) contemplando todas las modulaciones activas del radioenlace.

Este desglose del cálculo contempla las siguientes secciones en este orden:

- Datos de los extremos del enlace:** En esta sección se desglosan todos los datos configurados en cada uno de los extremos del enlace y que han sido contemplados en el cálculo tales como coordenadas, alturas de antenas, antenas, MTBF de los equipos, etc.

| RESULTADO VANO DIGITAL: 1 ALMUÑECAR - SACRATIF | | | |
|------------------------------------------------|---------------------------|----------------------|--|
| Datos del extremo | Extremo 1 | Extremo 2 | |
| Nombre | 1 Almuñecar | 1 Sacratif | |
| Longitud | 3° 43' 3.9" W | 3° 28' 7.06" W | |
| Latitud | 36° 45' 23.53" N | 36° 41' 39.83" N | |
| Cota | m 467.35 | 68.56 | |
| Azimut | ° 107.14 | 287.29 | |
| Inclinación | ° 0.99 | -0.99 | |
| Frecuencia | MHz 14767 / 10' / V | 15187 / 10' / V | |
| Nombre de antena principal | SB2 | SB4 | |
| Ganancia máxima de antena | dBi 37.3 | 42.9 | |
| Altura de antena | m 13 (Nivel de azotea) | 10 (Nivel de azotea) | |
| Pérdidas del feeder | dB 0 | 0 | |
| Longitud del feeder | m 0 | 0 | |
| Pérdidas de divisores en transmisión | dB 0 | 0 | |
| Pérdidas de divisores en recepción | dB 0 | 0 | |
| Pérdidas adicionales | dB 0 | 0 | |
| Nombre del equipo | Equipo genérico | | |
| MTTR | Horas 4 | 4 | |
| MTBF | Horas 473040 | 473040 | |

- Datos del trayecto:** En esta sección se desglosan datos de carácter geoclimático, geográfico o posicional que afectan al cálculo, como por ejemplo la distancia del enlace, azimut, inclinación, menor despejamiento, gradiente de refractividad, etc.

| Datos del trayecto | | Extremo 1 - Extremo 2 | Extremo 2 - Extremo 1 |
|--------------------------------------------------|------|------------------------|-----------------------|
| Longitud del trayecto | km | 23.3 | |
| Acimut | º | 107.14 | 287.29 |
| Inclinación | º | 0.99 | -0.99 |
| Menor despejamiento | m | 34.26 (1086.22 %) | |
| Longitud | | 3º 42' 44.64" W | |
| Latitud | | 36º 45' 18.75" N | |
| Rugosidad del terreno, s_a | m | 495.13 | |
| Gradiente de refractividad puntual, dN_1 | N/km | -458.13 | |
| Factor geoclimático, K | | 3.921·10 ⁻⁵ | |
| Factor de ocurrencia de multitrayecto, p_0 | % | 0.659 | 0.674 |
| Intensidad de lluvia para el 0.01%, $R_{0.01\%}$ | mm/h | 25 | |
| Factor multiplicador para nieve humeda, F | | 1.05 | |

3. Por cada una de las modulaciones activas del enlace:

- a. **Datos de la modulación:** Tipo de modulación, potencia nominal, atenuación manual RTPC, potencia real de transmisión, etc.

| Datos de la modulación | | Extremo 1 | Extremo 2 |
|----------------------------------------------------------|------|-----------------|-----------|
| Modulación | | QAM-64 | |
| Modo | | Sin especificar | |
| Velocidad binaria | Mbps | 186.98 | |
| Potencia de equipo | dBm | 22 | |
| Atenuación RTPC | dB | 0 | 0 |
| Potencia de transmisión | dBm | 22 | 22 |
| Umbral de recepción BER _{SES} | dBm | -72 | |
| C/I cocanal BER _{SES} (degradación umbral 1 dB) | dB | 21.2 | |
| C/I cocanal BER _{SES} (degradación umbral 3 dB) | dB | 21.2 | |

- b. **Balance de enlace:** Para cada trayecto, se desglosa la PIRE utilizada en el cálculo así como la atenuación del trayecto debido a diversos mecanismo como la propagación en espacio libre, atenuación por difracción en obstáculos, atenuación por gases, etc.

| Balance de enlace | | Extremo 1 - Extremo 2 | Extremo 2 - Extremo 1 |
|----------------------------------|-----|-----------------------|-----------------------|
| PIRE en acimut | dBm | 59.3 | 64.9 |
| Atenuación espacio libre | dB | 143.18 | 143.43 |
| Atenuación por difracción | dB | 0 | 0 |
| Atenuación por gases | dB | 0.68 | 0.74 |
| Atenuación por lluvia | dB | 0 | 0 |
| Potencia disponible en recepción | dBm | -41.66 | -41.96 |
| Margen bruto para cielo claro | dB | 30.34 | 30.04 |

- c. **Resultado de interferencias** (opcional): En el caso de que el enlace se haya calculado dentro de un estudio de [Red de Transporte](#), esta sección estará presente en el informe o no. En ella se desglosa las interferencias totales recibida en cada uno de los extremos catalogándolas como fijas, variables y semi-variables:

| Resultados de interferencias | | Extremo 1 - Extremo 2 | Extremo 2 - Extremo 1 |
|---------------------------------------|-----|-----------------------|-----------------------|
| Interferencia fija | dBm | -72.39 | --- |
| C/I fija | dB | 30.73 | --- |
| Interferencia semivariable | dBm | --- | --- |
| C/I semivariable | dB | --- | --- |
| Interferencia variable | dBm | -157.65 | -71.99 |
| C/I variable | dB | 115.99 | 30.03 |
| Margen en presencia de interferencias | dB | 30.33 | 8.77 |

- d. **Resultado de calidad:** En esta sección se muestra el resultado final de los porcentajes de viabilidad del enlace que se han tenido en cuenta para el cálculo de la calidad del mismo, así como la comparativa con los objetivos establecidos en el estudio.

| Resultados de calidad | | Extremo 1 - Extremo 2 | Extremo 2 - Extremo 1 |
|-------------------------------------------|---------|-----------------------|-----------------------|
| Probabilidad de desvanecimiento plano | % | $6.108 \cdot 10^{-4}$ | 0.0895 |
| Probabilidad de desvanecimiento selectivo | % | 0.0 | 0.0 |
| Probabilidad de desvanecimiento XPD | % | 0.0 | 0.0 |
| SESR | % | $6.108 \cdot 10^{-4}$ | 0.0895 |
| Objetivo SESR | % | 0.015 | 0.015 |
| SES | seg/mes | 16 | 2321 |
| Objetivo SES | seg/mes | 389 | 389 |

- e. **Resultado de indisponibilidad:** En esta sección se muestra el resultado final de los porcentajes de indisponibilidad del enlace que se han tenido en cuenta para el cálculo de la misma, así como la comparativa con los objetivos establecidos en el estudio.

| Resultados de indisponibilidad | | Extremo 1 - Extremo 2 | Extremo 2 - Extremo 1 |
|--------------------------------|---------|-----------------------|-----------------------|
| Indisponibilidad equipos | % | 0.00169 | 0.00169 |
| Indisponibilidad lluvia | % | 0.002 | 0.063 |
| Indisponibilidad total | % | 0.00369 | 0.0646 |
| Objetivo indisponibilidad | % | 0.04 | 0.04 |
| Indisponibilidad total | min/año | 20 | 336 |
| Objetivo indisponibilidad | min/año | 208 | 208 |

El informe de vano digital se puede visualizar y descargar a su propio equipo desde el [panel de acciones](#), tras seleccionarlo en el [árbol de leyenda](#).

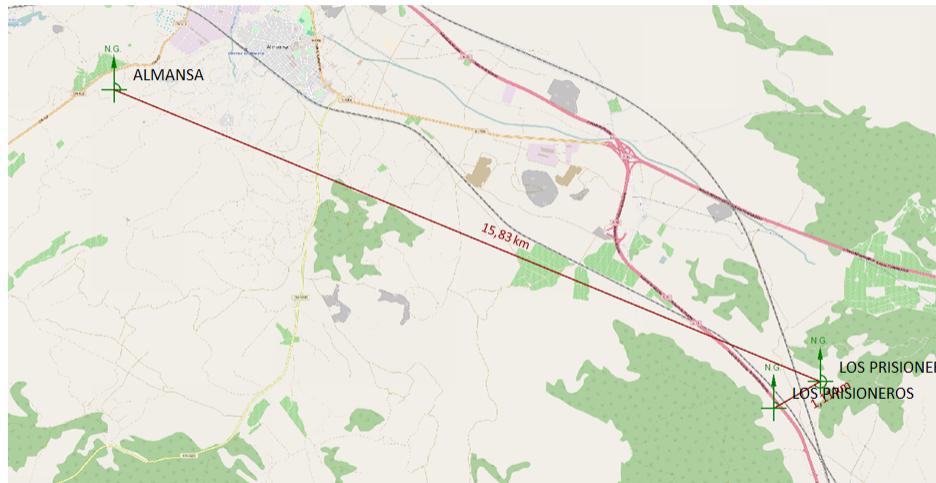
Al descargar el informe lo hará en formato HTML, este formato puede abrirse directamente desde Microsoft Excel para analizarlo.

PLANO DE RUTA

El Plano de ruta consiste en un esquema de la posición de los diferentes elementos del radioenlace (incluyendo espejos y *back to back*) y una leyenda donde resume los principales valores del radioenlace.

Xirio Corp (Lince) permite la posibilidad de generar estos Planos de ruta, funcionalidad diseñada explícitamente para Lineox. La siguiente imagen muestra un ejemplo.

| EST. RADIO | LONGITUD | LATITUD | DATUM | ALT. (m) | MUNICIPIO | PIRE (dBm.) | CARACTERISTICAS DE LA ANTENA | | | | | FRECUENCIAS TRANSMISION (MHz.) POLARIZACION | | | | |
|------------------------|-----------------|-----------------|--------|----------|-----------|-------------|------------------------------|-------|-------|-------------|---------|---------------------------------------------|------------|--|--|--|
| | | | | | | | TIPO | Diam. | Gan. | Aperf. Haz. | Alturas | Ang. Eleva. | | | | |
| ALMANSA | 01g 08'13,00" O | 38g 51'37,00" N | ETRS89 | 825,04 | Almansa | 59,4 | HDX-18 - S-Band | 18 | 46 | 1 | 10 | +0,39 | 15040,00 V | | | |
| LOS PRISIONEROS B.T.B. | 00g 58'06,00" O | 38g 48'22,00" N | ETRS89 | 716,56 | Almansa | 9,33 | DOR PASIVO PAR | 18 | 32,00 | 10,00 | +0,39 | | | | | |
| LOS PRISIONEROS | 00g 58'46,00" O | 38g 48'04,00" N | ETRS89 | 714,83 | Almansa | 59,4 | HDX-18 - S-Band | 18 | 46 | 1 | 10 | +0,00 | 1620,00 H | | | |



| INFORMACION ADICIONAL DEL ENLACE | | RADIOENLACE EN Banda 150 - 7 MHz | |
|----------------------------------|--------|----------------------------------|-----------|
| CONFIGURACIÓN | 1+0 | ALMANSA - LOS PRISIONEROS | |
| POTENCIA DE LOS TRANSMISORES | 15 dBm | PLANO DE RUTA | |
| CLASE DE EMISIÓN | F9VvT | FECHA | |
| ANCHO DE BANDA OCUPADO | 8MHz | Telefónica | Plano nº: |

Los planos de ruta se generan automáticamente una vez realizado un cálculo de enlace, si el usuario selecciona la opción correspondiente en el diálogo de cálculo. En el [panel de leyenda](#) aparecerá un nuevo ícono con el plano de ruta y, seleccionándolo, permitirá descargarlo en formato Microsoft Excel a través del panel de acciones.

INFORME DE INTERFERENCIAS (OPCIONAL)

El informe de interferencias es un informe que únicamente se calculará cuando un enlace se encuentre configurado como "Enlace en estudio" dentro de un estudio de [Red de Transporte](#) y, además, la opción "Considerar interferencia en cálculos" esté activada en el diálogo de cálculo del estudio de red.

Cálculo de Estudio de Red

| |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Estudio a calcular |
| Tipo de estudio: Red de transporte Nombre del estudio: RED TTE Granada |
| Parámetros del cálculo |
| Nombre del resultado: <input type="text" value="RED TTE Granada"/> Descripción: <input type="checkbox"/> Orientar antenas automáticamente <input type="checkbox"/> Calcular todas las modulaciones Si desea considerar la interferencia producida en los enlaces del estudio seleccione la siguiente opción; en caso contrario se analizará la calidad e indisponibilidad de los enlaces anteriores sin tener en cuenta el efecto de la misma. <input checked="" type="checkbox"/> Considerar interferencia en cálculos Si desea realizar una Asignación Automática de Frecuencias para la red, active la siguiente opción para analizar la compatibilidad entre todos los enlaces. Esto le permitirá realizar la asignación de frecuencias posteriormente. <input type="checkbox"/> Calcular matrices de compatibilidad |
| Resolución de cálculos individuales: <input type="text" value="100.00"/> m/pixel ➤ Validar y calcular precio |

El informe de interferencias que se genera para un estudio de red muestra la siguiente información:

- Para cada modulación, la **potencia recibida**.
- Para cada modulación, la **potencia total interferente**.
- Para cada modulación, la **C/I resultante**.

| 1 Almuñecar - Sacratif - TRAYECTO DIRECTO - 14767 MHz / 10 / V | |
|----------------------------------------------------------------|--------------------|
| Frecuencia | 14767 MHz / 10 / V |
| Potencia recibida - 64 QAM | -41.66 dBm |
| Potencia interferente - 64 QAM | -72.39 dBm |
| C/I - 64 QAM | 30.73 dB |
| Potencia recibida - 128 QAM | -41.66 dBm |
| Potencia interferente - 128 QAM | -52.39 dBm |
| C/I - 128 QAM | 10.73 dB |
| Potencia recibida - 256 QAM | -43.66 dBm |
| Potencia interferente - 256 QAM | -52.39 dBm |
| C/I - 256 QAM | 8.73 dB |

- El desglose de todas las **potencias interferentes recibidas** (indicando el extremo, el enlace interferente y el tipo de interferencia (fija, variable o semi-variable)). El valor de potencia interferente mostrado es el resultado del cálculo de la Potencia Interferente recibida, considerando la discriminación de antenas, discriminación por NFD y discriminación por polarización cruzada si es que se da este caso.

INTERFERENCIA RECIBIDA

Desglose de las señales interferentes presentes en el extremo 1 Sacratif a la frecuencia 14767 MHz / 10 / V.

| Extremo interferente | Frecuencia interferente | Potencia interferente | Modulación interferida | Tipo |
|--------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|------|
| 2 Almuñecar (2 Almuñecar - Sierra Lujar) | 14767 MHz / 10 / V | -72.39 dBm | 64 QAM | F |
| 2 Almuñecar (2 Almuñecar - Sierra Lujar) | 14767 MHz / 10 / V | -52.39 dBm | 128 QAM | F |
| 2 Almuñecar (2 Almuñecar - Sierra Lujar) | 14767 MHz / 10 / V | -52.39 dBm | 256 QAM | F |
| 3 Almuñecar (3 Pastora - Almuñecar) | 14795 MHz / 11 / V | -133.79 dBm | 64 QAM | F |
| 3 Almuñecar (3 Pastora - Almuñecar) | 14795 MHz / 11 / V | -112.99 dBm | 128 QAM | F |
| 3 Almuñecar (3 Pastora - Almuñecar) | 14795 MHz / 11 / V | -112.99 dBm | 256 QAM | F |
| 6 Pozo Herrero (6 Sierra Lujar - Pozo Herrero) | 14767 MHz / 10 / V | -157.66 dBm | 64 QAM | V |
| 6 Pozo Herrero (6 Sierra Lujar - Pozo Herrero) | 14767 MHz / 10 / V | -137.66 dBm | 128 QAM | V |
| 6 Pozo Herrero (6 Sierra Lujar - Pozo Herrero) | 14767 MHz / 10 / V | -137.66 dBm | 256 QAM | V |
| 5 Castel del Ferro (5 Sierra Lujar - Castel del Ferro) | 14795 MHz / 11 / V | -187.14 dBm | 64 QAM | V |
| 5 Castel del Ferro (5 Sierra Lujar - Castel del Ferro) | 14795 MHz / 11 / V | -166.34 dBm | 128 QAM | V |
| 5 Castel del Ferro (5 Sierra Lujar - Castel del Ferro) | 14795 MHz / 11 / V | -166.34 dBm | 256 QAM | V |
| 4 Pozo Herrero (4 Pozo Herrero - Granada) | 14795 MHz / 11 / V | -217.86 dBm | 64 QAM | V |
| 4 Pozo Herrero (4 Pozo Herrero - Granada) | 14795 MHz / 11 / V | -197.06 dBm | 128 QAM | V |
| 4 Pozo Herrero (4 Pozo Herrero - Granada) | 14795 MHz / 11 / V | -197.06 dBm | 256 QAM | V |

- El desglose de todas las **potencias interferentes generadas** (indicando el extremo y el enlace interferido). El valor de potencia interferente mostrado es el resultado del cálculo de la Potencia Interferente generada en cada extremo considerando la discriminación de antenas, discriminación por NFD y discriminación por polarización cruzada si es que se da este caso.

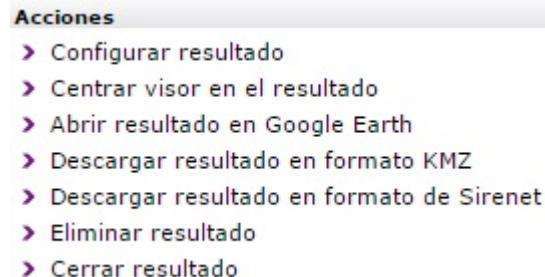
INTERFERENCIA GENERADA

Desglose de las interferencias generadas por el extremo 1 Almuñecar a la frecuencia 14767 MHz / 10 / V en el resto de extremos del estudio.

| Extremo interferido | Frecuencia interferida | Potencia interferente | Modulación interferida |
|----------------------------------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| 2 Sierra Lujar (2 Almuñecar - Sierra Lujar) | 14767 MHz / 10 / V | -71.61 dBm | 64 QAM |
| 2 Sierra Lujar (2 Almuñecar - Sierra Lujar) | 14767 MHz / 10 / V | -51.61 dBm | 128 QAM |
| 2 Sierra Lujar (2 Almuñecar - Sierra Lujar) | 14767 MHz / 10 / V | -51.61 dBm | 256 QAM |
| 6 Sierra Lujar (6 Sierra Lujar - Pozo Herrero) | 14767 MHz / 10 / V | -116.01 dBm | 64 QAM |
| 6 Sierra Lujar (6 Sierra Lujar - Pozo Herrero) | 14767 MHz / 10 / V | -96.01 dBm | 128 QAM |
| 6 Sierra Lujar (6 Sierra Lujar - Pozo Herrero) | 14767 MHz / 10 / V | -96.01 dBm | 256 QAM |
| 3 Pastora (3 Pastora - Almuñecar) | 14795 MHz / 11 / V | -137.69 dBm | 64 QAM |
| 3 Pastora (3 Pastora - Almuñecar) | 14795 MHz / 11 / V | -116.89 dBm | 128 QAM |
| 3 Pastora (3 Pastora - Almuñecar) | 14795 MHz / 11 / V | -116.89 dBm | 256 QAM |
| 5 Sierra Lujar (5 Sierra Lujar - Castel del Ferro) | 14795 MHz / 11 / V | -176.23 dBm | 64 QAM |
| 5 Sierra Lujar (5 Sierra Lujar - Castel del Ferro) | 14795 MHz / 11 / V | -155.43 dBm | 128 QAM |
| 5 Sierra Lujar (5 Sierra Lujar - Castel del Ferro) | 14795 MHz / 11 / V | -155.43 dBm | 256 QAM |
| 4 Granada (4 Pozo Herrero - Granada) | 14795 MHz / 11 / V | -249.91 dBm | 64 QAM |
| 4 Granada (4 Pozo Herrero - Granada) | 14795 MHz / 11 / V | -229.11 dBm | 128 QAM |
| 4 Granada (4 Pozo Herrero - Granada) | 14795 MHz / 11 / V | -229.11 dBm | 256 QAM |

ACCIONES DEL RESULTADO DE ENLACE

Desde el panel de acciones del resultado de enlace se puede acceder a las siguientes opciones:



- **Configurar resultado.** Abre la página de propiedades del resultado que permite configurarlo para su [publicación](#).
- **Centrar visor en el resultado.** Localiza en el [visor](#) el resultado seleccionado.
- **Abrir resultado en Google Earth.** Ejecuta la aplicación [Google Earth](#) para abrir el resultado de enlace seleccionado.
- **Descargar resultado en formato KMZ.** Guarda un fichero KMZ de Google Earth con el resultado del cálculo en el ordenador del usuario. Esta operación puede tardar varios segundos mientras **Xirio** prepara el fichero correspondiente para la descarga, dependiendo del volumen de datos a almacenar.
- **Descargar resultado en formato Sirenet.** Genera un enlace a un fichero que **Xirio** creará para exportar el resultado a [Sirenet](#).
- **Eliminar resultado.** Borra el resultado seleccionado de la cuenta del usuario.
- **Cerrar resultado.** Cierra el resultado y lo retira del [visor](#).

RED DE TRANSPORTE

El estudio Red de Transporte proporciona el resultado global de una red de enlaces digitales formado por varios tramos (vanos). Mediante este estudio es posible analizar la interferencia recibida en un conjunto de enlaces en estudio generado por ellos mismos o por los enlaces situados en el entorno cercano así como evaluar la posible interferencia que estos enlaces en estudio generan en los enlaces del entorno. Mediante este estudio se puede obtener los siguientes resultados:

- **Matriz de intervisibilidad.** Proporciona el porcentaje de despejamiento de la primera zona de Fresnel entre todos los extremos de los enlaces que haya configurado en el estudio. En el caso de que se hayan abierto previamente [puntos de interés](#) sobre el visor, también se tendrán en cuenta en este cálculo , utilizándose en ellos los valores previamente fijados en el [diálogo de cálculo](#).
- [**Informe resumen**](#), que incluye:
 - Resumen viabilidad de enlaces.
 - Posibles incompatibilidades.
- **Resultados individuales**, donde por cada vano, además de los resultados obtenidos en el [estudio de enlace](#) (Gráfica, Informe de Perfil, Informe de vano digital), se puede obtener un [informe de interferencias](#) que incluye, para trayecto directo e inverso:
 - Interferencia recibida.
 - Interferencia generada.

Este estudio permite además evaluar, no sólo las interferencias producidas por y en nuestra red de forma aislada, sino también las producidas y recibidas por otras redes externas.

Para crear un estudio de Red de Transporte, debe seleccionar el tipo de estudio desde el icono  "Crear nuevo estudio" o desde el enlace del panel de tareas y especificar el servicio o tecnología que se va a planificar.

Crear nuevo estudio



Seleccione un tipo de estudio

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Enlace | Estudio de red de transporte: |
|  Cobertura | Este estudio analiza el comportamiento de una red de transporte inalámbrica permitiendo diseñar su topología, analizar la viabilidad de los enlaces y estudiar la interferencia conjunta. Ler más |
|  Cobertura de interior | |
|  Cobertura multitransmisor | |
|  Red de transporte | |

Seleccione un servicio o tecnología

| | |
|---------------|-------------------------------|
| Categoría: | Servicio Fijo |
| Subcategoría: | Banda 7125-7725 MHz |
| Servicio: | Punto-Punto -7,1 GHz - 14 MHz |

Una vez seleccionado el servicio y creada la red de transporte, se abrirá el diálogo para configurar los [parámetros de la red de transporte](#).

Puede consultar también información detallada sobre las [acciones de un estudio de red de transporte](#) que están disponibles para el usuario.

El [resultado del cálculo de un estudio de red de transporte](#) incluye la Matriz de Intervisibilidad y el resultado del cálculo de red, que puede incluir el resultado de cálculo

de interferencias si el usuario así lo configura.

PARÁMETROS DE RED DE TRANSPORTE

Una vez seleccionado el servicio y creada la red de transporte, se abrirá el diálogo para configurar los parámetros de la red de transporte.

Propiedades del estudio de Red de Transporte

Estudio

| | |
|---------------------|-----------------------------------|
| Nombre: | RED TTE Granada |
| Grupo: | |
| Servicio: | Point to Point -14,5 GHz - 28 MHz |
| Descripción: | Estudio de red de transporte... |

Cartografía para el cálculo de intervisibilidad e interferencias

Capas de cartografía:

| Tipo | Nombre | Año | Res. (m) | Proveedor |
|------|----------------------|------|----------|-----------|
| MDT | Baleares y península | 2009 | 25.00 | Aptica |

Enlaces en estudio

Enlaces en estudio: 6

| <input type="checkbox"/> Nombre |
|------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 Almuñécar - Sacratif |
| <input type="checkbox"/> 2 Almuñécar - Sierra Lujar |
| <input type="checkbox"/> 3 Pastora - Almuñécar |
| <input type="checkbox"/> 4 Pozo Herrero - Granada |
| <input type="checkbox"/> 5 Sierra Lujar - Castel del Ferro |
| <input type="checkbox"/> 6 Sierra Lujar - Pozo Herrero |

Enlaces del entorno

Enlaces del entorno:

| <input type="checkbox"/> Nombre | |
|---------------------------------------------------------|--|
| El estudio no tiene ningún enlace interferente asociada | |

Los enlaces del entorno son considerados en los cálculos de interferencia ya que pueden generarse sobre los enlaces en estudio y recibirla de ellos, pero no se analiza su viabilidad.

Parámetros de interferencia

Método de cálculo de interferencias: Nuevo Met452

La señal interferente de cada transmisor se calculará siempre con el método de cálculo seleccionado para interferencias.

Método de evaluación de interferencias: Matriz C/I

Mediante el método IRF (Interference Reduction Factor) se evalúan las interferencias a partir de la máscara espectral del transmisor y la máscara de sensibilidad del receptor obtenidas a partir de los métodos descritos en los estándares ETSI. El Método 'Matriz C/I' utiliza las máscaras C/I de las modulaciones para obtener la NFD en cada caso. Puede hacer el cálculo de forma más genérica si no dispone de datos precisos del fabricante mediante el método de Factor de Rechazo.

Considerar ATPC:

- Interferencias
- Desvanecimiento por multirayecto
- Desvanecimiento por lluvia

Selección de modulación interferente: Más restrictiva

Margen de viabilidad de C/I: 0

El margen de viabilidad de C/I especifica cuánto hay que incrementar la relación de protección cocanal para asegurar que el enlace de entorno es viable.

Los parámetros a configurar en una red de transporte son los siguientes:

- **Nombre.** Nombre identificador del estudio Red de Transporte.
- **Descripción.** Comentarios o informaciones que el usuario quiera añadir para aportar mayor información.
- **Cartografía para el cálculo de intervisibilidad e interferencia.** Presenta una lista con las [capas cartográficas](#), como modelos digitales del terreno o de elevación (modelos digitales del terreno que contienen además las alturas de edificios), que se van a emplear en el cálculo de intervisibilidad e interferencia (los cálculos de señal recibida en cada enlace se calculan con la cartografía propia de cada enlace). Para añadir o eliminar capas del estudio hay que acceder a la ventana de gestión de cartografía a través del icono .
- **Enlaces en estudio.** A esta lista será necesario incorporar todos los enlaces que conforman nuestra red. Para ellos se dispone de las siguientes opciones:
 -  Crea un nuevo estudio tipo enlace que aparecerá sólo como parte de este estudio, y no en la lista general de estudios.
 -  Añade un enlace existente dentro de nuestro perfil de usuario. Es posible añadirlo duplicándolo o no.
 -  Extrae un enlace de esta lista y del estudio.
 -  Extrae un enlace de la lista de enlaces en estudio (enlaces deseados) y lo añade a la lista de enlaces de otras redes (enlaces interferentes).
 -  Elimina un enlace (**Atención: lo elimina de la Base de Datos por completo.**)
- **Enlaces del entorno.** A esta lista será necesario incorporar todos los enlaces que, no formando parte de nuestra red, existen en el entorno cercano, y podrían ser fuente de interferencia o podrían ser interferidos. Para confeccionar esta lista se dispone de las mismas opciones que en el caso anterior:
 -  Recargar los enlaces desde el inventario.
 -  Crea un nuevo estudio tipo [Enlace](#) que aparecerá sólo como parte de este estudio, y no en la lista general de estudios.
 -  Añade un enlace existente.
 -  Extrae un enlace de esta lista y del estudio.
 -  Extrae un enlace de la lista de enlaces en entorno (enlaces de otras redes) y lo añade a la lista de enlaces en estudio (enlaces deseados).
 -  Elimina un enlace (**Atención: lo elimina de la Base de Datos por completo.**)
- **Parámetros de interferencia.** Dentro de esta pestaña se configuran los siguientes parámetros:
 - Método de cálculo de interferencias.** Algoritmo a emplear en el cálculo de interferencias. Se puede modificar el [método de cálculo](#) y sus parámetros seleccionando el icono .
 - Método de evaluación de interferencias.** Mediante el "Método IRF" (*Interference Reduction Factor*) se evalúan las interferencias a partir de la máscaras espectrales del filtro de transmisión y la máscaras de sensibilidad del receptor obtenidas a partir de los métodos descritos en los estándares ETSI y configuradas en las modulaciones de los extremos interferente e interferido. Con el "Método Matriz C/I" se evalúan las interferencias a partir de las máscara C/I

(NFD) configuradas en las modulaciones de los extremos interferentes e interferidos. Finalmente, puede hacer el cálculo de forma más genérica si no dispone de datos precisos del fabricante mediante el método de "Factores de Rechazo".

- **Factores de rechazo.** El factor de rechazo especifica cómo afecta una señal interferente en función del servicio radioeléctrico, separación en frecuencia, etc. El icono  permite añadir nuevos factores de rechazo a la lista y el icono  permite modificar uno previamente añadido.
- **Considerar ATPC (Automatic Transmit Power Control).** En el caso de que se active esta opción, la potencia interferente de los enlaces que utilicen este mecanismo, se verá decrementada el número de dB especificados en cada modulación.
- **Selección de modulación interferente.** Cuando un equipo es capaz de emitir en varias modulaciones diferentes **Xirio** permite al usuario escoger entre la opción más restrictiva, es decir la que tiene mayor potencia de todas las modulaciones posibles del equipo, por lo tanto mayor interferencia. O bien la menos restrictiva, es decir la que menor potencia de modulación tiene, por lo tanto menor interferencia.
- **Margen de viabilidad de C/I.** El margen de viabilidad de C/I especifica cuánto hay que incrementar la relación de protección cocanal para asegurar que el enlace de entorno es viable considerando únicamente la nueva interferencia generada por los enlaces en servicio. Este margen se utiliza para mostrar, en el informe resumen de la red de transporte, las posibles incompatibilidades introducidas por los nuevos enlaces. De este modo se tendrá en cuenta, no solamente la C/I umbral del equipo interferido, sino que obligamos a que la C/I calculada esté por encima de la C/I umbral más el Margen de viabilidad de C/I.

ACCIONES DE LA RED DE TRANSPORTE

Desde el panel de acciones del estudio de red de transporte se puede acceder a las siguientes opciones:

| Acciones |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ➤ Configurar estudio |
| ➤ Centrar visor en el estudio |
| ➤ Eliminar estudio |
| ➤ Cerrar estudio |
| <hr/> |
| Calcular estudio |
| ➤ Cálculo de matriz de intervisibilidad |
| ➤ Cálculo de estudio de red |
| ➤ Asignación automática de frecuencias |
| <hr/> |
| ➤ Guardar cambios en inventario  |

Las acciones disponibles para una red de transporte son las siguientes:

- **Configurar estudio.** Desde esta opción se accede a la ventana de configuración del estudio de red de transporte.
- **Centrar visor en el estudio.** Localiza en el [visor](#) la red de transporte seleccionada.
- **Eliminar estudio.** Borra el estudio seleccionado, con todos sus elementos radioeléctricos, de la cuenta del usuario.
- **Cerrar estudio.** Cierra el estudio seleccionado y retira su resultado del [visor](#).

Además, la sección inferior del panel ofrece las siguientes opciones relacionadas con el cálculo del estudio:

- **Cálculo de la matriz de intervisibilidad.** La matriz de intervisibilidad proporciona el porcentaje de despejamiento de la primera zona de Fresnel entre todos los extremos de los enlaces que haya configurado en el estudio, también se calculará la visibilidad con todos los [POIs](#) que tenga abiertos en el estudio en el momento del cálculo. Para ello se utiliza la cartografía configurada en el estudio. Al seleccionar esta opción aparecerá una ventana donde se permite indicar los parámetros para el cálculo. Será necesario validar los datos mostrados en esta pantalla antes de proceder al cálculo del estudio.

Cálculo de Matriz de Intervisibilidad

| Estudio a calcular | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|----------|-----------|------|--------|-----|----------|-----------|-----|----------------------|------|-------|--------|
| Tipo de estudio: | Red de transporte | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre del estudio: | RED TTE Granada | | | | | | | | | | | | | |
| Parámetros del cálculo | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre del resultado: | RED TTE Granada | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción: | | | | | | | | | | | | | | |
| Capas de cartografía: | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo</th> <th>Nombre</th> <th>Año</th> <th>Res. (m)</th> <th>Proveedor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MDT</td> <td>Baleares y península</td> <td>2009</td> <td>25.00</td> <td>Aptica</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | Tipo | Nombre | Año | Res. (m) | Proveedor | MDT | Baleares y península | 2009 | 25.00 | Aptica |
| Tipo | Nombre | Año | Res. (m) | Proveedor | | | | | | | | | | |
| MDT | Baleares y península | 2009 | 25.00 | Aptica | | | | | | | | | | |
| Frecuencia de cálculo: 14515 Mhz % a liberar de la zona fresnel: 60 % Altura de los POIs: 15 m Factor de modificación del radio terrestre (K) 1.333 > Calcular parámetro K | | | | | | | | | | | | | | |
| Resolución: 100.00 m/pixel > Validar | | | | | | | | | | | | | | |
|  La matriz de intervisibilidad le proporciona el porcentaje de despejamiento de la primera zona de fresnel entre todos los extremos de los enlaces que haya configurado en el estudio, también se calculará la visibilidad con todos los POIs que tenga abiertos en el estudio en el momento del cálculo. Para ello se utiliza la cartografía configurada en el estudio. | | | | | | | | | | | | | | |

- **Cálculo de estudio de red.** Permite realizar el cálculo de calidad e indisponibilidad sobre los vanos seleccionados por el usuario. Al seleccionar esta opción aparecerá una ventana donde se permite indicar los parámetros para el cálculo. Será necesario validar los datos mostrados en esta pantalla antes de proceder al cálculo del estudio.

Si desea considerar la interferencia producida en los enlaces del estudio deberá seleccionar la opción "Considerar interferencia en cálculos"; en caso contrario se analizará la calidad e indisponibilidad de los enlaces anteriores sin tener en cuenta el efecto de la misma. Si se desea también existe la opción de "Orientar las antenas automáticamente", por lo que el usuario no tiene que hacerlo manualmente. Igualmente, si desea generar los [Planos de Ruta](#) de los enlaces en servicio podrá seleccionar la opción correspondiente.

Cálculo de Estudio de Red

Estudio a calcular

Tipo de estudio: Red de transporte
Nombre del estudio: 500221 - 500193 - 2

Parámetros del cálculo

Nombre del resultado: 500221 - 500193 - 2
Descripción:

Orientar antenas automáticamente
 Calcular todas las modulaciones

 Si desea considerar la interferencia producida en los enlaces del estudio seleccione la siguiente opción; en caso contrario se analizará la calidad e indisponibilidad de los enlaces anteriores sin tener en cuenta el efecto de la misma.

Considerar interferencia en cálculos

 Si desea realizar una Asignación Automática de Frecuencias para la red, active la siguiente opción para analizar la compatibilidad entre todos los enlaces. Esto le permitirá realizar la asignación de frecuencias posteriormente.

Calcular matrices de compatibilidad

Calcular plano de ruta

Resolución de cálculos individuales: m/pixel » [Validar](#)

Finalmente, tanto los usuarios proyectistas como los administradores tienen disponible la opción **Guardar cambios en el inventario**. Para un nuevo estudio de red de transporte, una vez este ha sido calculado, esta opción permite [subir los nuevos enlaces en estudio al inventario](#) uno a uno tras una validación previa de los mismos.

RESULTADO DE RED DE TRANSPORTE

El cálculo de un estudio de red de transporte incluye los siguientes resultados:

- Matriz de Intervisibilidad.
- Cálculo de red, que puede incluir el resultado de cálculo de interferencias si el usuario así lo configura.

RESULTADO DE LA MATRIZ DE INTERVISIBILIDAD

En el caso de calcular la matriz de intervisibilidad, el resultado obtenido se muestra en dos modos: gráfico y textual. El modo gráfico dibuja líneas entre los puntos que tienen línea de vista, como se puede ver en la siguiente imagen:



El modo textual presenta una tabla en la que se muestra el porcentaje de despejamiento de la primera zona de Fresnel mínimo de cada uno de los enlaces posibles entre todos los emplazamientos involucrados en el cálculo, tanto de los enlaces en estudio (los pertenecientes a nuestra red, o deseados), como de los enlaces del entorno (de otras redes, o posibles interferentes o interferidos), o los [POIs](#). En la siguiente imagen se muestra un ejemplo donde los resultados negativos de porcentaje de despejamiento indican que la línea de vista está obstruida.

| Matriz de intervisibilidad | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------|---------------|-------------|-------------|-----------|----------------|----------------|----------------|------------|
| | Longitud | Latitud | 1 Almuñecar | 2 Almuñecar | 3 Pastora | 4 Pozo Herrero | 5 Sierra Lujar | 6 Sierra Lujar | 1 Sacratif |
| 1 Almuñecar | 03°43'03.90"W | 36°45'23.53"N | --- | --- | 1209.97 | -2639.9 | 512.48 | 34.21 | 1076.52 |
| 2 Almuñecar | 03°43'03.90"W | 36°45'23.53"N | --- | --- | 1183.11 | -2651.82 | 509.98 | 31.72 | 984.25 |
| 3 Pastora | 03°56'05.56"W | 36°44'53.96"N | 1209.97 | 1183.11 | --- | -6910.37 | 741.23 | 226.32 | 472.22 |
| 4 Pozo Herrero | 03°41'48.86"W | 36°56'46.08"N | -2639.9 | -2651.82 | -6910.37 | --- | 1444.07 | 997.46 | -1033.8 |
| 5 Sierra Lujar | 03°24'04.61"W | 36°49'19.48"N | 512.48 | 509.98 | 741.23 | 1444.07 | --- | --- | -1076.64 |
| 6 Sierra Lujar | 03°24'04.61"W | 36°49'19.48"N | 34.21 | 31.72 | 226.32 | 997.46 | --- | --- | -1105.83 |
| 1 Sacratif | 03°28'07.06"W | 36°41'39.83"N | 1076.52 | 984.25 | 472.22 | -1033.8 | -1076.64 | -1105.83 | --- |
| 2 Sierra Lujar | 03°24'04.61"W | 36°49'19.48"N | 512.48 | 509.98 | 741.23 | 1444.07 | --- | --- | -1114.52 |
| 3 Almuñecar | 03°43'03.90"W | 36°45'23.53"N | --- | --- | 1315.54 | -2634.54 | 526.64 | 54.98 | 1487.29 |
| 4 Granada | 03°36'20.79"W | 37°12'11.89"N | -5518.08 | -5534.44 | -8571.28 | 1377.34 | -5019.59 | -5116.21 | -6401.7 |
| 5 Castel del Ferro | 03°22'05.78"W | 36°43'02.01"N | -2126.48 | -2130.97 | -1901.34 | -3776.48 | 2344.09 | 2329.91 | 43.04 |
| 6 Pozo Herrero | 03°41'48.86"W | 36°56'46.08"N | -2639.9 | -2651.82 | -6910.37 | --- | 1443.08 | 990.53 | -696.21 |

El valor que se muestra en la matriz de intervisibilidad es el porcentaje de la primera zona del elipsoide de Fresnel liberado en el trayecto.

Todos los resultados de la matriz de intervisibilidad se pueden consultar en el árbol de leyenda del estudio.

RESULTADO DE CÁLCULO DE RED

Cuando se calcula el estudio de red, existe la posibilidad de tener en cuenta o no la interferencia producida y generada por los enlaces de estudio así como la interferencia generada por los enlaces de entorno.

En el caso de calcular el estudio de red, si no se selecciona la opción "Considerar interferencias en el cálculo", el resultado que se obtiene es: por un lado, el cálculo de todos los enlaces en estudio, y por otro lado, un informe resumen en el que se muestran principalmente los enlaces en estudio que no cumplen los objetivos de calidad e indisponibilidad en alguna modulación o en algún trayecto (directo e inverso). El informe desglosa de este modo si los enlaces cumplen:

- La condición mínima de despejamiento.
- El objetivo de calidad.
- El objetivo de indisponibilidad.

También se detalla el margen de *fading* o desvanecimiento de cada modulación.

Tanto en los informes de vano digital como en el informe resumen del estudio de red, no se tendrán en cuenta las interferencias para obtener el margen de desvanecimiento, a partir del cual se calcula la calidad e indisponibilidad del enlace.

El informe resumen en este caso tendrá la siguiente apariencia:

Informe resumen

RESUMEN DEL ESTUDIO DE RED: RED TTE Granada

| | |
|------------------------------------------------|----------------|
| Número de perfiles en estudio | 6 |
| Número de perfiles del entorno | 0 |
| Informes de interferencia individual generados | 6 ¹ |
| Informes de viabilidad generados | 6 ¹ |

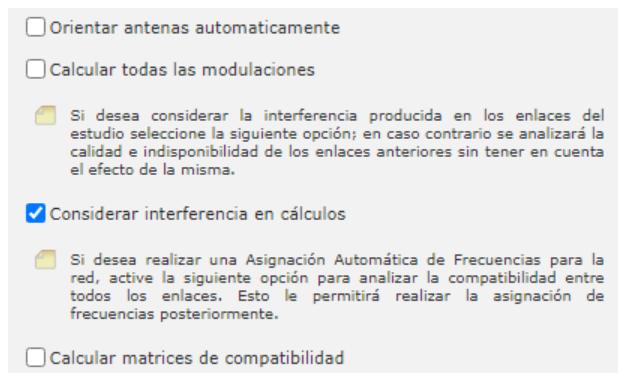
PERFILES NO VIABLES

Desglose de perfiles no viables.

| Perfil | Despejamiento | Modulación | Calidad | Indisponibilidad | Margen desv. |
|--------------------------------------------------|---------------|------------------------------|----------------|------------------|----------------|
| 1 Almuñecar - Sacratif - TRAYECTO DIRECTO | Sí | 128 QAM 256 QAM | No No | No No | 0 0 |
| 1 Almuñecar - Sacratif - TRAYECTO INVERSO | Sí | 64 QAM 128 QAM 256 QAM | No No No | No No No | 8,77 0 0 |
| 2 Almuñecar - Sierra Lujar - TRAYECTO DIRECTO | Sí | 128 QAM 256 QAM | No No | No No | 0 0 |
| 2 Almuñecar - Sierra Lujar - TRAYECTO INVERSO | Sí | 128 QAM 256 QAM | No No | No No | 0 0 |
| 6 Sierra Lujar - Pozo Herrero - TRAYECTO DIRECTO | Sí | 128 QAM 256 QAM | No No | No No | 0 0 |
| 6 Sierra Lujar - Pozo Herrero - TRAYECTO INVERSO | Sí | 64 QAM 128 QAM 256 QAM | Sí No No | No No No | 16,4 0 0 |

POSIBLES INCOMPATIBILIDADES

Si por el contrario se quieren calcular las interferencias, el usuario deberá seleccionar la opción "Considerar interferencias" en el cálculo en el diálogo "[Cálculo de estudio de red](#)".



Los informes resultantes con esta opción serán los mismos, pero en este caso sí se tendrán en cuenta las interferencias generadas por los enlaces de entorno y de servicio para calcular el margen de desvanecimiento o de *fading* así como para el cálculo de la calidad e indisponibilidad del enlace.

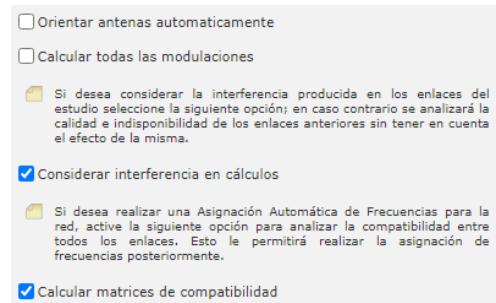
En los [informes individuales de vano digital](#), además de presentarse el margen de desvanecimiento en presencia de interferencias, se añadirá una sección nueva que informará de las interferencias totales consideradas desglosándolas en función de su procedencia en interferencias fijas, variables o semi-variables.

Así mismo, en el informe resumen del estudio de red se contemplarán las posibles incompatibilidades que los enlaces en estudio puedan introducir en los enlaces de entorno, considerando únicamente la interferencia aportada por ellos, en función del [Margen de Viabilidad C/I](#).

Con la opción de cálculo de interferencias además se generará un [Informe de interferencias](#) detallado para cada enlace en estudio. En este informe, para cada trayecto, directo e inverso, se detallan todos los niveles de potencia interferente presentes en cada extremo del vano, por cada extremo interferente e interferido.

ASIGNACIÓN DE FRECUENCIAS

Para realizar una asignación automática de frecuencias es preciso haber calculado previamente las matrices de compatibilidad en el diálogo "[Cálculo de estudio de red](#)", como se indica en la imagen.



Para calcular las matrices hay que crear una banda en cada [Enlace](#) y un factor de rechazo en la [Red de Transporte](#).

Cuando se selecciona la acción "Asignación automática de frecuencias" se abre una tabla donde aparecen todas las comunicaciones configuradas en la red de transporte:

| Lista de frecuencias | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------------------|----------------|------------------|-----|----|------------|-------|--------------|--|
| | Enlace | Extremo 1 | Extremo 2 | D/I | Nº | Frecuencia | Canal | Polarización | |
| 1 | 1 Almuñecar - Sacratif | 1 Almuñecar | 1 Sacratif | D | 0 | 14767 MHz | 10 | Vertical | |
| 2 | 1 Almuñecar - Sacratif | 1 Almuñecar | 1 Sacratif | I | 0 | 15187 MHz | 10' | Vertical | |
| 3 | 2 Almuñecar - Sierra Lujar | 2 Almuñecar | 2 Sierra Lujar | D | 0 | 14767 MHz | 10 | Vertical | |
| 4 | 2 Almuñecar - Sierra Lujar | 2 Almuñecar | 2 Sierra Lujar | I | 0 | 15187 MHz | 10' | Vertical | |
| 5 | 3 Pastora - Almuñecar | 3 Pastora | 3 Almuñecar | D | 0 | 15215 MHz | 11' | Vertical | |
| 6 | 3 Pastora - Almuñecar | 3 Pastora | 3 Almuñecar | I | 0 | 14795 MHz | 11 | Vertical | |
| 7 | 4 Pozo Herrero - Granada | 4 Pozo Herrero | 4 Granada | D | 0 | 14795 MHz | 11 | Vertical | |
| 8 | 4 Pozo Herrero - Granada | 4 Pozo Herrero | 4 Granada | I | 0 | 15215 MHz | 11' | Vertical | |
| 9 | 5 Sierra Lujar - Castel del Ferro | 5 Sierra Lujar | 5 Castel del Fer | D | 0 | 15215 MHz | 11' | Vertical | |
| 10 | 5 Sierra Lujar - Castel del Ferro | 5 Sierra Lujar | 5 Castel del Fer | I | 0 | 14795 MHz | 11 | Vertical | |
| 11 | 6 Sierra Lujar - Pozo Herrero | 6 Sierra Lujar | 6 Pozo Herrero | D | 0 | 15187 MHz | 10' | Vertical | |
| 12 | 6 Sierra Lujar - Pozo Herrero | 6 Sierra Lujar | 6 Pozo Herrero | I | 0 | 14767 MHz | 10 | Vertical | |

En el ejemplo anterior, el enlace 1 "Albacete Barazote" está configurado con tres canales (frecuencias) bidireccionales, por lo que aparecen seis comunicaciones.

Por defecto, los extremos están configurados con una única frecuencia, si desea aumentar el número de frecuencias deberá hacerlo desde el diálogo de modificación de los extremos.

Para cada una de las comunicaciones se pueden realizar las siguientes acciones:

- Modificar.** Permite modificar manualmente la polarización, el canal y la frecuencia. Si se modifica el número de canal, haciendo doble clic sobre la ventana de la frecuencia ésta se actualizará automáticamente. Una vez realizadas las modificaciones deberá validar el cambio. En caso de haber alguna incompatibilidad éstas serán notificadas:

| Lista de frecuencias | | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------------------|----------------|--------------------|-----|----|------------|-------|--------------|--|-------------|
| | Enlace | Extremo 1 | Extremo 2 | D/I | Nº | Frecuencia | Canal | Polarización | | |
| 1 | 1 Almuñécar - Sacratif | 1 Almuñécar | 1 Sacratif | D | 0 | 14767 MHz | 10 | Vertical | | MHz V/H HHz |
| 2 | 1 Almuñécar - Sacratif | 1 Almuñécar | 1 Sacratif | I | 0 | 15187 MHz | 10' | Vertical | | MHz V/H HHz |
| 3 | 2 Almuñécar - Sierra Lujar | 2 Almuñécar | 2 Sierra Lujar | D | 0 | 14767 MHz | 10 | Vertical | | MHz V/H HHz |
| 4 | 2 Almuñécar - Sierra Lujar | 2 Almuñécar | 2 Sierra Lujar | I | 0 | 15187 MHz | 10' | Vertical | | MHz V/H HHz |
| 5 | 3 Pastora - Almuñécar | 3 Pastora | 3 Almuñécar | D | 0 | 15215 MHz | 11' | Vertical | | MHz V/H HHz |
| 6 | 3 Pastora - Almuñécar | 3 Pastora | 3 Almuñécar | I | 0 | 14795 MHz | 11 | Vertical | | MHz V/H HHz |
| 7 | 4 Pozo Herrero - Granada | 4 Pozo Herrero | 4 Granada | D | 0 | 14795 MHz | 11 | Vertical | | MHz V/H HHz |
| 8 | 4 Pozo Herrero - Granada | 4 Pozo Herrero | 4 Granada | I | 0 | 15215 MHz | 11' | Vertical | | MHz V/H HHz |
| 9 | 5 Sierra Lujar - Castel del Ferro | 5 Sierra Lujar | 5 Castel del Ferro | D | 0 | 15215 MHz | 11' | Vertical | | MHz V/H HHz |
| 10 | 5 Sierra Lujar - Castel del Ferro | 5 Sierra Lujar | 5 Castel del Ferro | I | 0 | 14795 MHz | 11 | Vertical | | MHz V/H HHz |
| 11 | 6 Sierra Lujar - Pozo Herrero | 6 Sierra Lujar | 6 Pozo Herrero | D | 0 | 15187 MHz | 10' | Vertical | | MHz V/H HHz |
| 12 | 6 Sierra Lujar - Pozo Herrero | 6 Sierra Lujar | 6 Pozo Herrero | I | 0 | 14767 MHz | 10 | Vertical | | MHz V/H HHz |

- Limpiar frecuencia.** Borra la frecuencia asignada para, posteriormente, recalcularla.
- Limpiar polarización.** Borra la polarización asignada para, posteriormente, recalcularla.
- Buscar frecuencias.** Proporciona un listado de frecuencias libres para la comunicación seleccionada. En enlaces bidireccionales es conveniente limpiar ambos trayectos para buscar frecuencias libres.

Para finalizar la asignación de frecuencias, haga clic en el botón "Asignar".

PARÁMETROS DE LA ASIGNACIÓN DE FRECUENCIAS

En la parte superior se puede desplegar un bloque con las opciones del cálculo de la asignación de frecuencias:

- Forzar canalización simétrica: Si está activo se obliga a que las dos direcciones de un mismo enlace tengan la misma numeración en las subbandas superior e inferior.
- Permitir subbanda concurrente: Si no está activo no se permite que existan enlaces entrantes (o salientes) en un mismo nodo en subbandas diferentes.
- Separación de canal en extremo concurrente: Cuando tenemos varios canales en un mismo nodo este parámetro indica la separación mínima de canales que debe haber entre ellos.
- Máxima distancia de extremo concurrente: Si dos extremos se encuentran a menor distancia se consideran que pertenecen al mismo nodo.
- Forzar separación mínima entre portadoras
- Separación mínima entre portadoras: Dentro de un mismo enlace, es la separación mínima entre los distintos canales de los extremos.
- Política de asignación: Mínima interferencia o Máxima reutilización de frecuencias
- Prioridad de comunicaciones en un enlace: Peso individual para cada uno, Mismo camino mismo peso, Mismo peso para todos
- Ordenación de comunicaciones: Sin orden, Por conflictividad
- Comienzo de propuesta de frecuencias: Frecuencias bajas, Frecuencias altas
- Máximo número de iteraciones: Del algoritmo de Box de asignación.

COBERTURA

Este estudio representa valores de la señal impuesta por un transmisor, en términos de campo eléctrico o potencia, en todos los puntos dentro del área seleccionada por el usuario, teniendo en cuenta el modelo de propagación y las características del transmisor y del receptor elegidos.

Para crear un estudio de Cobertura, debe seleccionar el tipo de estudio desde el icono "Crear nuevo estudio" o desde el enlace del panel de tareas y especificar el servicio o tecnología que se va a planificar. 

Una vez seleccionado el servicio y creada la cobertura, se abrirá el diálogo para configurar los [parámetros de un estudio de cobertura](#).

Puede consultar también información detallada sobre las [acciones de un estudio de cobertura](#) que están disponibles para el usuario.

El [resultado del cálculo de un estudio de cobertura](#) está formado por una capa visual de nivel de señal recibido en cada punto del área de cálculo y un elemento radioeléctrico que representa al transmisor con el que se ha calculado. A partir de este resultado, el usuario puede leer el nivel de señal en un punto seleccionado en el [visor](#).

PARÁMETROS DEL ESTUDIO DE COBERTURA

Una vez seleccionado el servicio y creado el estudio de cobertura, se abrirá el diálogo para configurar los parámetros de la cobertura.

Propiedades del estudio de Cobertura

The screenshot shows the 'Propiedades del estudio de Cobertura' dialog box with three tabs:

- Estudio:**
 - Nombre:** Alguacil
 - Grupo:** (dropdown menu)
 - Servicio:** SFN-Fijo 6 MHz
 - Banda:** (button with + and ? icons)
 - Descripción:** Estudio de cobertura...
 - Fecha de última puesta en servicio/apagado:** [date input field] 31
 - Estado:** [input field]
- Extremos:**
 - Transmisor:** Alguacil
 - Parámetros de recepción:** (button with +, X, and ? icons)
- Parámetros de cálculo:**
 - Parámetros de difusión:** (button with + and ? icons)
 - Método de cálculo:** Met1546
 - Método empírico para la gama de frecuencias de 30 MHz a 1 GHz. Válido en entornos rurales para cualquier servicio radioeléctrico, pero especialmente recomendado para radiodifusión sonora y audiovisual cuando no se dispone de cartografía precisa o a distancias superiores a los 100 kms.**
 - Capas de cartografía:** (button with + and ? icons)

| Tipo | Nombre | Año | Res. (m) | Proveedor |
|------|--------------------|------|----------|-----------|
| MDT | Altimetría mundial | 2006 | 100.00 | Aptica |

A continuación se describen brevemente los parámetros que definen una cobertura:

- **Nombre.** Nombre identificador del estudio de cobertura.
- **Servicio.** Tecnología seleccionada para el estudio.
- **Banda.** Banda de frecuencias asignada a cada servicio radioeléctrico. El usuario puede definir una sub-banda inferior y, opcionalmente, una sub-banda superior. También es posible introducir un conjunto de limitaciones al empleo de determinadas frecuencias de la banda.
- **Descripción.** Comentarios o informaciones que el usuario quiera añadir para aportar mayor información.
- **Transmisor.** Estación transmisora del estudio de cobertura. Es posible modificar sus parámetros (localización y parámetros radioeléctricos) pulsando .

- **Parámetros de recepción.** El receptor de la cobertura únicamente contiene parámetros radio del receptor. No tiene una ubicación geográfica fija sino que se analiza la recepción de la señal con este equipo en todos los puntos del área de cobertura. Por eso, cuando consulte el resultado de una cobertura, el único elemento radioeléctrico que observará en el visor es el transmisor.
- **Método de cálculo.** Algoritmo a emplear en el cálculo de las pérdidas de propagación. Se puede modificar pulsando .
- **Capas de cartografía.** Se trata de una lista con las capas cartográficas que se van a emplear en el cálculo. Para añadir o eliminar capas del estudio hay que acceder a la ventana de gestión de cartografía pulsando .
- **Área de cálculo.** Zona geográfica donde se realizarán los cálculos y sobre la cual se obtendrá el resultado.
- **Rangos de señal.** Rangos de colores que identificarán el nivel de señal en la visualización de los resultados.

Todos los parámetros, a excepción de la ubicación de transmisor y el área geográfica de cálculo, son configurados automáticamente por **Xirio** al seleccionar el servicio en el estudio; para ello se utilizan los valores más adecuados para el tipo de simulación que se pretende realizar, siendo éstos modificables en cualquier momento. La ubicación del transmisor y el área de cálculo deben ser definidos por el usuario, al ser valores particulares de cada simulación.

PARÁMETROS ESPECÍFICOS DE TECNOLOGÍAS MÓVILES 3G Y 4G

Por sus características tecnológicas, los estudios de cobertura de tecnologías móviles 3G y 4G requieren una serie de parámetros específicos. Estos parámetros únicamente aparecerán en la ventana de configuración de la cobertura al seleccionar dichas tecnologías:

- **Tecnologías 3G (UMTS / CDMA2000).** En el caso de tratarse de un estudio de cobertura de servicios móviles de 3^a generación UMTS o CDMA2000, en la sección "Parámetros de cálculo" estarán disponibles los siguientes parámetros:
 - Tipo de Trayecto. Mediante este control el usuario podrá seleccionar si quiere simular el trayecto ascendente (*uplink*) o el trayecto descendente (*downlink*).
 - Parámetros 3G. Consistentes en el conjunto de parámetros 3G específicos (UMTS / CDMA2000), que influyen en la propia propagación de la señal de este tipo de servicios: Incremento de potencia (dB), Ganancia SHO por sombras, Número de usuarios y Relación pérdida de propagación máxima/media (dB).
- **Tecnologías 3G (HSDPA / HSUPA).** En el caso de tratarse de un estudio de cobertura de servicios móviles de 3^a generación HSDPA o HSUPA, en la sección "Parámetros de cálculo" estarán disponibles una serie de parámetros 3G específicos (HSDPA / HSUPA), como Incremento de potencia (dB) y Ganancia SHO por sombras.
- **Tecnologías 4G (LTE).** En el caso de tratarse de un estudio de cobertura de servicios móviles de 4^a generación LTE, no existen parámetros 4G específicos (LTE) en la sección "Parámetros de cálculo", sino que estos se encuentran disponibles en los parámetros del sector y en los parámetros del terminal móvil.

ACCIONES DEL ESTUDIO DE COBERTURA

Desde el panel de acciones del estudio de cobertura se puede acceder a las siguientes opciones:

- Acciones**
 - Configurar estudio
 - Centrar visor en el estudio
 - Ajustar área automáticamente
 - Duplicar estudio
 - Sectorizar estudio
 - Eliminar estudio

- Calcular estudio**
 - Cálculo a alta resolución
 - Calcular estadísticas de cobertura

- **Configurar estudio.** Desde esta opción se accede a la ventana de [configuración de la cobertura](#).
- **Centrar visor en el estudio.** Localiza en el [visor](#) la cobertura seleccionada.
- **Ajustar área automáticamente.** Esta opción proporciona un asistente que ayudará al usuario a definir el área del cálculo de la cobertura a en base a un radio, a un nivel de señal o a un nivel de interferencia.

Ajuste automático de áreas

Ajuste automático de áreas

Ajustar área del cálculo de la cobertura

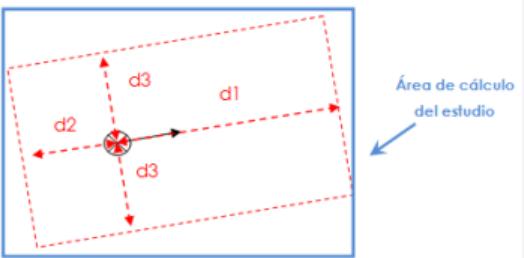
 El ajuste automático de área necesario para los cálculos de nivel de señal o interferencia realiza una estimación aproximada de la distancia máxima alcanzada por cada transmisor en las distintas direcciones (radiales cada 10°). Esta estimación se realiza utilizando la cartografía seleccionada en el estudio a la resolución máxima de cálculo gratuito (RMCG) y el método de cálculo específico de cada estudio.

Ajuste por distancia omnidireccional

Ajuste por distancia directiva

 El área de cálculo define los puntos donde se va a realizar el cálculo de señal recibida. Defina el área de cálculo basándose en la dirección de máxima radiación de la antena. Indique las distancias d1, d2 y d3.

| | |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Distancia en la dirección del azimut (d1) | <input type="text" value="10000"/> m |
| Distancia en dirección opuesta al azimut (d2) | <input type="text" value="1000"/> m |
| Distancia en dirección perpendicular al azimut (d3) | <input type="text" value="3000"/> m |



Ajuste por nivel de señal

Ajuste por nivel de interferencia

- **Duplicar estudio.** Crea una copia del estudio seleccionado. Esta copia se abre en el visor y en la leyenda de forma automática.

- **Sectorizar estudio.** Permite dividir un estudio de cobertura en varios estudios (sectores) en función del número de sectores indicado por el usuario.
- **Eliminar estudio.** Borra el estudio seleccionado, con todos sus elementos radioeléctricos, de la cuenta del usuario.
- **Cerrar estudio.** Cierra el estudio seleccionado y retira su resultado del [visor](#).

Además, la sección inferior del panel ofrece las siguientes opciones relacionadas con el cálculo del estudio:

- **Cálculo a alta resolución.** Esta opción realiza un cálculo de alta resolución sobre el estudio seleccionado. Al seleccionar esta opción aparecerá una ventana donde se permite indicar la resolución del cálculo. Será necesario validar los datos mostrados en esta pantalla antes de proceder al cálculo del estudio.
- **Calcular estadísticas de cobertura.** Consiste en el cálculo de un informe detallado de los porcentajes de población y superficie cubiertos. Previo al cálculo el usuario deberá seleccionar una [capa administrativa](#) para realizar el cálculo.

BANDA DE FRECUENCIA

Las bandas de frecuencia en **Xirio** son utilizadas para la asignación de canales a determinadas frecuencias. Además, también se utilizan para designar canales prohibidos o prioritarios dentro de una misma banda.

El diálogo asociado a la banda de frecuencia es:

Propiedades de la Banda de Frecuencias

Banda

Nombre: 14,5 GHz - 28 MHz

Descripción 1:

Descripción 2:

Parámetros de la Banda

Banda reservada

Número de expediente: []

Separación entre portadoras: 28 [MHz]

Ordinal del primer canal: 1

Tramo inferior:

Frecuencia inicial: 14500 [MHz]

Frecuencia final: 14921 [MHz]

Frecuencia primera portadora: 14515 [MHz]

Tramo superior:

Frecuencia inicial: 14921 [MHz]

Frecuencia final: 15350 [MHz]

Frecuencia primera portadora: 14935 [MHz]

Canales prohibidos: []

Canales prioritarios: []

Introduzca una lista de canales separados por comas y/o intervalos de canales (Ejemplo: 2, 2', 5-7, 12'-21').

Para cada banda, el usuario podrá configurar los siguientes parámetros:

- **Nombre**
- **Descripciones 1 y 2:** Para almacenar cualquier información de interés relativa a la banda.
- La **separación** entre las portadoras o canalización.
- El ordinal del **primer canal**, por defecto siempre será 1 salvo que el usuario prefiera otra configuración.
- La **frecuencia inicial y final del tramo inferior** (radiocanales normales) y la frecuencia del primer canal.
- La **frecuencia inicial y final del tramo superior** (radiocanales prima) y la frecuencia del primer canal prima.
- **Canales prohibidos:** Canales que el usuario no podrá usar.

- **Canales prioritarios:** Canales reservados. A la hora de seleccionar un radiocanal dentro de una banda en el transmisor, en el receptor o en los extremos los canales prioritarios se indicarán en la interfaz mediante una "P".

| Transmission frequencies | | | | |
|--------------------------|---------|--------------|---|--|
| Frequencies | Channel | Polarization | | |
| 23065.000 MHz | 4' | Vertical | P | |

TRANSMISOR

El objeto transmisor en **Xirio** se corresponde con el concepto típico de transmisor de radiofrecuencia, si bien se contempla dentro de este objeto el sistema completo de transmisión, es decir, además del transmisor físico, el sistema radiante y los parámetros específicos de emisión.

Para crear el transmisor existe la posibilidad de crearlo desde un [elemento de catálogo](#) o crear uno nuevo. En el primer caso se cargará una copia del elemento de catálogo seleccionado, de tal modo que el elemento no resultará modificado.

Seguidamente es necesario completar los parámetros de radio del transmisor, su nombre y su ubicación.

Propiedades del transmisor

| Transmisor | |
|-----------------------|----------------------------------|
| Nombre: | Alguacil |
| Identificador de red: | <input type="button" value="▼"/> |
| Emplazamiento | |
| Emplazamiento: | <input type="text"/> |
| Coordenadas | |
| Latitud: | 10°30'27.00"N |
| Longitud: | 073°33'25.00"W |

La ubicación del transmisor se configura a través de las coordenadas de un emplazamiento (longitud y latitud). Estas pueden introducirse manualmente, mediante un elemento de catálogo pulsando o seleccionando un punto del [visor](#) con el ratón a través del icono .

También dispone de una [calculadora de coordenadas](#) , para convertir coordenadas geográficas (Sistema WGS84) en UTM (Sistema WGS84), y viceversa.

En esta misma ventana se pueden configurar los [parámetros de radio del transmisor](#).

PARÁMETROS DE SERVICIOS DE RADIODIFUSIÓN CON TECNOLOGÍA SFN

| Transmisor | |
|-----------------------|----------------------------------|
| Nombre: | Nuevo transmisor |
| Identificador de red: | <input type="button" value="▼"/> |

- **Identificador de red:** Identificador de la red a la que pertenece el transmisor.

PARÁMETROS DE SERVICIOS MÓVILES LTE Y LTE-A

En el caso de los servicios LTE y LTE-A, el transmisor tiene como parámetros configurables la Estación y el PCI.

| Sector | |
|------------|-------------------------------------------|
| Nombre: | <input type="text" value="Nuevo sector"/> |
| Estación: | <input type="button" value="▼"/> |
| PCI: | <input type="text"/> |
| Prioridad: | <input type="text" value="0"/> |

- **Estación:** Estación a la cual está vinculado el transmisor.
- **PCI (Physical Cell ID):** Identificador de celda dentro de la red. Esta parámetro está implicado en la evaluación de las interferencias.

ACCIONES DEL TRANSMISOR

Desde el panel de acciones del transmisor se puede acceder a las siguientes opciones:

| Acciones |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ Configurar transmisor ➤ Optimizar posición del transmisor ➤ Centrar visor ➤ Deshacer último movimiento (1) ➤ Añadir transmisor al catálogo |

- **Configurar transmisor.** Desde esta opción se accede a la ventana de configuración del transmisor.
- **Optimizar posición del transmisor.** Modifica la localización del transmisor para encontrar la cota altimétrica más elevada en las cercanías de la estación. Es una herramienta muy útil cuando la precisión de las coordenadas de la estación no es muy elevada.
- **Centrar visor.** Localiza en el [visor](#) el transmisor seleccionado, centrando la pantalla en el mismo.
- **Deshacer último movimiento.** Cancela la última modificación de la posición del transmisor. Esta acción es de gran utilidad cuando se ha movido la estación por error.
- **Crear elemento de catálogo a partir del transmisor.** Genera un nuevo elemento de catálogo con los datos del transmisor, accesible desde el [Gestor de catálogo](#).

FEEDER

El feeder de **Xirio** se corresponde con el concepto típico de cable de Radio Frecuencia o guia-onda situado entre el elemento transmisor/receptor y la antena, sin considerar elementos combinadores, divisores o conectores. Dado que pueden utilizarse a varias frecuencias pueden estar formados por una o varias atenuaciones. Cada una de estas atenuaciones tiene asociado un rango de frecuencias de trabajo, de tal manera que de la unión de todos estos rangos viene determinado el rango de frecuencias de trabajo del feeder.

La siguiente imagen muestra la ventana relativa a los parámetros del feeder:

Propiedades del Feeder



Dentro del diálogo del feeder, el usuario podrá configurar los parámetros propios del feeder:

- **Nombre.**
- **Transductor OrtoModal (OMT).**
- Lista de **atenuaciones**, cuyos parámetros serán directamente editables en el diálogo:
 - **Frecuencia inicial.**
 - **Frecuencia final.**
 - **Atenuación (dB/m).**

PARÁMETROS DE RADIO DEL TRANSMISOR

Todos los parámetros radioeléctricos del transmisor o sector (servicios móviles), así como el diagrama de radiación específico, quedan configurados por defecto al seleccionar el servicio (tecnología) del estudio, con valores adecuados o típicos del tipo de simulación a realizar. Evidentemente, valores como son la potencia de transmisión o las pérdidas en cables y elementos pasivos deberán ser precisados por parte del usuario, particularizando para el caso real que desea simular.

De manera análoga a los [extremos de un enlace](#), a través de esta ventana el usuario puede modificar estos valores en función de sus necesidades.

Parámetros de radio

| Tipo sistema: | |
|------------------------|-----------------------|
| Antena: | 3G/4G/5G 17,5 dBi 65° |
| Altura antena: | 30 m |
| Orientación: | 0 ° |
| Inclinación mecánica: | 0 ° |
| Inclinación eléctrica: | 0 ° |

| Referencia de alturas de antenas | |
|----------------------------------|-------------------------|
| Alturas respecto a: | Nivel de azotea |
| Usar altura de edificio: | Capa de elevación (MDE) |
| Altura edificio: | 0 m |

| Frecuencias de transmisión | |
|----------------------------|----------|
| Frecuencias | Canal |
| 3500.000 MHz | 1 |
| Polarización: | Vertical |
| Feeder: | |
| Longitud del feeder: | 0 m |
| Pérdidas del feeder: | 0.00 dB |
| Pérdidas pasivos: | 0 dB |
| Potencia: | 32 W |

- **Antena.** Queda definida a partir de su diagrama de radiación. Pulsando se puede acceder a la ventana de [configuración de antena](#).

Xirio configura por defecto una antena válida para calcular el estudio, basándose en el servicio seleccionado en el mismo. Así mismo puede crear una antena nueva eliminando la existente pulsando e introduciendo manualmente los datos propios de la antena.

En algunos servicios móviles es posible definir un sistema de antenas DAS, en lugar del estándar por defecto.

| Tipo sistema: | |
|---------------|--|
| DAS | |
| DAS 1 | |
| DAS 2 | |

Al seleccionar como tipo de antena la opción DAS, se le presenta al usuario un listado con todos los [elementos radio](#) presentes en su transmisor. En este listado el usuario puede ver las coordenadas y la altura del elemento radio. Con el icono puede editar las propiedades del elemento radio. Con el icono puede eliminar el elemento correspondiente.

- **Altura de la antena.** Altura en metros del sistema radiante utilizado.
- **Orientación.** Apuntamiento horizontal en grados de la antena transmisora (rango posible de 0º a 359º).
- **Inclinación.** Apuntamiento vertical en grados de la antena transmisora (rango posible de -90º a 90º). Valores positivos suponen una inclinación de la antena, valores negativos suponen una elevación.
- **Frecuencias de transmisión.** Frecuencia de emisión. **Xirio** configura por defecto la frecuencia de referencia del servicio seleccionado. El usuario puede modificar dicha frecuencia.
- **Feeder, longitud y pérdidas.**
- **Polarización.** Orientación del campo electromagnético radiado desde la antena transmisora. Puede elegir entre horizontal, vertical, circular o cruzada.
- **Pérdidas.** Debidas a elementos pasivos como conectores, diplexores, exceptuando las pérdidas de feeder contempladas con anterioridad, etc.
- **Potencia.** Potencia de emisión del equipo transmisor.

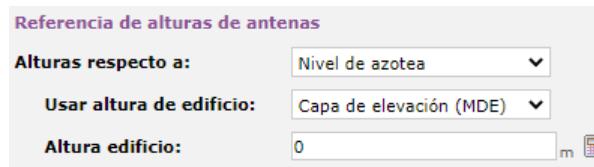
Las alturas en **Xirio** pueden estar definidas respecto:

- **Nivel de azotea**, equivalente a la altura del mástil del sistema radiante sobre el edificio
- **Nivel de terreno**, altura equivalente desde el suelo de la calle.

Si se selecciona la opción "Nivel de terreno", no hará falta configurar las otras dos opciones. En caso de seleccionar "Nivel de azotea" se puede:

- Definir una **altura de edificio**
- Forzar a que lea la altura de la **capa MDE** que se está usando.

Además si se cuenta con una capa MDE el usuario dispone de una herramienta para calcular la altura del edificio en las coordenadas del transmisor o sector.



PARÁMETROS ESPECÍFICOS DE CADA TECNOLOGÍA

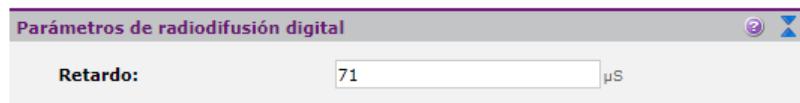
Determinadas tecnologías requieren la utilización de parámetros específicos en el transmisor, como por ejemplo: servicio fijo, radiodifusión digital (redes SFN), radiodifusión digital DVB-T2 (redes SFN), y servicios móviles de tercera y cuarta generación.

Servicio fijo

Puede consultar todos los parámetros a configurar para el caso de un servicio fijo en la página de [Enlace](#).

Radiodifusión digital (redes SFN)

Además de los parámetros comunes a todas las tecnologías, los transmisores de las redes de radiodifusión digital SFN incluyen el parámetro Retardo. Este parámetro establece la sincronización de cada transmisor respecto a una base de tiempos que el usuario puede establecer a su propio criterio. A partir de dicha base de tiempos, el retardo positivo supondrá una demora en la emisión de los contenidos mientras que el retardo negativo supondrá un adelanto de dicha emisión.



Servicios móviles de tercera y cuarta generación

Cuando el transmisor (sector) pertenece a un servicio móvil de tercera o cuarta generación, los parámetros radio del sector contienen un conjunto de parámetros extra denominados [parámetros UMTS / CDMA](#) o [parámetros LTE](#) que permiten realizar una simulación simplificada de este tipo de servicios.

ELEMENTO DE RADIO DEL TRANSMISOR

Un elemento radio en **Xirio** representa cada uno de los elementos radiantes en un sistema de antenas distribuido. El diálogo de propiedades del elemento radio de un transmisor es similar al de [parámetros radioeléctricos del transmisor](#).

Propiedades del Elemento Radio del Transmisor

Elemento Radio del Transmisor

| | | |
|-----------------------------------------|-------------------------|----|
| Nombre: | DAS 1 | |
| Coordenadas | | |
| Latitud: | 00°00'00.00"N | |
| Longitud: | 000°00'00.00"E | |
| Antena: | <input type="text"/> | |
| Altura antena: | 30 | m |
| Orientación: | 0 | º |
| Inclinación mecánica: | 0 | º |
| Inclinación eléctrica: | 0 | º |
| Referencia de alturas de antenas | | |
| Alturas respecto a: | Nivel de azotea | |
| Usar altura de edificio: | Capa de elevación (MDE) | |
| Altura edificio: | 0 | m |
| Feeder: | <input type="text"/> | |
| Longitud del feeder: | 0 | m |
| Pérdidas del feeder: | 0 | dB |
| Pérdidas pasivos: | 0 | dB |

- **Nombre**

- **Coordenadas.** La ubicación del transmisor se configura a través de las coordenadas de un emplazamiento (longitud y latitud). Estas pueden introducirse manualmente, mediante un elemento de catálogo pulsando inspect o seleccionando un punto del visor con el ratón a través del icono pointer.

- **Antena.** Queda definida a partir de su diagrama de radiación. Pulsando se puede acceder a la ventana de [configuración de antena](#).

Xirio configura por defecto una antena válida para calcular el estudio, basándose en el servicio seleccionado en el mismo. Así mismo puede crear una antena nueva eliminando la existente pulsando e introduciendo manualmente los datos propios de la antena.

- **Altura de la antena.** Altura en metros del sistema radiante utilizado.

- **Orientación.** Apuntamiento horizontal en grados de la antena transmisora (rango posible de 0º a 359º).

- **Inclinación.** Apuntamiento vertical en grados de la antena transmisora (rango posible de -90º a 90º). Valores positivos suponen una inclinación de la antena, valores negativos suponen una elevación.

- **Feeder, longitud y pérdidas.**
- **Pérdidas.** Debidas a elementos pasivos como conectores, diplexores, exceptuando las pérdidas de feeder contempladas con anterioridad, etc.

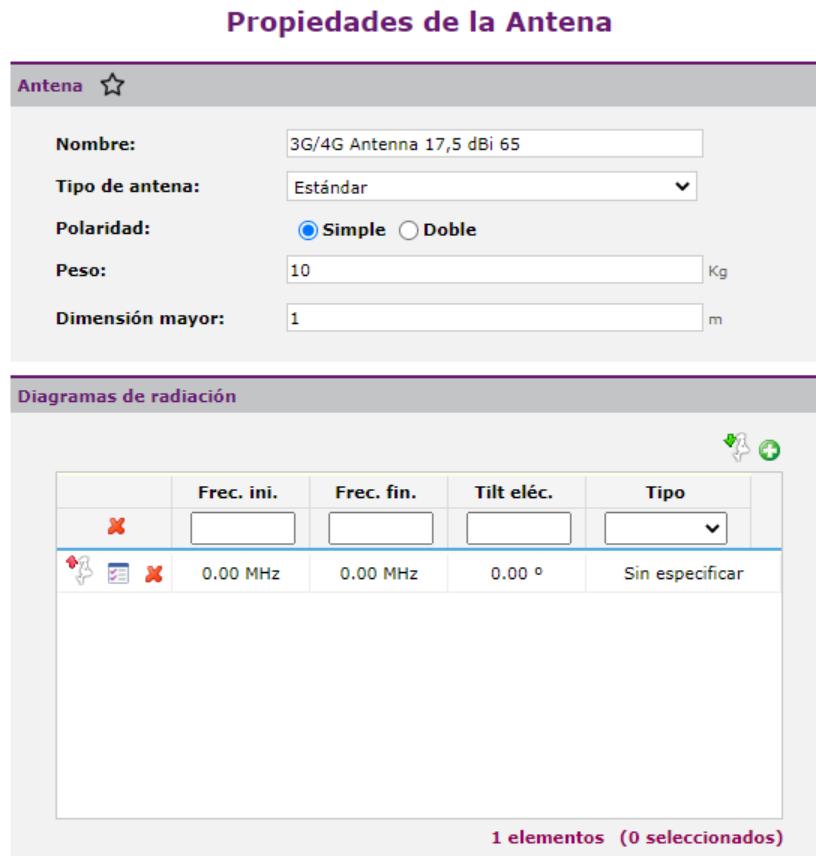
ANTENA

Una antena es un elemento radioeléctrico que emite o recibe ondas electromagnéticas, es decir, transforma señales eléctricas en ondas electromagnéticas y viceversa.

En **Xirio**, una antena se define mediante un conjunto de diagramas de radiación que a su vez están formados por un diagrama horizontal y uno o varios diagramas verticales.

Existe la opción de crear una antena desde [catálogo](#) o crear una nueva. En el primer caso se cargará una copia del elemento de catálogo seleccionado, de tal modo que el elemento no resultará modificado.

La siguiente imagen muestra la ventana relativa a los componentes de la antena:



Dentro del diálogo de la antena el usuario puede configurar los parámetros propios de la antena:

- **Nombre.**
- **Tipo de antena:** Estándar, AAS o Beamforming
- **Polaridad:** Simple o Doble.
- **Peso.**
- **Dimensión** mayor de la antena.

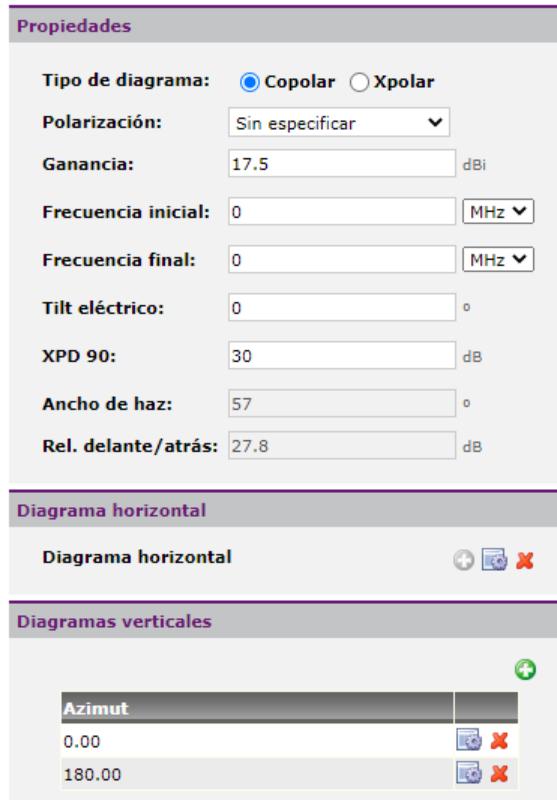
El usuario puede añadir todos los diagramas de radiación que desee. Obligatoriamente es necesario incluir al menos un diagrama copolar. Si la antena va a utilizarse para emitir en diferentes polaridades y el diagrama de radiación varía de una a otra, es recomendable añadir un diagrama Copolar en H y otro en V o XPIC. También es necesario añadir un diagrama Contrapolar (Xpolar) en el caso de que se pretenda evaluar las posibles

interferencias recibidas en polarización cruzada, en caso de que este no exista, se utiliza el valor del parámetro XPD del diagrama copolar.

También es posible introducir los datos los diagramas de radiación de una antena mediante un fichero de texto plano con [formato Sirenet](#) pulsando .

Los diagramas de radiación se pueden modificar utilizando el botón . El diálogo de modificación de diagrama de radiación se describe a continuación:

Propiedades del Diagrama de Radiación



Propiedades

Tipo de diagrama: Copolar Xpolar

Polarización: Sin especificar

Ganancia: 17.5 dBi

Frecuencia inicial: 0 MHz

Frecuencia final: 0 MHz

Tilt eléctrico: 0 °

XPD 90: 30 dB

Ancho de haz: 57 °

Rel. delante/atrás: 27.8 dB

Diagrama horizontal

Diagrama horizontal   

Diagramas verticales

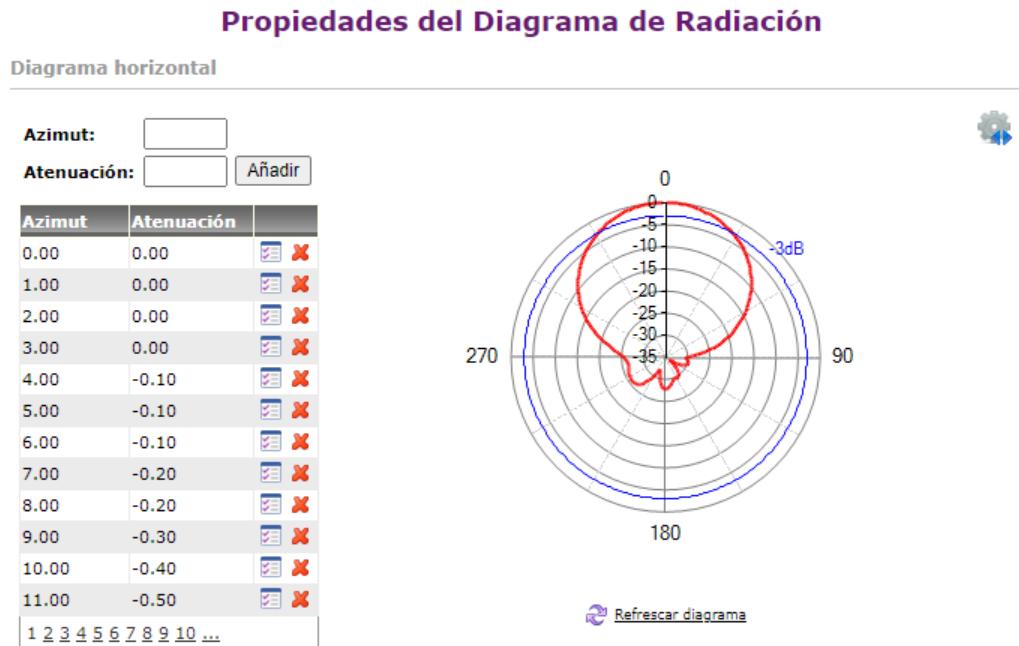
Azimut 

| | |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0.00 |   |
| 180.00 |   |

Dentro del diálogo de diagrama de radiación, el usuario administrador podrá configurar los parámetros propios del mismo:

- **Tipo de diagrama:** Copolar o Contrapolar.
- **Polarización:** Sin especificar (mismo diagrama para todas las polarizaciones), Vertical, Horizontal, XPIC.
- **Ganancia.**
- **Frecuencia inicial y final** de validez del diagrama. **Xirio** selecciona el diagrama adecuado en función de la frecuencia de emisión del elemento radiante.
- **XPD 90.** Discriminación de polarización cruzada.
- **Ancho de Haz a 3dB.** Este parámetro es informativo y no es editable, se obtiene a partir de los valores del diagrama horizontal.
- **Relación delante/atrás** del diagrama de radiación. Este parámetro es informativo y no es editable, se obtiene a partir de los valores del diagrama horizontal.
- **Diagrama horizontal** de la antena.
- **Diagramas verticales.** El usuario al menos deberá añadir un diagrama vertical.

El diálogo de los diagramas verticales o del diagrama horizontal es el siguiente:



En este diálogo, el usuario puede añadir, modificar o eliminar puntos en el diagrama y comprobar sus efectos en el gráfico adyacente pulsando sobre "Refrescar diagrama". Un diagrama horizontal se define especificando una serie de valores de azimut (en grados) y una atenuación (en dB) para cada azimut; un diagrama vertical para un azimut dado (en grados) se define especificando una serie de valores de inclinación (en grados) y una atenuación (en dB) para cada inclinación. Los valores de los diagramas de radiación están normalizados, es decir, una atenuación igual a "0" corresponde al valor de mayor ganancia del mismo.

Además, en la parte derecha de la interfaz se incluye un *toolbox* con distintas funcionalidades que permiten la interacción con la gráfica. Estas funcionalidades permiten cambiar las coordenadas del diagrama (representación en polares o cartesianas) y la escala (unidades naturales o escala logarítmica), cambiar los rangos de los ejes para hacer zoom sobre la gráfica, mostrar/ocultar la línea de -3dB y las rejillas de cada uno de los ejes, y cambiar el intervalo de espaciado de las rejillas de los ejes.

En el caso del diagrama vertical en polares, se puede observar que también se representa la parte trasera del diagrama (en un color difuminado), siempre y cuando esté definido su diagrama con el azimut correspondiente.

Propiedades del Diagrama de Radiación

Diagrama vertical

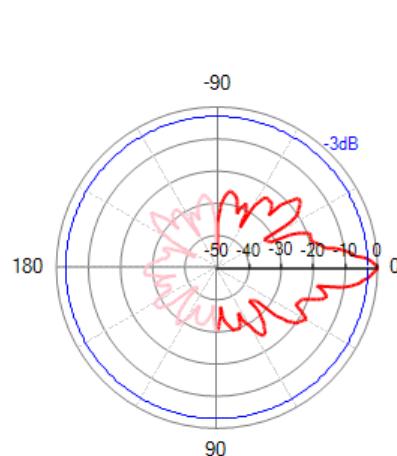
Azimut: 0.00

Inclinación:

Atenuación: Añadir

| Inclinación | Atenuación | | |
|-------------|------------|-------------------------------------|---|
| -90.00 | -44.68 | <input checked="" type="checkbox"/> | X |
| -85.00 | -29.50 | <input checked="" type="checkbox"/> | X |
| -80.00 | -25.80 | <input checked="" type="checkbox"/> | X |
| -75.00 | -27.10 | <input checked="" type="checkbox"/> | X |
| -70.00 | -32.20 | <input checked="" type="checkbox"/> | X |
| -65.00 | -28.20 | <input checked="" type="checkbox"/> | X |
| -60.00 | -35.40 | <input checked="" type="checkbox"/> | X |
| -55.00 | -23.60 | <input checked="" type="checkbox"/> | X |
| -50.00 | -23.40 | <input checked="" type="checkbox"/> | X |
| -45.00 | -27.10 | <input checked="" type="checkbox"/> | X |
| -40.00 | -16.50 | <input checked="" type="checkbox"/> | X |
| -35.00 | -18.90 | <input checked="" type="checkbox"/> | X |

1 2 3 4



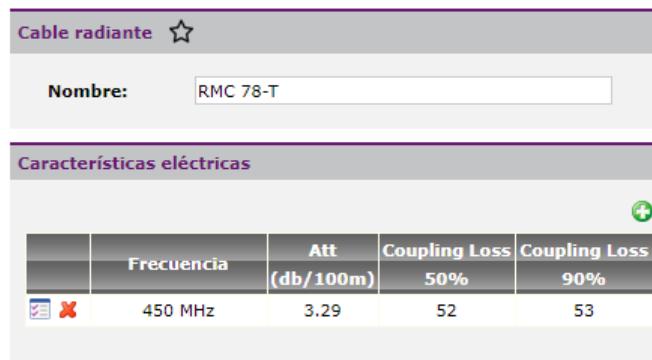
Refrescar diagrama

CABLE RADIANTE

En **Xirio** es posible configurar un cable radiante en lugar de la antena. Se trata de un sistema de radiación que se comporta como una antena a lo largo de su longitud.

La siguiente imagen muestra la ventana relativa a los parámetros del cable radiante:

Propiedades del Cable Radiante



Dentro del diálogo del cable radiante, el usuario podrá configurar los parámetros propios del cable radiante:

- **Nombre.**

- Lista de características técnicas, cuyos parámetros serán directamente editables en el diálogo:
 - **Frecuencia.**
 - **Atenuación del cable** (dB/100m).
 - **Pérdidas de acoplamiento 50%.**
 - **Pérdidas de acoplamiento 90%.**

RECEPTOR

El objeto receptor en **Xirio** se corresponde con un sistema de recepción típico de radiofrecuencia, incluyendo el sistema completo de captación, el equipo receptor físico y los parámetros en base a los cuales se comporta.

Para crear el receptor existe la posibilidad de crearlo desde el [catálogo](#) o crear uno nuevo. En el primer caso se cargará una copia del elemento de catálogo seleccionado, de tal modo que el elemento no resultará modificado.

Seguidamente es necesario completar los parámetros de radio del receptor, su nombre y su ubicación.

Parámetros de radio

| Parámetros de radio | |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Antena: | <input type="text" value="Yagi 14 dBi 36°"/> |
| Altura antena: | <input type="text" value="10"/> m |
| Polarización: | <input type="text" value="Horizontal"/> |
| Feeder: | <input type="text"/> |
| Longitud del feeder: | <input type="text" value="0"/> m |
| Pérdidas del feeder: | <input type="text" value="0.00"/> dB |
| Pérdidas pasivos: | <input type="text" value="0"/> dB |
| Umbral recepción: | <input checked="" type="radio"/> Campo <input type="radio"/> Potencia <input type="text" value="53.2"/> dBu |

La ubicación del receptor se configura a través de las coordenadas de un emplazamiento (longitud y latitud). Estas pueden introducirse manualmente, mediante un elemento de catálogo pulsando o seleccionando un punto del [visor](#) con el ratón a través del icono .

También dispone de una [calculadora de coordenadas](#) para convertir coordenadas geográficas (Sistema WGS84) en UTM (Sistema WGS84) y viceversa.

En esta misma ventana se pueden configurar los [parámetros de radio del receptor](#).

ACCIONES DEL RECEPTOR

Desde el panel de acciones del receptor se puede acceder a las siguientes opciones:

- Acciones**
- [Configurar receptor](#)
 - [Optimizar posición del receptor](#)
 - [Centrar visor](#)
 - [Deshacer último movimiento \(1\)](#)
 - [Añadir receptor al catálogo](#)

- **Configurar receptor.** Desde esta opción se accede a la ventana de configuración del receptor.

- **Optimizar posición del receptor.** Modifica la localización del receptor para encontrar la cota más elevada en las cercanías de la estación.
- **Centrar visor.** Localiza en el [visor](#) el receptor seleccionado.
- **Deshacer último movimiento.** Cancela la última modificación de la posición del receptor. Esta acción es de gran utilidad cuando se ha movido la estación por error.
- **Crear elemento de catálogo a partir del receptor.** Genera un nuevo elemento de catálogo con los datos del receptor, accesible desde el [Gestor de catálogo](#).

MÉTODO DE CÁLCULO

El método de cálculo es el procedimiento que se va a emplear para estimar la propagación de las ondas electromagnéticas por el espacio. Se debe decidir qué modelo de simulación se desea emplear en cada caso en función del entorno en el cual se realiza el despliegue de red, la tecnología empleada, las bandas de frecuencias de trabajo y la calidad de la información cartográfica disponible para modelar el terreno. Si bien, por defecto, al crear un estudio nuevo **Xirio** propone el método más adecuado para el cálculo que se quiera realizar.

El método de cálculo se puede crear desde cero o mediante el [catálogo](#). En este caso, se cargará una copia del elemento de catálogo seleccionado, de tal modo que el elemento no resultará modificado.

Existen parámetros que son comunes a todos los métodos de propagación y otros específicos de cada uno de ellos.

Propiedades del Método de Cálculo

| Método de cálculo | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Nombre: | Nuevo Rec. UIT-R P.526-11 |
| Método de propagación: | Rec. UIT-R P.526-11 |
| <input type="checkbox"/> Método determinístico basado en difracción. Válido para frecuencias mayores de 30 MHz. Empleado en todos los servicios radioeléctricos en entornos rurales y mixtos siempre que se disponga de cartografía de media o alta resolución. | |
| Resolución: | 100 m/pixel |
| <input type="checkbox"/> Limitar la distancia máxima del cálculo | |
| Límite: | 0 m |

Los parámetros comunes de todos los métodos de propagación son:

- **Nombre**
- **Resolución.** Resolución a la que se realizarán los cálculos. Lo habitual es elegir la misma resolución de la cartografía empleada. Sin embargo, en algunos casos es útil comenzar trabajando con peores resoluciones, para obtener un cálculo rápido y aproximado, pasando después a la obtención de resultados más precisos.
- **Limitar la distancia máxima de cálculo,** en metros

PARÁMETROS BÁSICOS

Parámetros comunes para la mayoría de los métodos de cálculo.

| Parámetros básicos | |
|----------------------------------------------------------------|-------|
| <input type="checkbox"/> Cálculo automático de factor K | |
| Factor K: | 1.333 |
| Margen de desvanecimiento: | 10 dB |

- **Cálculo automático de factor K.** Cuando se activa esta opción no es necesario configurar el factor K en el diálogo ya que se evaluará automáticamente durante el cálculo.

- **Factor K.** Factor de curvatura terrestre en la zona geográfica de la tierra en la que se realizan los cálculos, depende del índice de refracción troposférica. Es posible indicarle a la herramienta que calcule el Factor K de forma automática en función de posición geográfica de los elementos radioeléctricos determinados en cada estudio. Con la opción se evalúa automáticamente su valor para las coordenadas del estudio.
- **Margen de desvanecimiento.** Únicamente aplicable en simulaciones de servicio móvil. Parametriza la distribución de la señal frente al tiempo y a las ubicaciones, en aquellos casos que el umbral de recepción contempla únicamente valores de señal medianos (para el 50% del tiempo y para el 50% de las ubicaciones). Se obtiene a través de una desviación típica en función de la frecuencia de trabajo y una distribución estadística del tipo Log-Normal o Rayleigh. Los resultados finales que obtendremos serán de nivel de señal superado durante el porcentaje de tiempo y/o de ubicaciones utilizado para calcular este "Margen de desvanecimiento".

PROPIEDADES REC. UIT-R P.526-11

Método determinístico basado en difracción. Válido para frecuencias mayores de 30 MHz. Empleado en todos los servicios radioeléctricos en entornos rurales y mixtos siempre que se disponga de cartografía de media o alta resolución.

- **Modelo de cálculo:** Permite seleccionar entre los distintos modelos que ofrece la recomendación UIT-R P.526: tierra lisa, obstáculos de fio de cuchillo y obstáculos redondeados. También existe una opción "automático" que evalúa el modelo más adecuado para el entorno de cálculo.
- **Permitividad relativa:** La permitividad relativa a utilizar con el modelo de tierra lisa.
- **Conductividad:** La conductividad a utilizar con el modelo de tierra lisa.
- **Corrección empírica:** Permite modificar la expresión propuesta por la recomendación UIT-R P.526 para el caso del modelo de filo de cuchillo.

PROPIEDADES REC. UIT-R P.526-15

Método determinístico basado en difracción. Válido para frecuencias mayores de 30 MHz. Empleado en todos los servicios radioeléctricos en entornos rurales y mixtos siempre que se disponga de cartografía de media o alta resolución.

- **Permitividad relativa:** La permitividad relativa a utilizar con el modelo de tierra lisa.

- **Conductividad:** La conductividad a utilizar con el modelo de tierra lisa.

PROPIEDADES REC. UIT-R P.1546

Método empírico para la gama de frecuencias de 30 MHz a 1 GHz. Válido en entornos rurales para cualquier servicio radioeléctrico, pero especialmente recomendado para radiodifusión sonora y audiovisual cuando no se dispone de cartografía precisa o a distancias superiores a los 100 km.

| Propiedades de Rec. UIT-R P.1546 | | |
|--------------------------------------------------------------|-----|----|
| Porcentaje de tiempo: | 50 | % |
| <input type="radio"/> Despejamiento | | |
| <input checked="" type="radio"/> Porcentaje de emplazamiento | 50 | % |
| Desviación típica de la variación con las ubicaciones | 8.3 | dB |

- **Porcentaje de tiempo:** El porcentaje de tiempo requerido comprendido en la gama del 1% al 50%.
- **Despejamiento:** Utiliza el método indicado en la recomendación cuando se dispone de información sobre el ángulo de despejamiento del terreno. Este despejamiento se evalúa automáticamente durante el cálculo.
- **Porcentaje de emplazamiento:** El objetivo de porcentaje de ubicaciones considerando las variaciones debidas a la ocupación del suelo en las inmediaciones.
- **Desviación típica de la variación con las ubicaciones:** Desviación típica a utilizar cuando el portentaje de ubicaciones deseado es distinto del 50%.

PROPIEDADES OKUMURA-HATA

Método empírico válido en la gama 150 MHz a 2 GHz. Recomendado para servicios de móviles y de acceso de banda ancha en entornos rurales y urbanos cuando no se disponga de cartografía de alta resolución.

Las propiedades del método Okumura-Hata modulado son las mismas.

| Propiedades de Okumura-Hata | | |
|-----------------------------|---------|--|
| Medio: | Urbano | |
| Tipo ciudad: | Pequeña | |

- **Medio:** urbano, suburbano o rural.
- **Tipo de ciudad:** pequeña o grande.

PROPIEDADES REC. UIT-R P.1411 Y COST 231

Métodos determinísticos válidos en la gama de frecuencias de 800 MHz a 5 GHz y 800 MHz a 2 GHz respectivamente. Recomendados para entornos urbanos en servicios móviles y acceso de banda ancha. Requieren cartografía urbana con información de edificios (MDE).

Propiedades de COST 231 Walfish-Ikegami**Tipo de terreno**

- Ciudades de tamaño medio y entornos suburbanos con densidad moderada de vegetación
 Centros metropolitanos

- **Tipo de terreno:** ciudades de tamaño medio o centros metropolitanos.

PROPIEDADES STANFORD UNIVERSITY INTERIM

Método empírico válido para frecuencias menores de 11 GHz. Recomendado para el servicios móviles y de acceso a banda ancha (especialmente WiMAX) cuando no se dispone de cartografía urbana con edificios (MDE).

Propiedades de Stanford University Interim**Modelo SUI**

- Modelo SUI básico sin factores de corrección ($f < 2000$ MHz, $hr < 2m$)
 Modelo SUI básico con factores de corrección ($f > 2000$ MHz, $2m < hr < 10m$)
 Modelo SUI modificado

Categoría de Terreno

- Categoría A: Terreno montañoso con niveles medios altos de vegetación: niveles altos de perdidas
 Categoría B: Terreno montañoso con niveles bajos de vegetación, o zonas llanas con niveles medios y altos de vegetación.
 Categoría C: Zonas llanas con poca vegetación donde las perdidas son bajas

- **Modelo SUI:** Permite seleccionar el modelo SUI apropiado para el cálculo.
- **Categoría de Terreno:** En función del tipo de terreno y la vegetación del entorno.

PROPIEDADES REC. UIT-R P.1812

Método determinístico válido en la gama de frecuencias de 30 MHz a 3 GHz. Empleado en entornos rurales y mixtos para todos los servicios radioeléctricos, y especialmente radiodifusión, siempre que se disponga de cartografía de media o alta resolución.

Propiedades de Rec. UIT-R P.1812

| | | |
|-----------------------------------------------------------|----------|------|
| Versión: | P.1812-5 | |
| Permitividad relativa: | 5 | |
| Conductividad: | 0.005 | S/m |
| Porcentaje de tiempo: | 50 | % |
| Porcentaje de localizaciones: | 1 | % |
| <input type="checkbox"/> Forzar datos radiometeorológicos | | |
| Var. del Ind. de refracción (delta N): | 55 | N/KM |
| Refractividad de la superficie (NO): | 325 | N |

- **Versión:** Versión de la Recomendación UIT-R P.1812
- **Permitividad relativa:** La permitividad relativa a utilizar con el modelo de tierra lisa.
- **Conductividad:** La conductividad a utilizar con el modelo de tierra lisa.
- **Porcentaje de tiempo:** El porcentaje de tiempo requerido comprendido en la gama del 1% al 50%.
- **Porcentaje de localizaciones:** El objetivo de porcentaje de ubicaciones considerando las variaciones debidas a la ocupación del suelo en las inmediaciones.
- **Forzar datos radiometeorológicos:** Si se activa esta opción se utilizarán los datos meteorológicos indicados en esta ventana durante el cálculo. En caso contrario se evalúan automáticamente durante las simulaciones.
- **Variación del Indice de refracción (delta N):** el gradiente medio del índice de refracción radioeléctrica a lo largo del primer km de la atmósfera.
- **Refractividad de la superficie (N0):** refractividad de la superficie a nivel del mar.

PROPIEDADES REC. UIT-R P.452

Método de cálculo determinístico válido en la gama de frecuencias de 700 MHz a 50 GHz. Especialmente recomendado para el cálculo de interferencias en radioenlaces del servicio fijo.

| Propiedades de Rec. UIT-R P.452 | |
|------------------------------------------------------------------|-----------|
| Versión: | P.452-16 |
| Permitividad relativa: | 5 |
| Conductividad: | 0.005 S/m |
| Porcentaje de tiempo: | 1 % |
| <input type="checkbox"/> Forzar datos radiometeorológicos | |
| Var. del Ind. de refracción (delta N): | 55 N/KM |
| Refractividad de la superficie (N0): | 325 N |

- **Versión:** Versión de la Recomendación UIT-R P.452
- **Permitividad relativa:** La permitividad relativa a utilizar con el modelo de tierra lisa.
- **Conductividad:** La conductividad a utilizar con el modelo de tierra lisa.
- **Porcentaje de tiempo:** El porcentaje de tiempo requerido comprendido en la gama del 1% al 50%.
- **Forzar datos radiometeorológicos:** Si se activa esta opción se utilizarán los datos meteorológicos indicados en esta ventana durante el cálculo. En caso contrario se evalúan automáticamente durante las simulaciones.
- **Variación del Indice de refracción (delta N):** el gradiente medio del índice de refracción radioeléctrica a lo largo del primer km de la atmósfera.
- **Refractividad de la superficie (N0):** refractividad de la superficie a nivel del mar.

PROPIEDADES REC. UIT-R P.530

Método de cálculo determinístico válido para frecuencias mayores de 30 MHz. Incorpora el análisis de viabilidad de radioenlaces digitales del servicio fijo.

Rec. 530-16

Método para porcentajes de tiempo pequeños
 Método para todos los porcentajes de tiempo

Atenuación por gases

Cálculo automático de la densidad vapor agua
Densidad vapor agua: gr/m³

Cálculo automático de precipitaciones (R 0.01%)
Precipitaciones (R 0.01%): mm/h

Descartar indisponibilidad por lluvia menor que 0.001%
 Considerar indisponibilidad por nieve humeda
 Considerar indisponibilidad por equipos

Calcular margen bruto para lluvia

Tiempo asegurado: %

El parámetro de lluvia siempre es considerado en el cálculo de indisponibilidad del enlace.

Atenuación por reflexiones

Tipo de Terreno en reflexión:

Forzar tipo de terreno en reflexión:

Factor de rugosidad máximo:

- **Atenuación por gases.** Puede establecerse manualmente o configurar que la herramienta obtenga el valor de densidad de vapor de agua de la recomendación correspondiente en función de las coordenadas de los extremos. El botón calculadora permite al usuario obtener este valor calculado automáticamente.
- **Precipitaciones.** Puede establecerse manualmente o configurar que la herramienta obtenga el valor de precipitaciones de la recomendación correspondiente en función de las coordenadas de los extremos. El botón calculadora permite al usuario obtener este valor calculado automáticamente.
- **Descartar indisponibilidad por lluvia menor que el 0.001%.** La [Rec. UIT-R P.530](#) no es válida para valores de indisponibilidad calculados inferiores al 0.001% del tiempo. El usuario de este modo puede optar por eliminar este cálculo en estos casos.
- **Cálculo de margen bruto para lluvia.** En el caso de que esta opción se active, en los [informes de vano digital](#) se obtendrá un margen bruto para lluvia que determinará en condiciones de lluvia continua, el margen disponible en recepción. Este margen tiene carácter informativo ya que no se utilizará para el cálculo e calidad e indisponibilidad.
- **Atenuación por reflexiones.** En el caso de que esta opción esté activada el cálculo contemplará las posibles reflexiones originadas en el trayecto. El usuario podrá especificar el tipo de trayecto donde se produce la reflexión o podrá indicar que la herramienta lo obtenga automáticamente de la [capa morfológica](#) en el caso de que se haya establecido una en el estudio. Así mismo podrá establecer el "Factor de rugosidad máximo" para considerar que se produce una reflexión. Un valor típico de este parámetro es 3.

PROPIEDADES DE MÉTODO EDITABLE

Método de cálculo configurable por el usuario, en el cual es posible definir la pérdida básica asociada a la propagación de la señal mediante una expresión configurada manualmente por el usuario. En los términos de dicha expresión podrán combinarse términos en los que intervenga la distancia (Km), la frecuencia (MHz), la altura del transmisor (m), la altura del receptor (m), la altura efectiva de transmisor (m) y las pérdidas por difracción (dB).

Propiedades de Método Editable

| Fórmula: | | | |
|-----------------|--|--|--|
| 32.5 | | | |
| + 20*(log f) | | | |
| + 20*(log d) | | | |
| + lossDiff | | | |

| Límites: | | | |
|-----------------|--------------------------|-----------|-----------|
| Variable | Activo | Lim. inf. | Lim. sup. |
| d | <input type="checkbox"/> | 1 | Infinity |
| f | <input type="checkbox"/> | 1 | Infinity |
| lossDiff | <input type="checkbox"/> | 0 | Infinity |

Con la opción se pueden editar los sumandos de la formula y con la opción eliminarlos.

Los sumandos son de la forma:

*Constante * Operador1(Variable1)^Exponente1 * Operador2(Variable2)^Exponente2*

Los operadores pueden ser:

- **Nulo:** no hay ningún efecto sobre la variable
- **Logaritmo**
- **Potencia**

Las variables que se pueden utilizar son:

- **Distancia** (km)
- **Frecuencia** (MHz)
- **Altura de transmisor** (m)
- **Altura de receptor** (m)
- **Altura efectiva de transmisor** (m)
- **Pérdidas de difracción**

Ademas el resultado de aplicar el operador sobre la variable se puede elevar a un exponente adicional.

PROPIEDADES CURVAS DE SUPERFICIE

Método de cálculo de propagación por onda de superficie. Válido para frecuencias menores de 30 MHz. Es recomendable el uso de cartografía morfográfica de conductividades del terreno.

Propiedades de Curvas de Superficie

| | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Conductividad por defecto: | 0.005 | S/m |
| <input type="checkbox"/> Incluir pérdidas adicionales | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Estas pérdidas contemplan la influencia de los desniveles del terreno en la propagación de la señal de acuerdo con la fórmula: $L(\text{dB}) = P * \text{Despejamiento} + C$ | | |
| $h < \lambda$ | P 0.6912 | C 1.8028 |
| $\lambda \leq h < 2\lambda$ | P 0.9043 | C 3.2299 |
| $h \geq 2\lambda$ | P 0.8509 | C 5.218 |

- **Conductividad por defecto:** En el caso de no disponer de una capa morfográfica con información de conductividades y permitividades del suelo es posible definir un valor por defecto.
- **Incluir pérdidas adicionales.** El método de cálculo de Curvas de Superficie no se comporta correctamente en terrenos muy montañosos. Activando esta opción es posible definir una corrección en función del despejamiento.

PROPIEDADES MÉTODO INDOOR

Método de cálculo 2.5D empírico para la predicción de propagación en interiores. Compatible con escenarios de propagación indoor-outdoor, outdoor-indoor y entre diferentes plantas.

Propiedades de Indoor

| | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|
| Distancia de ruptura: | 10 | m |
| Exponente path-loss n1: | 2 | |
| Exponente path-loss n2: | 2.5 | |
| Probabilidad de recepción: | 50 | % |
| <input type="checkbox"/> Calcular difracción <input type="checkbox"/> Calcular primera reflexión | | |

- **Distancia de ruptura:** Distancia que separa las dos zonas de propagación que se distinguen en el modelo. Por debajo de esta distancia se considera que las paredes y techos no afectan a la propagación de la señal y se utiliza el exponente n1 de variación con la distancia. Por encima de esta distancia tenemos el caso contrario y se utiliza el exponente n2.
- **Exponente path-loss n1:** Exponente de variación para distancias menores que la distancia de ruptura.
- **Exponente path-loss n2:** Exponente de variación para distancias mayores que la distancia de ruptura.
- **Probabilidad de recepción:** Para el cálculo de cable radiante.
- **Calcular difracción:** Cuando esta opción está activa se evalúa una componente adicional de difracción en esquinas durante el cálculo.
- **Calcular primera reflexión:** Cuando esta opción está activa se evalúa una componente adicional de reflexión en paredes durante el cálculo.

PROPIEDADES REC. UIT-R P.528

Método de cálculo empírico válido en la gama de frecuencias de 125 MHz - 15.5 GHz. Recomendado para servicios móvil aeronáutico y de radionavegación aeronáutica que utilizan las bandas de ondas métricas, decimétricas y centimétricas.

Propiedades de Rec. UIT-R P.528

Porcentaje de tiempo: 50 %

- Porcentaje de tiempo:** El porcentaje de tiempo requerido comprendido en la gama del 1% al 50%.

Rec. UIT-R P.1147

Método empírico de predicción destinado a la gama de frecuencias comprendidas entre 150 y 1700 kHz aproximadamente, para longitudes de trayecto entre 50 y 12000 km.

Propiedades de Rec. UIT-R P.1147

Fecha: 1
Enero

Hora: 0 : 0 UTC+0

Sunspot Number: 30 (Consultar NOAA/NGDC)

Región UIT: Región 1 - Europa

- Fecha:** Día y mes.
- Hora:** Horas, minutos y la referencia con respecto al UTC.
- Sunspot number:** También conocido como número de Wolf es una cantidad que mide el número y tamaño de las manchas solares.
- Región UIT:** Según el siguiente mapa.

Rec. UIT-R P.533

Método empírico de predicción de frecuencias disponibles, de niveles de la señal y de la fiabilidad prevista para los sistemas con modulación analógica y digital en ondas decamétricas.

Propiedades de Rec. UIT-R P.533

Fecha: Enero 2017 Hora: 0 h UTC

Sunspot Number: 30 (Consultar NOAA/NGDC)

Ruido de entorno: Rural

- Fecha:** Mes y año.
- Hora:** Referenciada al UTC.
- Sunspot number:** También conocido como número de Wolf es una cantidad que mide el número y tamaño de las manchas solares.

- **Ruido de entorno:** Ciudad, residencia, rural, rural tranquilo, tranquilo y ruidoso.

PROPIEDADES PENETRACIÓN EN EDIFICIOS

Parámetros comunes a varios métodos de cálculo para evaluar las perdidas por penetración en edificios. Permite configurar tanto la penetración vertical desde el tejado del edificio como la penetración horizontal desde la calle.

Penetración en edificios

No aplicar
 No calcular en edificios
 Calcular sólo en azoteas
 Pérdidas fijas en edificios
 Receptor ubicado en el interior del edificio

Pérdidas fijas: dB

Tipo de cálculo:

Pérdidas horizontales: dB/m

Pérdidas verticales: dB/piso

Metros por piso: m

Receptor ubicado en el piso:

[Info icon] Si la altura del receptor es mayor que la del edificio se considerará que el receptor está ubicado en la azotea.

- **Configuración del cálculo:** El usuario puede seleccionar una de las siguientes opciones de configuración:
 - **No aplicar**
 - **No calcular en edificios:** La mancha de cobertura solo muestra datos en la calle.
 - **Calcular solo en azoteas:** No se muestra resultado en las calles. Además el receptor se considera que se encuentra en la azotea del edificio.
 - **Pérdidas fijas en edificios:** Sólo se considera un valor fijo de perdidas en edificios que se aplican sobre el resultado en la azotea.
 - **Receptor ubicado en el interior del edificio:** Se considerarán pérdidas horizontales y/o verticales en función de la configuración de este diálogo.
- **Pérdidas fijas:** perdidas fijas que siempre se consideran para las dos últimas configuraciones de cálculo.
- **Tipo de cálculo:** Cuando se considera que el receptor está ubicado en el interior del edificio se pueden realizar tres tipo de cálculo de penetración:
 - **Considerar solo pérdidas verticales:** Desde el tejado. A las perdidas fijas se le suman peérdidas por el número de pisos atravesados.
 - **Considerar solo pérdidas horizontales:** Desde la calle. A la señal presente en la calle se le aplican las perdidas fijas y unas perdidas verticales en función de los metros penetrados.
 - **Considerar pérdidas menos restrictivas:** Las pérdidas menores entre las horizontales y las verticales.
- **Pérdidas horizontales:** Pérdidas por metro recorrido en interior.
- **Pérdidas verticales:** Pérdidas por piso atravesado.

- **Metros por piso:** Altura de cada piso, para evaluar el número de pisos atravesados durante el cálculo
- **Receptor ubicado en el piso:** Para evaluar los pisos atravesados es posible ubicar el receptor en una planta distinta al nivel de la calle. En el caso de que el edificio no tenga suficientes plantas se considera que el receptor se encuentra ubicado en la azotea.

RANGOS DE SEÑAL

Esta opción permite establecer diferentes rangos de nivel de señal recibida. A cada intervalo se le asigna un color para la posterior visualización de los resultados.

Al desplegar la tabla, que aparece oculta por defecto, aparecen tres intervalos. Cada uno de ellos abarca un rango de 10 unidades. El primero de ellos tiene como límite inferior el umbral de recepción, proveniente del servicio elegido.

Tanto los límites como el número de unidades que abarca cada rango son modificables. Se puede además añadir nuevos rangos o eliminar los existentes accediendo a través del ícono correspondiente a cada rango.

| Color | Rango | Descripción |
|------------|------------------------|-------------------------------------|
| Blue | [53.20 , 63.20) dBu | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Dark Green | [63.20 , 73.20) dBu | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Green | [73.20 , Infinity) dBu | <input checked="" type="checkbox"/> |

Visualizar niveles de señal ▾

Si ha realizado cambios en parámetros que afecten a la sensibilidad o al tipo de trayecto, debe actualizar los rangos de señal para que los valores por defecto de estos se recalculen automáticamente.

Desde los iconos superiores es posible añadir nuevos rangos, importar los rangos desde un elemento de catálogo previamente creado desde el [Gestor de catálogo](#) o generar un nuevo elemento de catálogo de rangos.

RANGOS ESPECÍFICOS DEL SERVICIO HF

Para las coberturas con el servicio de HF se establecen dos grupos más de rangos. Su configuración es análoga a la de los rangos de señal. Estos rangos de colores son los de los resultados de SNR en recepción y fiabilidad de circuito para los servicios de HF que utilicen la recomendación Rec. UIT-R P.533.

| Color | Rango | Descripción |
|-------|-----------------------|-------------------------------------|
| Red | [-300.00 , 15.00) dB | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Green | [15.00 , Infinity) dB | <input checked="" type="checkbox"/> |

Visualizar niveles de señal ▾

| Color | Rango | Descripción |
|-------|----------------------|-------------------------------------|
| Red | [0.00 , 90.00) % | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Green | [90.00 , Infinity) % | <input checked="" type="checkbox"/> |

Visualizar niveles de señal ▾

CÁLCULO DE ESTADÍSTICAS DE COBERTURA

El cálculo de estadísticas del estudio de cobertura consiste en un informe detallado para cada topónimo (regiones, municipios, núcleos poblados, etc.) de los porcentajes de población y superficie cubiertos para cada uno de los rangos definidos.

Para realizar un cálculo de este tipo es necesario haber obtenido previamente un resultado de cobertura radioeléctrica a alta resolución. La manera más cómoda para conocer el coste de este cálculo es hacer clic en "Calcular estadísticas de cobertura" dentro del panel de acciones. Es posible que la primera vez que realice un cálculo de este tipo no esté seleccionada la cartografía necesaria para el cálculo. Simplemente será necesario seleccionar la capa administrativa deseada en ese mismo momento. Sobre una misma zona es posible disponer de diferentes capas con distintos niveles de detalle.

RESULTADO DE COBERTURA

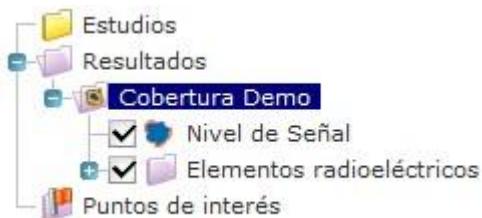
El resultado de un estudio de [cobertura](#) está formado por una capa visual de nivel de señal que representa el nivel recibido en cada punto del área de cálculo y un elemento radioeléctrico que representa al transmisor con el que se ha calculado.



El usuario puede activar y desactivar la capa visual o el elemento radioeléctrico marcando o desmarcando la casilla correspondiente a dicho elemento en el árbol de leyenda. Las acciones que pueden realizarse sobre un resultado de cobertura son las siguientes:

- Acciones**
- Centrar visor en el resultado
 - Abrir resultado en Google Earth
 - Descargar resultado en formato KMZ
 - Eliminar resultado
 - Cerrar resultado

Estas acciones están disponibles en el panel de acciones cuando en el árbol de leyenda se selecciona el resultado del estudio de cobertura:

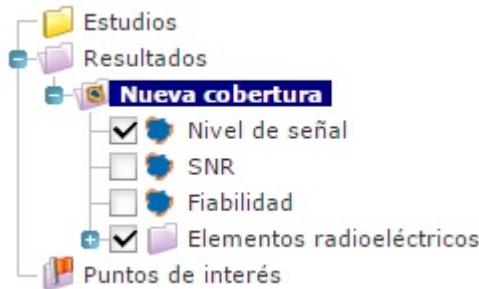


- **Centrar visor en el resultado.** Centra el resultado de la cobertura en el [visor](#).
- **Abrir estudio en Google Earth.** Permite abrir los resultados en la aplicación [Google Earth](#).
- **Descargar resultado en formato KMZ.** Esta opción permite descargar la capa de resultados en formato KMZ y almacenarlos en su equipo local para posteriormente poder visualizarlo en Google Earth.
- **Eliminar resultado.** Elimina del sistema el resultado de cobertura.

- **Cerrar resultado.** Borra del [visor](#) y del resto de paneles el resultado de cobertura, pero éste permanece en el sistema para posteriormente poder abrirlo de nuevo..

RESULTADOS ESPECÍFICOS DEL SERVICIO DE HF

Cuando se realiza un cálculo de cobertura con el servicio de HF, además del resultado de señal, se obtendrán los resultados de SNR y de fiabilidad.



Resultado de SNR

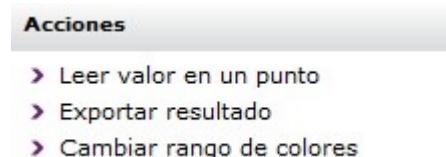
Este resultado muestra en el visor la SNR en recepción en cada punto del área de cálculo.

Resultado de fiabilidad

Este resultado muestra la fiabilidad de circuito en cada punto, entendida como la probabilidad de superar el valor umbral en cada punto del área de cálculo.

ACCIONES DE LA CAPA VISUAL DE NIVEL DE SEÑAL

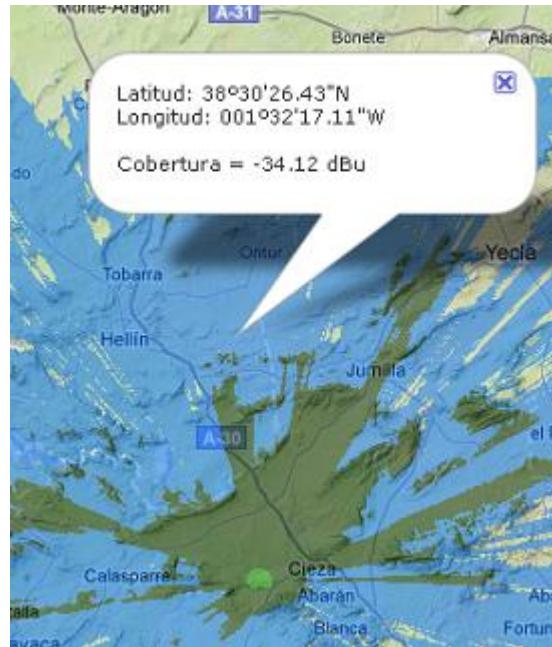
De forma particular la capa visual de nivel de señal de un resultado de estudio de cobertura tiene asociadas las siguientes acciones:



Estas acciones están disponibles en el panel de acciones cuando en el árbol de leyenda se selecciona la capa visual de nivel de señal:



- **Leer valor en un punto.** Permite obtener el nivel de señal en una ubicación mediante la selección de la misma en el [visor](#). El valor de señal será mostrada en una ventana de información.



- **Exportar resultado.** Permite la descarga del resultado de nivel de señal en el equipo local del usuario.
- **Cambiar rango de colores.** Esta acción permite modificar los rangos de colores asociados a los diferentes niveles de señal y añadir nuevos rangos.

| Rangos de Resultado | | Rangos de Resultado | |
|---------------------|-------------------------|---------------------|------------------------|
| Color | Rango de señal | Color | Rango de señal |
| Blue | -104.00 dBm | Blue | [-104.00 , -94.00) dBm |
| Black | [-94.00 , -84.00) dBm | Black | [-94.00 , -84.00) dBm |
| Green | [-84.00 , Infinity) dBm | Green | [-84.00 , -83.00) dBm |
| | | | -83.00 dBm |

Left Panel: Shows the current color mapping for signal ranges. The first row (blue) has a green checkmark and a red delete icon. The second row (black) has a red delete icon. The third row (green) has a red delete icon. Buttons at the bottom are 'Generar' and 'Cancelar'.

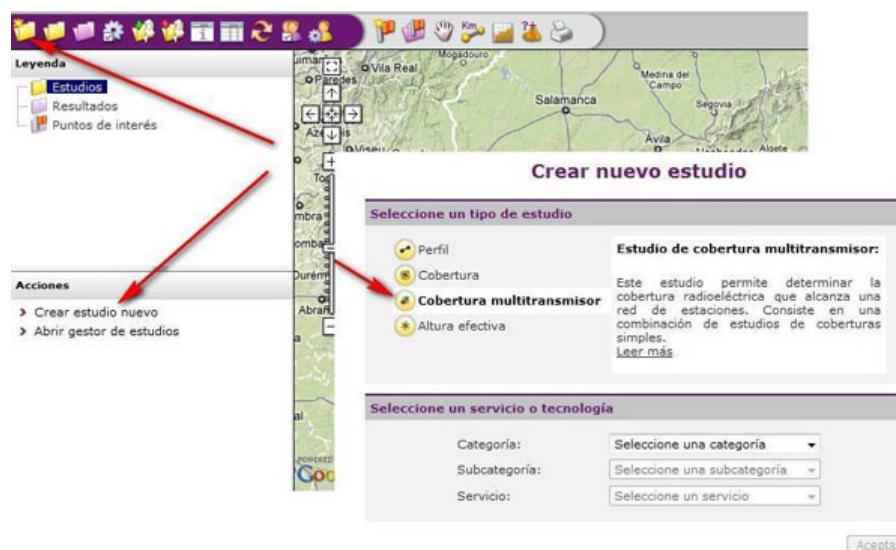
Right Panel: Shows the same table after adding a new row. The new row (white) has a green checkmark and a red delete icon. A red arrow points to the 'Añadir' button at the bottom right of the panel.

COBERTURA MULTITRANSMISOR

Este estudio consiste en una combinación de estudios de coberturas simples. Permite realizar varios tipos de cálculo:

- Cobertura radioeléctrica que alcanza una red de estaciones.
- Estadísticas de superficie y población cubiertos.
- Cálculo de interferencias (relación portadora/interferencia C/I).
- Cálculo de capacidad (sólo servicios LTE).
- Visualización de medidas en ruta.

Para crear una cobertura multitrasmisor, debe seleccionar el tipo de estudio desde el icono  "Crear nuevo estudio" o desde el enlace del panel de tareas y especificar el servicio o tecnología que se va a planificar.



Una vez seleccionado el servicio y creada la multicobertura, se abrirá el diálogo para configurar los [parámetros de un estudio de cobertura multitrasmisor](#).

Puede consultar también información detallada sobre las [acciones de un estudio de cobertura multitrasmisor](#) que están disponibles para el usuario.

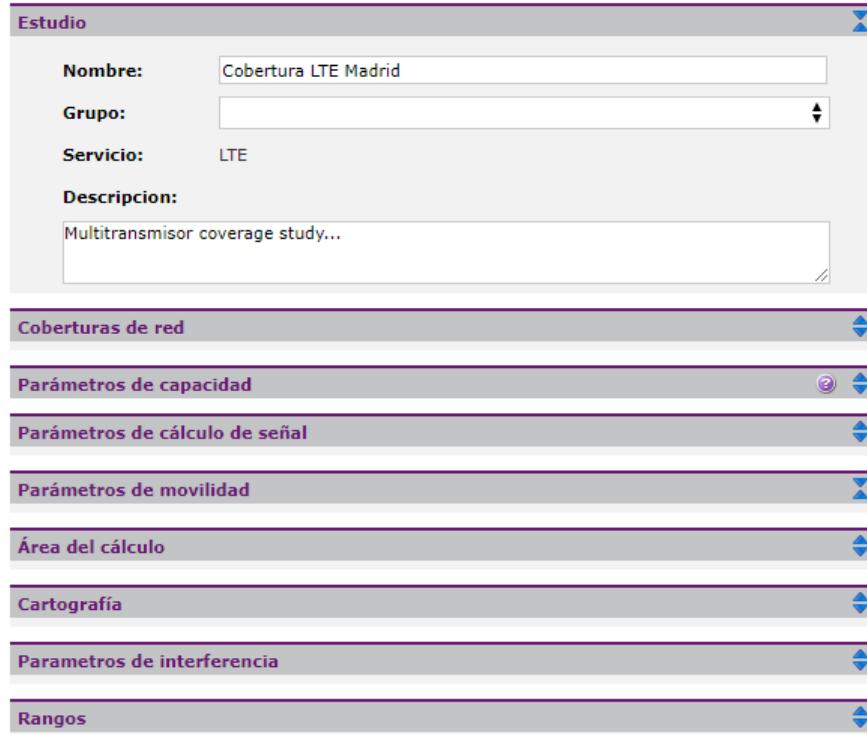
El [resultado del cálculo de un estudio de cobertura multitrasmisor](#) está formado por una capa visual de nivel de señal recibido en cada punto del área de cálculo y un elemento radioeléctrico que representa al transmisor con el que se ha calculado. A partir de este resultado, el usuario puede leer el nivel de señal en un punto seleccionado en el [visor](#).

Por último, en el panel de acciones correspondiente a cada una de las capas que conforman el resultado de una multicobertura, se ofrecen al usuario distintas opciones para realizar [acciones sobre el resultado de la cobertura multitrasmisor](#).

PARÁMETROS DE COBERTURA MULTITRANSMISOR

Una vez seleccionado el servicio y creado el estudio de cobertura multitransmisor, se abrirá el diálogo para configurar los parámetros del estudio.

Propiedades del estudio de Cobertura Multitransmisor



A continuación se describen brevemente los parámetros que definen una cobertura multitransmisor:

- **Estudio.** En esta sección se indican el **Nombre** identificador del estudio y el **Servicio** o tecnología seleccionada para el mismo, así como una descripción del estudio. **Xirio**, en función del servicio seleccionado, propondrá una serie de parámetros radioeléctricos por defecto adecuados para el cálculo a realizar, aunque siempre existe la posibilidad de modificarlos.
- **Coberturas de red.** Las coberturas de red son todos aquellos estudios de cobertura que intervienen en el cálculo del estudio de la cobertura multitransmisor. Para asociar [coberturas simples](#) a la cobertura múltiple se dispone de una serie de iconos:

| Coberturas de red | | |
|--------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Filtrar coberturas | | |
| Coberturas del estudio: 21 | | |
| Nombre | Entorno | |
| <input type="checkbox"/> Hermosilla_S2 | Urban environment |   |
| <input type="checkbox"/> Hermosilla_S3 | Urban environment |   |
| <input type="checkbox"/> Juan Bravo_S1 | Urban environment |   |
| <input type="checkbox"/> Juan Bravo_S2 | Urban environment |   |
| <input type="checkbox"/> Juan Bravo_S3 | Urban environment |   |
| <input type="checkbox"/> Monte Esquinza_S1 | Urban environment |   |
| <input type="checkbox"/> Monte Esquinza_S2 | Urban environment |   |
| <input type="checkbox"/> Monte Esquinza_S3 | Urban environment |   |
| <input type="checkbox"/> Villanueva_S1 | Urban environment |   |
| <input type="checkbox"/> Villanueva_S2 | Urban environment |   |

Coberturas por página: 10

El ícono  solo está disponible para servicios LTE y muestra la tabla actual de vecinas y solapamientos para cada sector de la cobertura multitransmisor. Esta tabla se puede crear de forma manual o mediante un [cálculo automático de vecinas](#) a través de la opción correspondiente del [panel de acciones](#).

El ícono  tiene la funcionalidad de crear una nueva cobertura, de manera exacta a como se configura un estudio de cobertura simple desde la opción "Crear nuevo estudio", de la barra de herramientas, con la diferencia de que no será una más en la lista de coberturas si no que aparecerá solo como parte de dicha multicobertura y deberá tener el mismo servicio que la múltiple a la que pertenezca.

El ícono  se emplea para incluir coberturas ya existentes. Al seleccionar esta opción se abrirá una tabla como la que se muestra más abajo. En la tabla aparecerá una lista de todos los estudios de cobertura simple ya existentes con el mismo servicio que la múltiple. Se podrá optar por incluir la cobertura original (seleccionando la casilla de la izquierda), con lo que se eliminará del listado de estudios del [Gestor de Estudios](#), o incluir una copia de la cobertura (seleccionando la casilla de la derecha), quedando la cobertura original en el listado de estudios del [Gestor de Estudios](#). Si alguna de las coberturas pertenece a otro estudio de cobertura múltiple, la casilla de la columna duplicar estará marcada y, en ese caso, no se podrá incluir la cobertura original si no que se añadirá una copia.

Añadir coberturas al estudio:**Filtro por área:**

- Intersección con área
 Intersección con transmisor

| | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| Esquina NorOeste | Latitud | Longitud |
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Esquina SurEste | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| | | |

0 elementos (0 seleccionados)**Buscar**

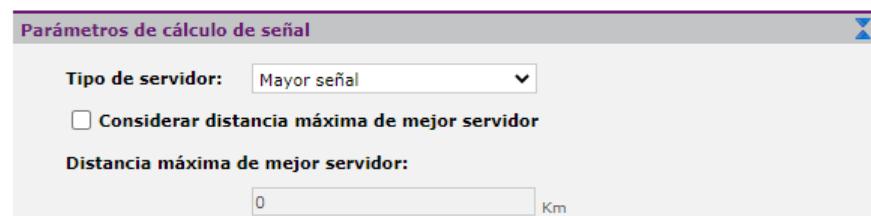
| Dupl. | Nombre | Cobertura multitransmisor | Modificado |
|---------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------|
| <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="button" value="▼"/> | <input type="text"/> |

Aceptar**Cancelar**

El icono tiene la funcionalidad de extraer del estudio de cobertura múltiple coberturas simples que lo componen, para lo cual primero deberá seleccionarlas marcando la casilla correspondiente y a continuación acceder al ícono. Las que sean extraídas pasarán a formar parte de las coberturas individuales independientes del [Gestor de Estudios](#).

- **Parámetros de cálculo de señal**, que incluye los siguientes parámetros:

- **Tipo de servidor**: Selecciona la metodología para determinar el [transmisor deseado](#).



- **Considerar distancia máxima de mejor servidor**: Permite establecer una distancia a partir de la cual un transmisor no será considerado en la elección de mejor servidor en un punto.

- **Área del cálculo**. El [área de cálculo](#) es la zona geográfica donde se realizarán los cálculos y sobre la cual se obtendrá el resultado.

- **Cartografía**, que incluye los siguientes grupos de capas:

- **Capas de cartografía de interior**: Cuando el estudio de cobertura multitransmisor está formado por coberturas de interior, se tomarán los resultados asociados a la capa de interior seleccionada en este apartado para el resultado múltiple.
 - **Capas de cartografía**: Esta es la cartografía que se utiliza en los cálculos de interferencias para evaluar el ángulo de incidencia de las señales interferentes, o para discernir si nos encontramos en interior o exterior en los cálculos de capacidad.

- **Parámetros de interferencia.** Permite configurar los parámetros específicos para realizar los [cálculos de interferencia](#).

Cálculo de Interferencias de Coberturas de Red

Utilizar el método de cálculo de los estudios de cobertura (método principal)
 Utilizar un método de cálculo adicional específico para interferencias (método secundario)

Método de cálculo de interferencias:

La señal interferente de cada transmisor se calculará siempre con el método de cálculo seleccionado en su estudio de Cobertura (método principal). Adicionalmente, también es posible utilizar un método secundario específico para interferencias, estimándose la interferencia provocada por el transmisor como el valor máximo de los obtenidos con ambos métodos.

Coberturas interferentes de otras redes:

Nombre

El estudio no tiene ninguna cobertura interferente asociada

Las coberturas interferentes de otras redes son aquellas de transmisores que no proporcionan servicio ya que no pertenecen a la red en estudio, pero si pueden generar interferencia. La estimación de esta interferencia se calcula utilizando el método de cálculo específico de cada estudio de cobertura interferente.

Factores de rechazo:

| Nombre | Señal Interferida | Señal Interferente |
|----------------------|-------------------|--------------------|
| New rejection factor | LTE | LTE |

El factor de rechazo especifica cómo afecta una señal interferente en función del servicio radioeléctrico, separación en frecuencia, etc.

- **Cálculo de interferencias de cobertura de red.** Permite calcular las interferencias con el mismo método de cálculo empleado en el cálculo de los estudios de cobertura individuales (denominado "método principal") o utilizar un método adicional específico para el cálculo de interferencias (denominado "método secundario"). La señal interferente de cada transmisor se calcula siempre con el método principal. Si se selecciona la opción de utilizar un método secundario específico para interferencias, se estimará la interferencia provocada por el transmisor como el valor máximo de los obtenidos con ambos métodos.
- **Coberturas interferentes de otras redes.** Las coberturas interferentes de otras redes son aquellas que no proporcionan servicio ya que no pertenecen a la red en estudio, pero sí pueden generar interferencia sobre la red. La estimación de esta interferencia se calcula utilizando el método de cálculo específico de cada estudio de cobertura interferente.
- **Factores de rechazo.** El [factor de rechazo](#) especifica cómo afecta una señal interferente en función del servicio radioeléctrico, separación en frecuencia, etc.
- **Rangos.** [Rangos de colores](#) que identificarán el nivel de señal, solapamiento, relación C/I y la señal generada por las estaciones interferentes pertenecientes a otras redes en la visualización de los resultados.



Todos los parámetros, a excepción de las coberturas individuales y el área geográfica de cálculo, son configurados automáticamente por **Xirio** al seleccionar el servicio al que pertenece el estudio; estos parámetros son configurados con los valores más adecuados para el tipo de simulación que se pretende realizar. No obstante, estos valores se podrán modificar momento de la planificación.

Al abrir un estudio de cobertura multitrasmisor, el aspecto que muestra la leyenda es el siguiente:



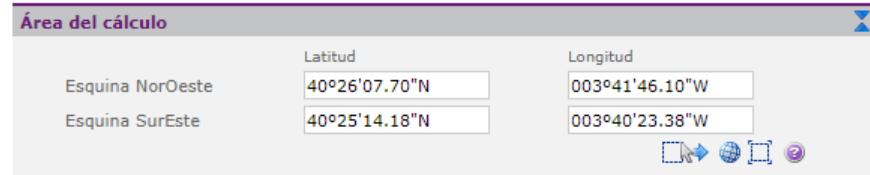
Una vez completados todos los parámetros, se puede proceder al cálculo. Para realizar cálculos estadísticos o de interferencias es preciso haber realizado previamente el cálculo de la cobertura múltiple a alta resolución.

Durante el cálculo, se muestra en el panel de progreso una tabla que visualiza el estado, progreso y acciones sobre cada una de las tareas. En primer lugar se calculan los estudios de cobertura, que aparecerán simultáneamente en dicha tabla e irán desapareciendo a medida que se finalice su cálculo respectivamente. Por último se calcula el estudio de cobertura multitrasmisor y, cuando éste termina de calcularse, también desaparece de la tabla. Una vez han finalizado todos los cálculos se puede consultar el resultado, abriendo la carpeta "Resultado". También es posible consultar los resultados de cada uno de los estudios de cobertura individuales.

ÁREA DE CÁLCULO

El área es la zona geográfica que abarca todos los puntos sobre los cuales se desea tener un resultado de nivel de señal y, por tanto, aquella en la que se realizarán los cálculos.

El área es un rectángulo y podrá ser definida introduciendo las coordenadas manualmente, en el diálogo de configuración del estudio:



También es posible definir el área trazando un rectángulo en el [visor](#) con la ayuda del ratón seleccionando la opción :



Una vez que el usuario ha definido el área de cálculo, existe la opción de modificarla directamente a través del [visor](#) seleccionando y arrastrando cualquiera de sus cuatro esquinas.

También es posible ajustar automáticamente las áreas de cálculo de un estudio de cobertura simple, de todas las coberturas que forman parte de una múltiple o el área total de la cobertura múltiple. Esta funcionalidad está disponible desde el panel de acciones del estudio mediante la opción "Ajustar área automáticamente" o desde la pantalla de configuración del estudio mediante el icono que aparece dentro de la sección "Área del cálculo".

El ajuste del área de cálculo consiste en una estimación aproximada de la distancia máxima alcanzada por cada transmisor en radiales cada 10º. Esta estimación se realiza utilizando la cartografía seleccionada en el estudio a la resolución máxima de cálculo gratuito (RMCG) y el método de cálculo específico de cada estudio. Se puede optar entre las siguientes opciones de ajuste:

- **Ajuste por distancia.** Permite especificar el radio del área de cobertura.
- **Ajuste por nivel de señal.** Permite ajustar el área de las coberturas en función del nivel de señal (en campo o potencia) especificado por el usuario. Habitualmente, este valor coincide con el umbral de recepción del receptor. No obstante, teniendo en cuenta que los perfiles se calculan cada 10º es recomendable dejar un margen de error de unos 10-20 dB, según la tecnología simulada y el entorno orográfico sobre el que se realice la planificación.

- **Ajuste por nivel de interferencia.** Permite ajustar el área de las coberturas en función del nivel de señal interferente generada por cada una de ellas. Para asegurar que el área se ajusta a toda la cobertura libre de interferencia, este valor deberá ser al menos la suma del umbral de recepción del transmisor más el valor de la relación de protección cocanal establecida en el factor de rechazo (parámetros de interferencia del estudio de cobertura multitransmisor).

Para las dos últimas opciones, es posible limitar la distancia máxima de ajuste a un valor especificado por el usuario.

Ajuste automático de áreas

Ajuste automático de áreas

Ajustar área del cálculo del estudio multitransmisor al conjunto de áreas individuales
 Ajustar área del cálculo de las coberturas del estudio

 El ajuste automático de área necesario para los cálculos de nivel de señal o interferencia realiza una estimación aproximada de la distancia máxima alcanzada por cada transmisor en las distintas direcciones (radiales cada 10°). Esta estimación se realiza utilizando la cartografía seleccionada en el estudio a la resolución máxima de cálculo gratuito (RMCG) y el método de cálculo específico de cada estudio.

Ajuste por distancia omnidireccional
 Ajuste por distancia directiva
 Ajuste por nivel de señal

Magnitud

Nivel de Señal Campo Potencia dBm

Distancia máxima de ajuste m

Ajuste por nivel de interferencia
 Ajustar área de coberturas de otras redes

TRANSMISOR DESEADO

Cuando varios transmisores proporcionan cobertura de forma conjunta a un mismo punto geográfico, es necesario determinar cuál de ellos establecerá la comunicación con un receptor ubicado en dicho punto, es decir, cuál de ellos va a resultar el transmisor deseado o "mejor servidor".

Existen distintos criterios para determinar el transmisor deseado en cada punto. Para que un transmisor pueda ser considerado como mejor servidor, éste deberá superar el valor de umbral de recepción de su receptor asociado (el propio de su estudio de cobertura).

Las metodologías que puede seleccionar el usuario para determinar el transmisor deseado son:

- **Mayor Señal.** Se considera como deseado el transmisor que proporciona mayor nivel de señal en el punto de recepción.
- **Distancia.** Se considera como deseado al transmisor más cercano al punto de recepción de entre aquellos que superan el valor de umbral de recepción de su receptor asociado.
- **Retardo.** Se considera como deseado al transmisor con menor retardo de transmisión en el punto de recepción de entre aquellos que superan el valor de umbral de recepción de su receptor asociado. En el caso de una red SFN esta opción proporcionará un resultado diferente ya que tendrá en cuenta el retardo estático de los transmisores.
- **Mayor diferencia a umbral.** Se considera como transmisor deseado aquel que proporciona la mayor diferencia con respecto al umbral de recepción del receptor asociado a su cobertura. En el caso de que todos los receptores tengan igual umbral de recepción (caso más típico) esta elección es exactamente igual que "Mayor Señal".

FACTOR DE RECHAZO

El factor de rechazo define como afectan las señales interferentes producidas por transmisores de un servicio a la señal deseada del mismo u otro servicio en función de su separación en frecuencia. Se especifica mediante una máscara formada por un conjunto de pares de valores (separación en frecuencia y atenuación).

Factor de rechazo

| Separación | Valor |
|-------------|------------|
| -10.000 Mhz | -60.000 dB |
| 0.000 Mhz | 0.000 dB |
| 10.000 Mhz | -60.000 dB |

Cálculo de valores:

Más cercano
 Interpolación

Relación de protección cocanal: dB

El modo en que un receptor se ve afectado por las interferencias depende del servicio del propio receptor así como del servicio de los transmisores interferentes.

Servicio de señal interferida

| | |
|-----------------|----------------|
| Categoría: | Servicio Móvil |
| Subcategoría: | LTE |
| Servicio: | LTE |
| Ancho de banda: | 5 |

Servicio de señal interferente

| | |
|-----------------|----------------|
| Categoría: | Servicio Móvil |
| Subcategoría: | LTE |
| Servicio: | LTE |
| Ancho de banda: | 5 |

Con el fin de poder tener en cuenta la interferencia proveniente de cualquier tipo de fuente, será necesario en cualquier cálculo de interferencias establecer un factor de rechazo para cada relación servicioTX-servicioRx que pueda aparecer durante el cálculo.

Factores de rechazo:

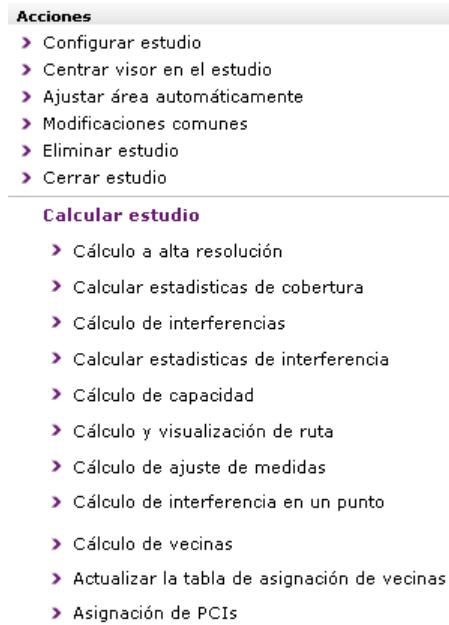
| Nombre | Señal Interferida | Señal Interferente |
|---------|-------------------|--------------------|
| SFN-SFN | SFN-Fijo 8 MHz | SFN-Fijo 8 MHz |
| SFN-MFN | SFN-Fijo 8 MHz | MFN-Fijo 6 MHz |

El factor de rechazo especifica cómo afecta una señal interferente en función del servicio radioeléctrico, separación en frecuencia, etc.

Finalmente, la **relación de protección cocanal** es la diferencia mínima que debe haber entre la señal deseada y la interferente cocanal. Este parámetro se emplea únicamente en el cálculo del campo utilizable como se detalla en el apartado "[Cálculo de interferencias](#)".

ACCIONES DE COBERTURA MULTITRASMISOR

Desde el panel de acciones del estudio de cobertura multitrasmisor se puede acceder a las siguientes opciones:



- **Configurar estudio.** Desde esta opción se accede a la [ventana de configuración](#) de la cobertura multitrasmisor.
- **Centrar visor en el estudio.** Localiza en el [visor](#) la cobertura multitrasmisor seleccionada.
- **Ajustar área automáticamente.** Esta opción permite definir el área de cálculo de las coberturas individuales y de la cobertura multitrasmisor en función de un umbral de señal, interferencia o una distancia determinados por el usuario.
- **Modificaciones comunes.** Permite que las modificaciones realizadas en una de las coberturas pertenecientes al estudio de cobertura multitrasmisor se puedan aplicar a la totalidad o a una selección de las coberturas individuales que forman parte del estudio.
- **Eliminar estudio.** Elimina el estudio seleccionado, con todos sus elementos radioeléctricos, de la cuenta del usuario.
- **Cerrar estudio.** Cierra el estudio seleccionado y retira su resultado del [visor](#).

Además, la sección inferior del panel ofrece las siguientes opciones relacionadas con el cálculo del estudio:

- **Cálculo a alta resolución.** Esta opción realiza un cálculo de alta resolución sobre el estudio seleccionado. Al seleccionar esta opción aparecerá una ventana donde se permite indicar la resolución de los cálculos individuales. Será necesario validar los datos mostrados en esta pantalla antes de proceder al cálculo del estudio.
- **Calcular estadísticas de cobertura.** Permite obtener un informe detallado de los porcentajes de población y superficie cubiertos.
- **Cálculo de interferencias.** A partir de esta opción se realiza el cálculo de [interferencias](#) a alta resolución sobre el estudio seleccionado. Al seleccionar esta opción aparecerá una ventana donde se permite indicar las coberturas consideradas

interferentes y la resolución de los cálculos individuales. Será necesario validar los datos mostrados en esta pantalla antes de proceder al cálculo de las interferencias.

- **Cálculo de capacidad** (solo servicios LTE). A partir de esta opción se realiza el cálculo de capacidad sobre el estudio seleccionado. Se muestra una ventana donde se detalla el coste del cálculo y la cartografía antes de comenzar. Es necesario haber realizado antes el cálculo de interferencia para que esta acción esté disponible. A continuación se ofrece más información acerca de los [parámetros](#) a configurar para realizar este tipo de cálculo y de los [resultados](#) que se obtienen.
- **Cálculo y visualización de ruta**. Permite la visualización de medidas tipo drive-test grabadas en un fichero de texto. A su vez permite calcular el nivel de señal e interferencia proporcionado por cada transmisor de la multicobertura sobre cada coordenada del fichero. En el siguiente enlace se describe el formato del fichero de medidas y los pasos a seguir para realizar la [visualización de ruta](#).
- **Cálculo de ajuste de medidas**. Una vez realizado el cálculo y visualización de ruta, esta opción permite realizar un ajuste del método de cálculo utilizado a partir de las medidas visualizadas.
- **Cálculo de interferencia en un punto**. Una vez calculadas las interferencias, es posible realizar el cálculo de la interferencia en un punto. Esta opción genera una tabla donde se indican los valores de Campo recibido, Campo interferente y Potencia interferente generados por cada transmisor, tanto de la propia red como ajenos a ella.
- **Cálculo de vecinas** (solo servicios LTE). Abre la configuración para el cálculo automático de vecinas y solapamientos para cada sector de la cobertura multitrasmisor. El estudio debe tener al menos 2 coberturas para que esta opción esté disponible.
- **Actualizar la tabla de asignación de vecinas** (solo servicios LTE). Permite volcar el resultado de un cálculo de vecinas sobre la tabla de configuración de vecinas del estudio. Esta opción solo estará disponible si se ha realizado previamente un cálculo de vecinas.
- **Cálculo de PCIs** (solo servicios LTE). Abre la tabla para el cálculo y asignación de PCIs (*Physical Cell IDs*). La asignación de PCIs quedará habilitada una vez hecha la configuración de vecinas (ya sea automática o manual).

CÁLCULO DE INTERFERENCIAS

Esta sección describe el sistema empleado por **Xirio** para el cálculo de las interferencias, tanto el método empleado para estimar la aportación de una o varias fuentes de interferencia como su terminología y notación.

PARÁMETROS DE INTERFERENCIA

Los parámetros que permiten definir la interferencia a calcular serán:

- **Método de propagación.** Será el método que se empleará para estimar el nivel de señal con que los transmisores interferentes actúan sobre el receptor interferido.
- **Método complementario.** Se ofrece la posibilidad de utilizar dos métodos de cálculo de forma conjunta, uno de tipo principal y el otro complementario. Esta opción resulta útil para tratar de completar el peor caso en cualquier situación, dado que **Xirio** dará como resultado en estos casos el valor de interferencia que prevea el método más pesimista.
- **Método de combinación.** En los cálculos de interferencias múltiples (provenientes de más de una fuente de interferencia) se empleará este método para combinar las interferencias individuales y obtener la conjunta. Los métodos de combinación empleados son: multiplicación simplificada para los servicios de radiodifusión sonora en frecuencia modulada (FM) y suma cuadrática para el resto de servicios.
- **Factor interservicios.** Define el modo en que los receptores se ven afectados por la interferencia en función de los servicios de los equipos transmisores y receptores.

INTERFERENCIA DE UNA FUENTE

La interferencia proveniente de una fuente se calcula para los métodos principal y complementario obteniéndose los siguientes resultados:

- **Campo recibido (Er):** Es el campo impuesto por el transmisor interferente en el emplazamiento del receptor.
- **Campo interferente (Ei):** Es el campo recibido filtrado de acuerdo con la discriminación de frecuencias que realiza el receptor, es decir, aplicando el factor de rechazo.

$$e_{ik} = e_{rk} \cdot \sqrt{f_r(f)}$$

- **Potencia interferente (Pi):** Es la potencia real recibida por el receptor. La antena receptora discriminará la señal interferente en función de la orientación de la misma y de la procedencia de la señal recibida.

$$pi_k = ei_k^2 \cdot \frac{c^2 \cdot g(\Theta_k, \Phi_k)}{480 \cdot \pi^2 \cdot f_{rx}^2}$$

INTERFERENCIA MÚLTIPLE

El cálculo de interferencia múltiple se realiza combinando los cálculos de interferencia individual que aporta cada transmisor interferente utilizando como método de combinación la suma cuadrática.

Si se ha seleccionado el cálculo con método complementario, se realizará la combinación de todas las interferencias calculadas con método principal por un lado y por otro la combinación de todos los cálculos realizados con método complementario. Posteriormente,

el resultado de interferencia total será el peor caso, esto es, la combinación que de un resultado mayor de interferencia.

Los distintos cálculos que se realizan de interferencia múltiple son: **Campo interferente (Ei)**, **Potencia interferente (Pi)**, y **Relación de potencia portadora-interferencia (C/I)**.

$$ei = \max \{ \text{combinar}(eis_1, \dots, eis_n, e_{ruido}), \text{combinar}(eit_1, \dots, eit_n, e_{ruido}) \}$$

$$pi = \max \{ \text{combinar}(pis_1, \dots, pis_n, e_{ruido}), \text{combinar}(pit_1, \dots, pit_n, e_{ruido}) \}$$

$$C/I = pd / pi$$

INFLUENCIA DE LOS CANALES

La forma de tratar las interferencias en referencia a los canales es la siguiente: su aportación interferente es la combinación de las provocadas por cada uno de los canales (o frecuencias especificadas por el usuario).

La aportación de los distintos canales a la interferencia se calculará por separado trabajando cada uno de ellos a su frecuencia especificada por el usuario como si fuese un nuevo transmisor trabajando en cada portadora.

INFLUENCIA DE LA POLARIZACIÓN

En los cálculos de interferencia es importante tener en cuenta el efecto de la polarización de las señales interferentes. **Xirio** dispone de dos parámetros, denominados Factores de Discriminación a 45º y 90º ([diagrama de antena](#)) que establecen la atenuación que sufrirán las señales recibidas en otras polarizaciones:

- **XPD o factor de discriminación a 45º:** Atenuación sufrida en la antena receptora por recibir la señal con una polarización que difiere 45º de la emitida por el transmisor (polarización circular o mixta).
- **XPD o factor de discriminación a 90º:** Atenuación sufrida en la antena receptora por recibir la señal con una polarización que difiere 90º de la emitida por el transmisor (polarización contrapolar).

Una vez aplicado el factor de discriminación correspondiente a las señales interferentes, se aplicará el [factor de rechazo](#) que define como afectan las señales interferentes producidas por transmisores de un servicio a la señal deseada del mismo u otro servicio en función de su separación en frecuencia.

En servicios fijos, donde el ángulo de entrada de la señal recibida es crítico, **Xirio** utiliza dos diagramas de radiación (copolar y contrapolar) para realizar los cálculos de interferencias. Se considera copolar todo tipo de señales, deseadas e interferentes, que lleguen al receptor con su misma polarización y serán recibidas por el receptor mediante su diagrama copolar, mientras que las señales contrapolares (polarización opuesta) serán recibidas a través del diagrama contrapolar.

Xirio siempre analiza la influencia copolar y contrapolar de las distintas estaciones, dando como resultado el valor de interferencia total.

INFLUENCIA DE LA ANTENA RECEPTORA

En los cálculos de interferencia es muy importante introducir correctamente la forma del sistema radiante de los receptores ya que la interferencia se calculará teniendo en cuenta la orientación de las antenas receptoras y la dirección en la que provienen las distintas interferencias.

Xirio considera que los receptores en cada punto de cálculo se encuentran apuntando por su zona de máxima ganancia al transmisor correspondiente, mientras que los transmisores interferentes estarán entrando por otros azimuts del sistema radiante con menor ganancia.

REDES SFN

El funcionamiento de las redes SFN (*Single Frequency Network*) requiere un tratamiento especial puesto que, básicamente, las distintas estaciones están emitiendo el mismo programa de forma unísona y la presencia de señal proveniente de varias fuentes en un punto puede ser considerado como interferencia constructiva o destructiva dependiendo de los retardos que presenten las distintas señales con respecto a la dominante. Puede encontrar información detallada [aquí](#).

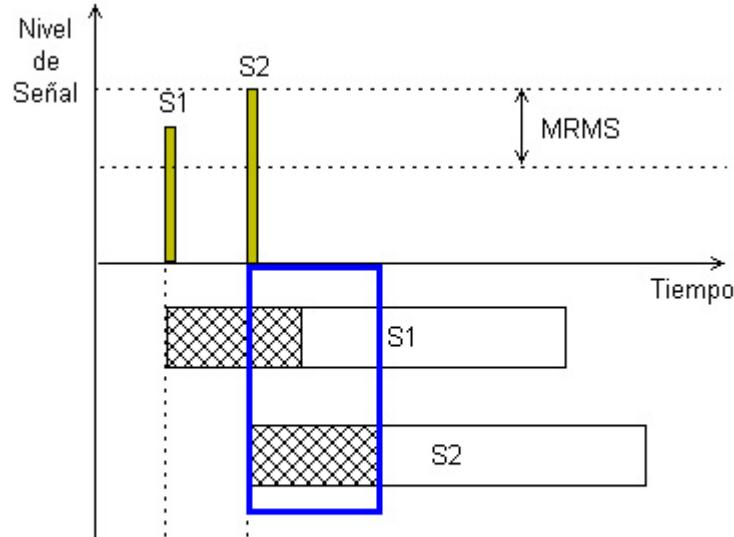
CÁLCULO DE INTERFERENCIA SFN

El funcionamiento de las redes SFN (*Single Frequency Network*) requiere un tratamiento especial puesto que, básicamente, las distintas estaciones están emitiendo el mismo programa de forma unísona y la presencia de señal proveniente de varias fuentes en un punto puede ser considerado como interferencia constructiva o destructiva dependiendo de los retardos que presenten las distintas señales con respecto a la dominante.

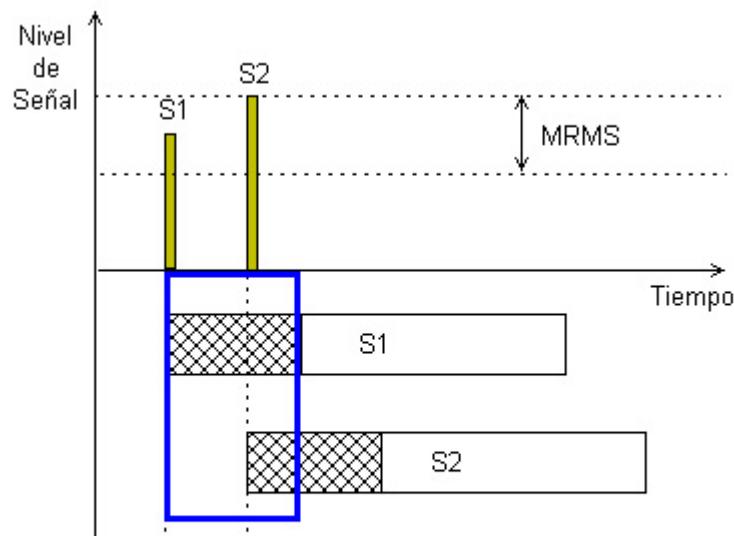
La interferencia que los elementos de una red SFN aportan a otros tipos de redes se evalúa con el método habitual. De igual modo, la interferencia que los elementos de otras redes imponen sobre la red SFN también se evalúa normalmente. Sin embargo, la aportación de los distintos elementos de la red sobre un receptor de la propia red SFN se tiene en cuenta de acuerdo a los siguientes criterios:

- Se evalúa el retardo de las distintas fuentes de interferencia respecto a la señal del dominante. Este retardo es función de la diferencia de distancias desde los transmisores al punto de recepción y también de los retardos relativos de los transmisores (parámetro "retardo" en el elemento transmisor).
- Se establece el transmisor cuya señal impone el símbolo de referencia, a partir del cual comienza el intervalo de guarda. Este transmisor puede ser:
 - **"Comienzo con el mejor servidor"**. El propio transmisor deseado.
 - **"Comienzo con el primer pre-eco suficientemente potente"**. Aquel que, llegando con anterioridad al receptor que el transmisor deseado, imponga un nivel de señal suficientemente alto. Se considera que el nivel de señal del pre-eco es suficientemente elevado cuando está dentro de un margen con respecto a mayor nivel de señal impuesto por el usuario. Para establecer el inicio de la ventana se evaluará todos los pre-ecos calculados tanto con el método principal como con el complementario. Sin embargo, para el cálculo de la señal deseada (C) solo se tendrán en cuenta las calculadas con el método principal.
 - **"Comienzo con el primer pre-eco estable suficientemente potente"**. Aquel que, llegando con anterioridad al receptor que el transmisor deseado, imponga un nivel de señal suficientemente alto respecto a éste. Se considera que el nivel de señal del pre-eco es suficientemente elevado cuando está dentro de un margen con respecto a mayor nivel de señal impuesto por el usuario. Para establecer el inicio de la ventana únicamente se evaluarán los pre-ecos calculados con el método principal.

La elección del inicio del intervalo de guarda depende del tipo de receptor que se desea simular, la opción "primer pre-eco suficientemente potente" asegura mayores posibilidades de interferencia constructiva en la mayoría de los casos. El siguiente gráfico comparativo aclara este aspecto:



**Comienzo de ventana en mejor servidor
INTERFERENCIA DESTRUCTIVA**



**Comienzo de ventana en primer pre-eco suficientemente potente
INTERFERENCIA CONSTRUCTIVA**

En función de los retardos se evalúa si la interferencia producida por cada uno de los transmisores de la propia red SFN es constructiva o destructiva. El método para determinar la interferencia producida por un transmisor así como la relación de protección que se debe emplear en cada caso depende del servicio radioeléctrico del estudio (DAB, DVB Fija ó DVB Portátil) y de los retardos de las señales respecto al comienzo de la ventana de intervalo de guarda.

- **C** (parte constructiva) = $Wi * Ni$ (Nivel de interferencia)
- **I** (parte destructiva) = $(1-Wi) * Ni$ (Nivel de interferencia)
- Si el servicio del estudio es DAB se calculará el valor Wi según la fórmula:

$$\begin{cases}
 0 & \text{si } t < T_s \\
 \left(\frac{T_s + \tau}{T_s} \right)^2 & \text{si } -T_g < t < 0 \\
 1 & \text{si } 0 < t < T_g \\
 \left(\frac{T_u - \tau + T_g}{T_u} \right)^2 & \text{si } T_g < t < T_s + T_g \\
 0 & \text{si } t > T_s + T_g
 \end{cases}$$

Donde:

- **Ts** es el intervalo de símbolo.
- **Tg** es el intervalo de guarda.
- **Tf** es el intervalo de ecualización.
- **Tu** es el tiempo útil. Que se obtiene como (Intervalo de símbolo – Intervalo de guarda).

Si el servicio es DVB Fijo el cálculo de Wi se basa en la siguiente fórmula:

$$\begin{cases}
 1 & \text{si } 0 < t < T_g \\
 \left(\frac{T_u - \tau + T_g}{T_u} \right)^2 & \text{si } T_g < t < T_f \\
 0 & \text{si } t > T_f
 \end{cases}$$

Y en este caso, la relación de protección se calcula como relación de protección efectiva (EPT). Para ello, se emplearán las siguientes fórmulas:

$$EPT = \frac{C}{N} \Big|_P + \left[\frac{C}{N} \Big|_P - \frac{C}{N} \Big|_F \right] \left[\frac{0,5}{\frac{C}{N} \Big|_P - \frac{C}{N} \Big|_F} \right]^{\frac{K}{10}} + \Delta_1 + \Delta_2$$

Donde:

$$K_A = 10 \log \frac{wG}{\sum_{i=1}^N w_i G_i}$$

Para el servicio DVB Portátil el cálculo de W_i es exactamente igual que en el caso de DVB Fijo. El cálculo de la EPT se ajustará a la siguiente ecuación:

$$EPT = \frac{C}{N} \Big|_P + \Delta_1 + \Delta_2$$

PARÁMETROS DVB-T2

La última sección permite definir los parámetros DVB-T2:

- **Grupo MISO** (*Multiple Input - Single Output*): Dos grupos de transmisores transmiten simultáneamente dos versiones ligeramente distintas en tiempo y frecuencia de la señal deseada. De esta forma mejora la SNR del sistema y, en consecuencia, la cobertura y velocidad de datos de la red.
- **Considerar ganancia TFS** (*Time-Frequency Slicing*): Varios servicios multiplexados estadísticamente se transmiten sobre más de un canal RF, proporcionando una ganancia adicional.

MODIFICACIONES COMUNES

Esta funcionalidad permite modificar diversos parámetros en los estudios individuales (coberturas o enlaces) pertenecientes a un estudio múltiple (multicobertura o red de transporte) simultáneamente. Los parámetros pueden variar en función de la tecnología y del tipo de estudio en que se esté trabajando:

- Banda.
- Parámetros de transmisión.
- Parámetros de recepción.
- Tipo de trayecto.
- Parámetros 3G.
- Método de cálculo.
- Capas de cartografía.
- Rangos de resultado.

Para realizar las modificaciones comunes siga los siguientes pasos:

1. **Estudio origen:** Seleccione uno de los estudios que desea modificar y realice los cambios.
2. **Estudios destino:** Añada a la lista todos aquellos estudios que deseas modificar. El estudio seleccionado como estudio origen no se incluirá en esta lista.
3. **Parámetros del estudio de origen:** Seleccione de la lista de parámetros aquellos sobre los que desea aplicar las modificaciones comunes.

Modificaciones comunes

Estudio origen

Estudio origen: Goya_S1

Estudios destino

Estudios seleccionados: 2

| Nombre | Interferente |
|---------|----------------------------|
| Goya_S2 | <input type="checkbox"/> X |
| Goya_S3 | <input type="checkbox"/> X |

Parámetros del estudio de origen

Banda Band 2600 10 MHz Demo

Parámetros de transmisión:

Parámetros de recepción:

Parámetros 3G

Método de cálculo: Nuevo Xia-Bertoni

Capas de cartografía:

Área del cálculo

Rangos de resultado:

Algunos de los parámetros anteriores se componen de varios campos, pudiéndose optar por modificar todos los campos o realizar una selección de los mismos.

Parámetros de transmisión:

Todos los parámetros
 Sólo parámetros seleccionados

Antena: Antenna LTE 90

Frecuencias:

| Frecuencia | Canal |
|--------------|-------|
| 2655.000 MHz | |

Polarización: Vertical

Altura antena: 10 m

Potencia: 32 W

Feeder: El parámetro no existe en el estudio de origen

Longitud feeder: 0 m
Pérdidas feeder: 0 dB

Pérdidas: 0 dB

Parámetros LTE:

CÁLCULO DE ESTADÍSTICAS DE COBERTURA MULTITRANSMISOR

El cálculo de estadísticas del estudio de cobertura multitransmisor consiste en una serie de informes detallados para cada topónimo (regiones, municipios, núcleos poblados, etc.) de los porcentajes de población y superficie cubiertos para cada uno de los rangos definidos.

Para realizar un cálculo de este tipo es necesario haber obtenido previamente un resultado de cobertura multitransmisor a alta resolución.

Es posible que la primera vez que realice un cálculo de este tipo no esté seleccionada la cartografía necesaria para el cálculo. Simplemente será necesario seleccionar la capa administrativa deseada en ese mismo momento. Sobre una misma zona es posible disponer de diferentes capas con distintos niveles de detalle.

Existen tres tipos de estadísticas de cobertura para la cobertura multitransmisor en **Xirio**:

- **Población y área.** Permite obtener una estadística de población y superficie cubierta por el conjunto de transmisores de la red sin especificar que transmisor cubre cada topónimo.
- **Población y área por mejor servidor.** Permite obtener una estadística de población y superficie cubierta por el conjunto de transmisores especificando que transmisor es el mejor servidor para cada topónimo.
- **Población y área por transmisor.** Permite obtener una estadística de población y superficie cubierta por el conjunto de transmisores especificando que topónimos cubre cada transmisor.

VISUALIZACIÓN DE RUTA

Para visualizar una ruta de medidas es necesario seleccionar la opción "Cálculo y visualización de ruta" en el panel de acciones del estudio de cobertura multitransmisor.

Desde la ventana de cálculo que se abrirá a continuación, podrá seleccionar y cargar el [fichero de medidas](#) que deseé visualizar y marcar los cálculos que deseé realizar.

Calculo de estudio

Estudio a calcular

Tipo de estudio: Cobertura multitransmisor
Nombre del estudio: Demo Visualiz Medidas

Parámetros del cálculo

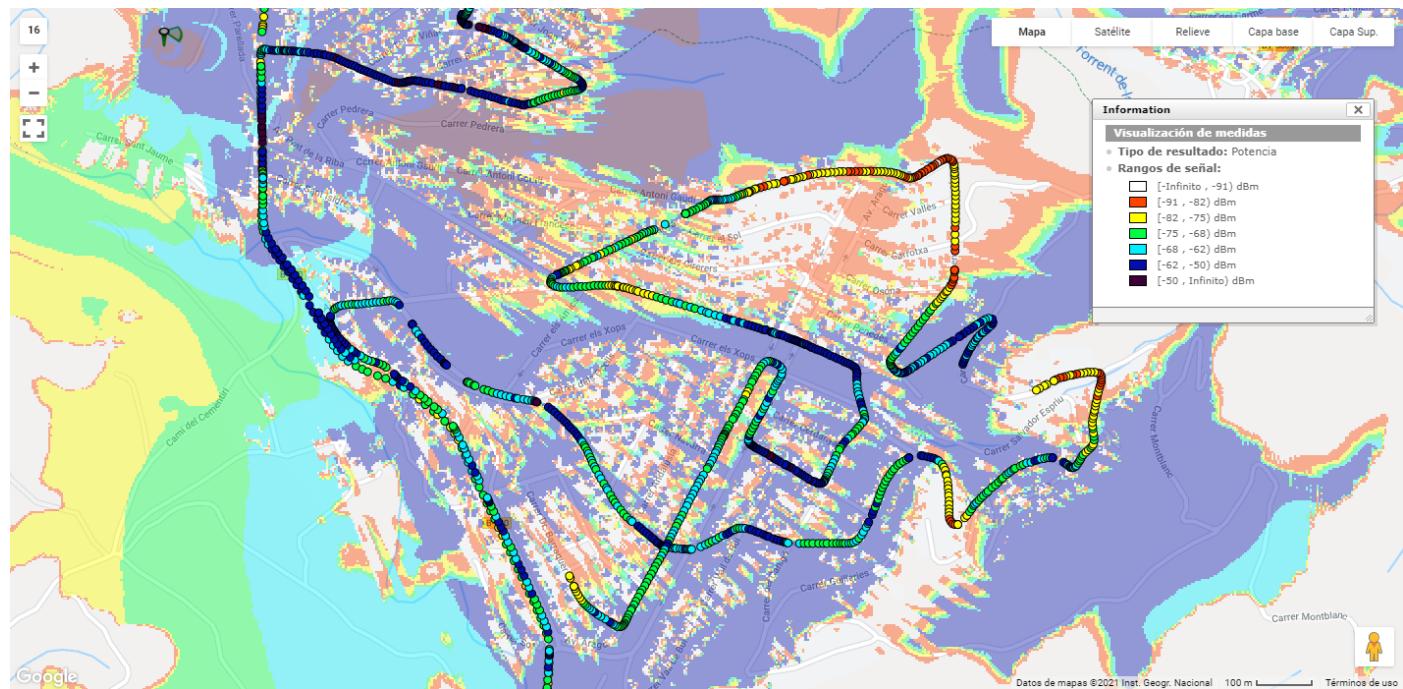
Nombre del resultado: Demo Visualiz Medidas
Descripción:

Archivo de medidas: Ningú...cionado [?](#)

Seleccione los informes que desea generar:

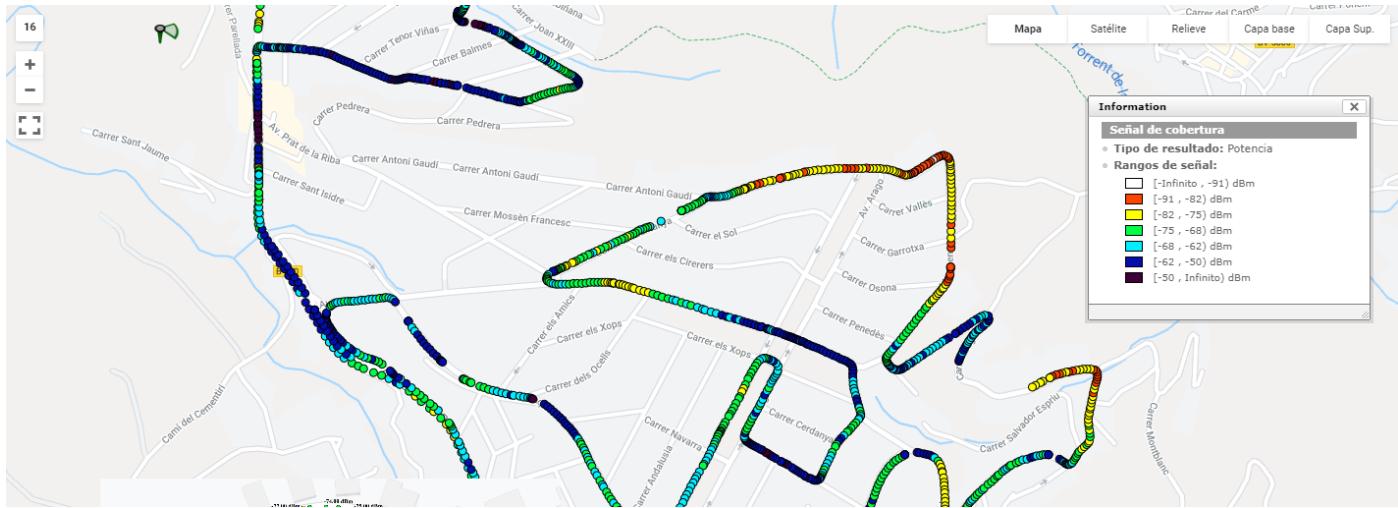
Generar visualización de medidas
 Obtener resultados de señal en puntos de medida
 Obtener resultados de interferencia en puntos de medida

[Validar y calcular precio](#)



Una vez cargado el fichero de medidas se puede optar por tres tipos de cálculo:

- **Generar visualización de medidas.** Genera una capa de visualización WMS con los puntos de medida y el valor de señal asociado a cada punto. Una vez generada la capa se puede visualizar únicamente los puntos de medida o los puntos de medida con el valor medido. Para la representación gráfica se utilizarán los rangos de señal definidos en el estudio de cobertura múltiple.



- Obtener resultados de señal en puntos de medida.** Genera un fichero de texto que incluye para cada coordenada, además de los datos de partida del fichero de medidas, el nivel de señal generado por cada cobertura asociada al estudio de cobertura múltiple, el mejor servidor y el solapamiento. Para realizar este cálculo es necesario haber realizado el cálculo de la cobertura multitransmisor.
- Obtener resultados de interferencia en puntos de medida.** Genera un fichero de texto que incluye para cada coordenada, además de los datos de partida del fichero de medidas, el nivel de señal generado por cada cobertura asociada al estudio de cobertura múltiple, el mejor servidor, el solapamiento y la relación C/I. Para realizar este cálculo es necesario haber realizado el cálculo de la cobertura multitransmisor y el cálculo de interferencias.

| Información detallada del archivo resultado | | | | | | |
|---------------------------------------------|-----------|----------|--------|---------------------|--------|------|
| ID | Latitud | Longitud | Altura | Velocidad | Estado | Nota |
| 2.245676 | 41.492886 | -93 | -96.5 | ----- | 0 | |
| 2.24562 | 41.49292 | -95 | -107.4 | ----- | 0 | |
| 2.24558 | 41.492939 | -95 | -107.7 | ----- | 0 | |
| 2.24553 | 41.492962 | -97 | -110.7 | ----- | 0 | |
| 2.245518 | 41.492962 | -98 | -110.7 | ----- | 0 | |
| 2.245495 | 41.492966 | -100 | -105.3 | ----- | 0 | |
| 2.245353 | 41.492989 | -100 | -73.3 | WIMAX Sant Fost (1) | 1 | |
| 2.245295 | 41.492989 | -100 | -71.8 | WIMAX Sant Fost (1) | 1 | |
| 2.24523 | 41.492981 | -100 | -71.9 | WIMAX Sant Fost (1) | 1 | |
| 2.24518 | 41.49297 | -100 | -71.9 | WIMAX Sant Fost (1) | 1 | |
| 2.24513 | 41.492962 | -100 | -71.9 | WIMAX Sant Fost (1) | 1 | |
| 2.24503 | 41.492939 | -100 | -72 | WIMAX Sant Fost (1) | 1 | |
| 2.244962 | 41.492931 | -100 | -72.1 | WIMAX Sant Fost (1) | 1 | |
| 2.244883 | 41.492931 | -100 | -91.5 | ----- | 0 | |
| 2.24482 | 41.49292 | -100 | -104.2 | ----- | 0 | |
| 2.24472 | 41.492901 | -100 | -100 | ----- | 0 | |
| 2.24466 | 41.492882 | -100 | -72.3 | WIMAX Sant Fost (1) | 1 | |
| 2.244596 | 41.492867 | -100 | -84.4 | ----- | 0 | |
| 2.244533 | 41.492844 | -100 | -79.9 | ----- | 0 | |
| 2.24446 | 41.492821 | -100 | -72.5 | WIMAX Sant Fost (1) | 1 | |
| 2.244372 | 41.492805 | -100 | -86.8 | ----- | 0 | |
| 2.244246 | 41.49270 | 100 | 77 | ----- | 0 | |

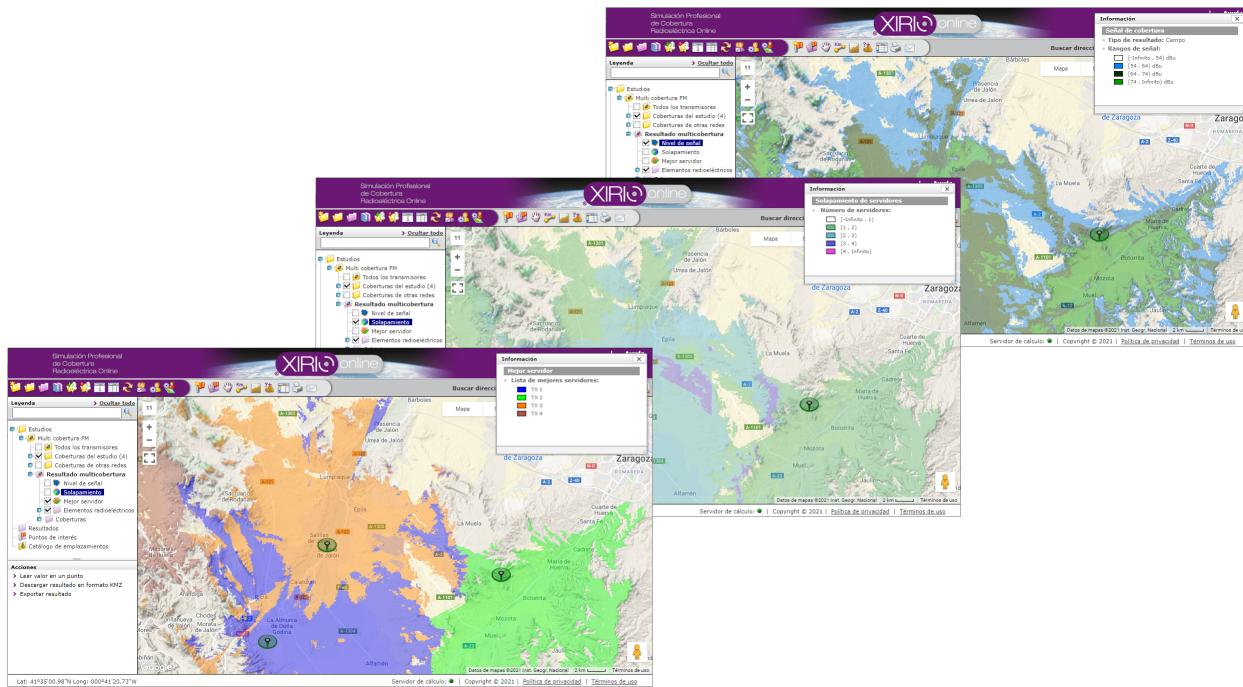
RESULTADO DE COBERTURA MULTITRASMISOR

El resultado de un estudio de [cobertura multitrasmisor](#) está formado por:

- **Una capa visual de nivel de señal:** muestra el nivel recibido en cada punto del área de cálculo.
- **Una capa visual de solapamiento:** muestra el número de transmisores que proporcionan señal en cada punto del área de cálculo de acuerdo al umbral de recepción establecido en los [parámetros de radio del receptor](#).
- **Una capa visual de mejor servidor:** muestra el transmisor que proporciona la mejor señal en cada punto del área de cálculo.



Además de estas tres capas visuales, que pueden visualizarse independientemente o en conjunto, el resultado incluye un elemento radioeléctrico por cada cobertura que representa el transmisor con el que se ha calculado cada cobertura individual.



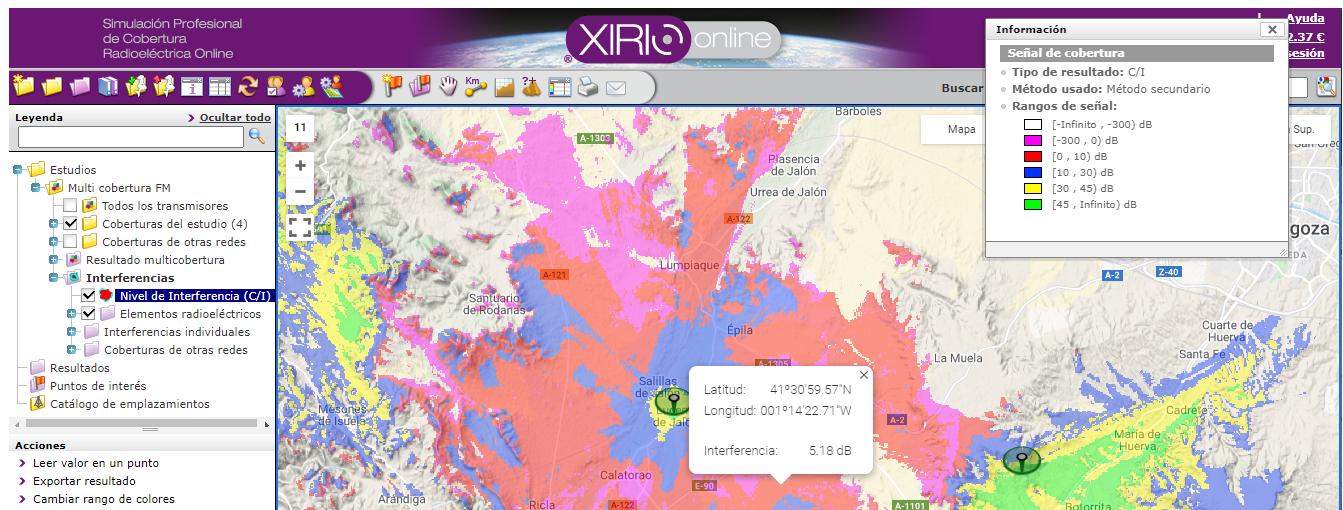
También se pueden consultar los resultados de las [coberturas individuales](#).

RESULTADO DE INTERFERENCIAS DE LA COBERTURA MULTITRASMISOR

Del mismo modo, el resultado de un cálculo de interferencia realizado en una [cobertura multitrasmisor](#) está formado por una capa visual de nivel de señal portadora a interferencia (C/I).

- Señal RSSI
- Señal RSRQ
- PDSCH SINR
- PUSCH SINR
- Throughput teórico DL
- Throughput teórico UL
- Throughput teórico DL por usuario
- Throughput teórico UL por usuario
- RS SINR
- Elementos radioeléctricos
- Resultados de interferencia de cobertura

La siguiente figura muestra la consulta en un punto del resultado de interferencia:



Los resultados obtenidos del cálculo de interferencia se almacenan de forma independiente en el [Gestor de Resultados](#).

Gestor de resultados

Resultados existentes

Mis resultados Otros resultados

| | Resultado | Descripción | Tipo | Publicado | Fecha |
|--|--------------------|-------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------|
| | Multi cobertura FM | | Interferencia | <input type="checkbox"/> | 2021-06-09 - 17:10:56 |
| | Multi cobertura FM | | Cobertura multitransmisor | <input type="checkbox"/> | 2021-06-08 - 09:28:51 |

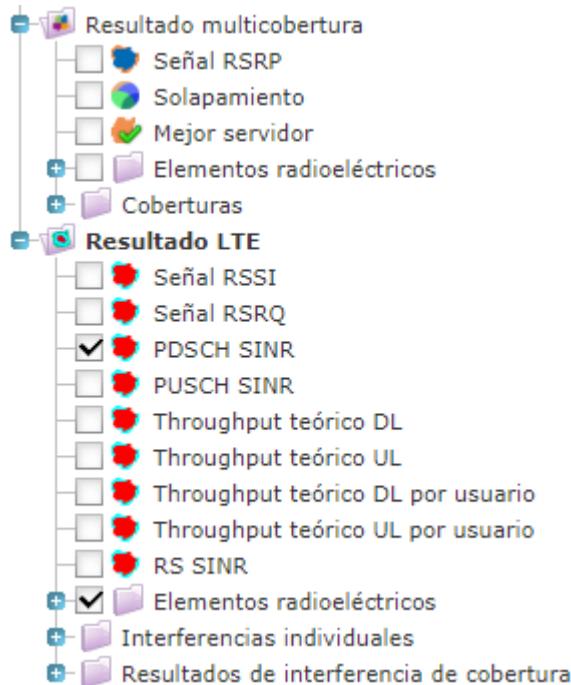
◀ ▶

2 elementos (0 seleccionados)

RESULTADO DE LA COBERTURA MULTITRASMISOR DEL SERVICIO LTE

Cuando el servicio o tecnología del estudio de Multitrasmisor es LTE, los resultados que se obtienen son específicos de esta tecnología. El resultado de señal por ejemplo hace referencia a la señal RSRP, y adicionalmente se calculan los siguientes resultados:

- Señal RSSI
- Señal RSRQ
- PDSCH SINR
- PUSCH SINR
- Throughput teórico Downlink
- Throughput teórico Uplink
- RS SINR

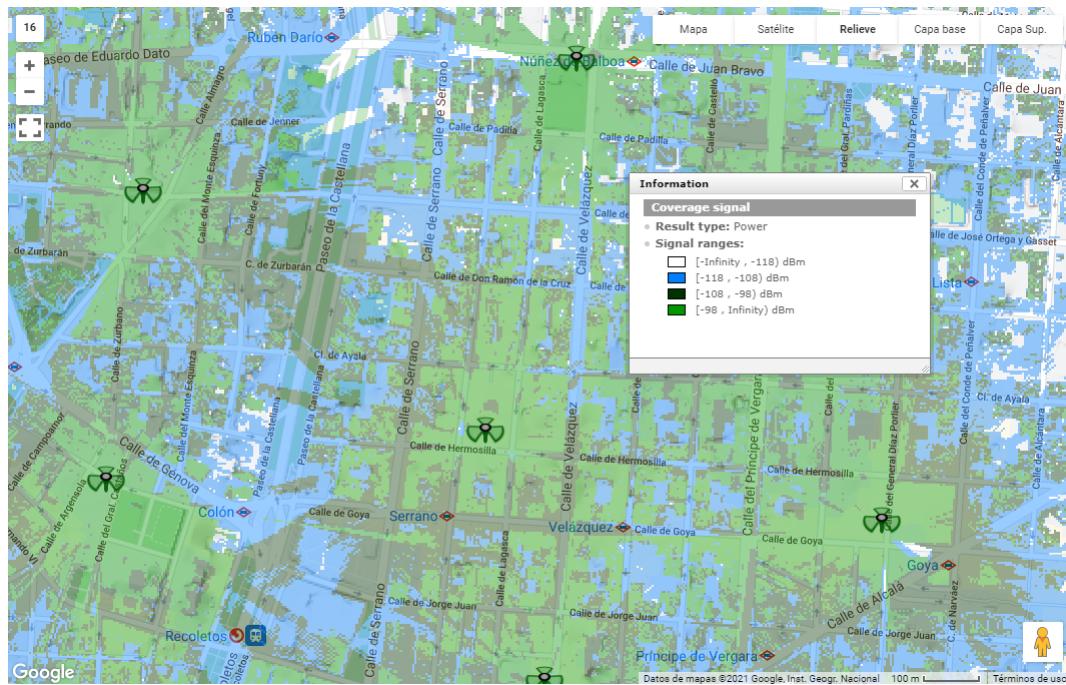


El significado de estos resultados viene descrito en el siguiente [enlace](#).

Así mismo es posible realizar un [cálculo específico de capacidad](#) que ayudará a determinar las estaciones base que son propensas a encontrarse en una situación de sobrecarga.

RESULTADO DE NIVEL DE SEÑAL

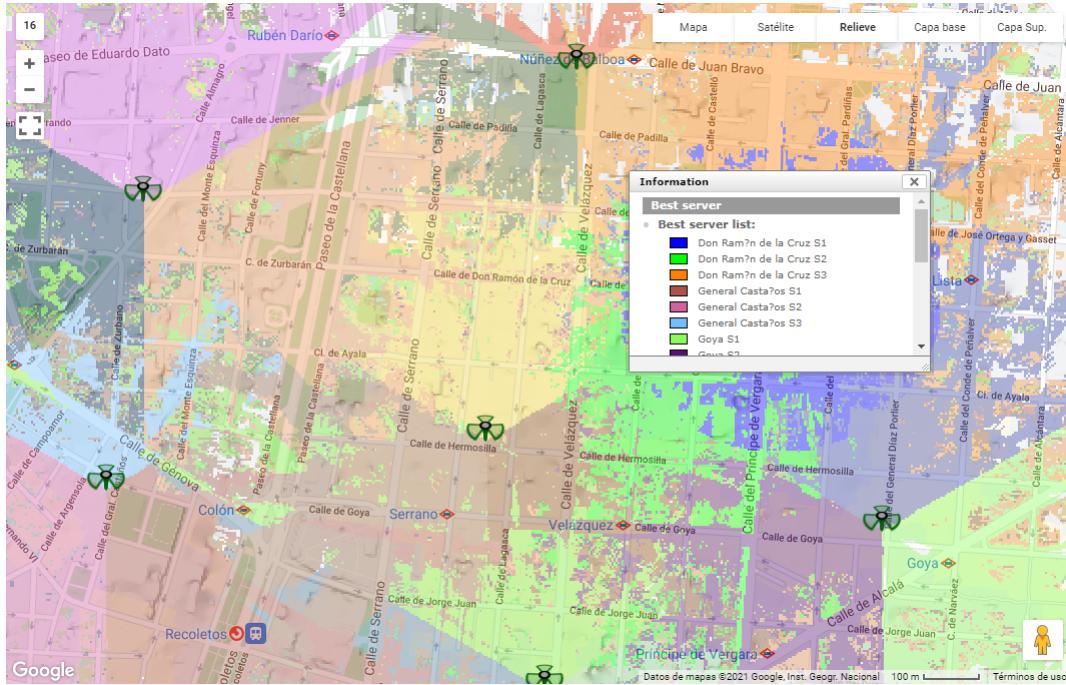
Representa en cada punto el nivel de señal proporcionado por el transmisor elegido como "[mejor servidor](#)" para dicho punto, entre todos los transmisores de los estudios de cobertura que forman el estudio de multitransmisor.



Puede obtener más información acerca de las [acciones](#) que se pueden realizar sobre un resultado de cobertura multitransmisor.

RESULTADO DE MEJOR SERVIDOR

Representa en cada punto el transmisor que ha sido elegido como "[mejor servidor](#)", en función del criterio marcado en los parámetros del estudio de cobertura multitransmisor. Un receptor ubicado en dicho punto establecerá la comunicación con el transmisor "mejor servidor".



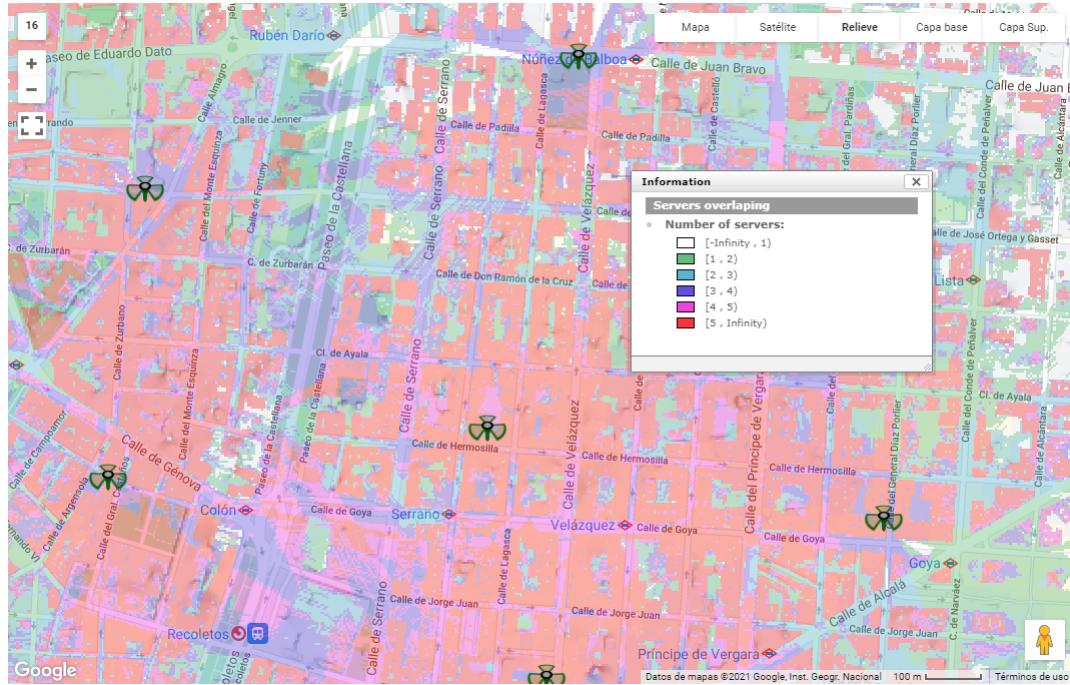
La acción "Leer valor en un punto" sobre un resultado de tipo mejor servidor informa del transmisor elegido como "[mejor servidor](#)" para el punto seleccionado en el [visor](#). A su vez, el panel de información muestra el color asignado a cada uno de los transmisores implicados en la cobertura multitransmisor.



Puede obtener más información acerca de las [acciones](#) que se pueden realizar sobre un resultado de cobertura multitransmisor.

RESULTADO DE SOLAPAMIENTO

Representa en cada punto el número de señales procedentes de distintos transmisores cuyo nivel es igual o superior al valor de umbral de recepción del receptor asociado, es decir, el número de transmisores que compiten por ser el "[mejor servidor](#)" en dicho punto. Este resultado puede proporcionar una imagen orientativa de zonas geográficas susceptibles de sufrir interferencias al tener una alta ocupación radioeléctrica.



La acción "Leer valor en un punto" sobre un resultado de tipo solapamiento informa del número de transmisores que dan cobertura por encima del umbral de recepción en el punto seleccionado en el [visor](#). En el ejemplo, "Solapamiento = 3 Servidores" significa que, en ese punto, de cuyas coordenadas también se informa, el número de transmisores que proporcionan cobertura por encima del umbral es 3. A su vez, el panel de información muestra el código de colores que se asocia según el número de servidores.



Puede obtener más información acerca de las [acciones](#) que se pueden realizar sobre un resultado de cobertura multitransmisor.

RESULTADOS DE CAPACIDAD LTE

El resultado del análisis de capacidad de LTE en **Xirio** ofrece un informe detallado de la demanda de los recursos en la red para los tres valores de carga de tráfico (0%, 100% y el estimado por el usuario), así como de los usuarios totales presentes en el escenario y los que son imposibles de atender.

Los informes de ancho de banda presentados contienen la información detallada para cada transmisor, indicando BW Máximo, Carga de tráfico estimada, BW en el borde, BW en el centro (para downlink y uplink, tanto tráfico garantizado como no garantizado), Número total de usuarios y Número total de usuarios imposibles de atender.

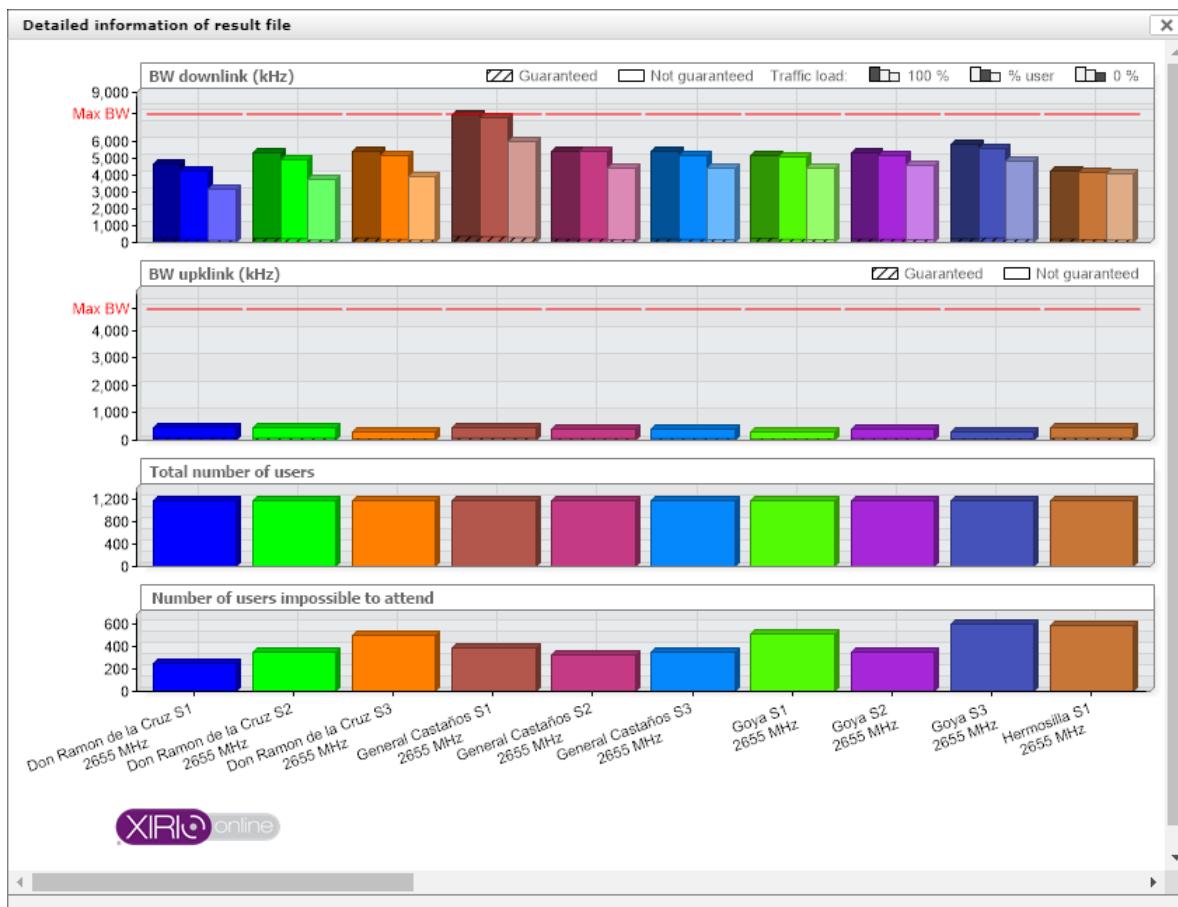
| CAPACITY REPORT: Cobertura LTE Madrid | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------|---------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|--|
| SECTORS | | | | | | Breakdown of sectors. | | | | |
| Name | Nº users total | Nº users impossible | Estimated traffic load (%) | Maximum bandwidth DL (kHz) | DL BW guaranteed (kHz) | DL BW not guaranteed (kHz) | Maximum bandwidth UL (kHz) | UL BW guaranteed (kHz) | UL BW not guaranteed (kHz) | |
| Don Ramon de la Cruz S1 (2655 MHz) | 1182.5 | 254.6 | 55.82 | 7714.29 | 152.64 231.31 262.1 | 3048.35 4075.17 4470.36 | 4808.57 | 92.48 | 365.77 | |
| Don Ramon de la Cruz S2 (2655 MHz) | 1182.5 | 350.31 | 64.62 | 7714.29 | 180.38 261.01 280.97 | 3619.03 4724.15 5107.18 | 4808.57 | 82.13 | 369.98 | |
| Don Ramon de la Cruz S3 (2655 MHz) | 1182.5 | 226.86 | 68.14 | 7714.29 | 188.22 262.19 278.99 | 3749.43 4994.06 5217.36 | 4808.57 | 59.86 | 270.96 | |
| General Castaños S1 (2655) | 1182.5 | 396.4 | 97.22 | 7714.29 | 306.58 386.46 | 5781.47 7113.38 | 4808.57 | 83.1 | 376.27 | |

Los informes de throughput presentados contienen la información detallada para cada transmisor, indicando Throughput máximo, Carga de tráfico estimada, Throughput en el borde, Throughput en el centro (para downlink y uplink, tanto tráfico garantizado como no garantizado), Número total de usuarios y Número total de usuarios imposibles de atender.

| THROUGHPUT REPORT: Cobertura LTE Madrid | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------|----------------|---------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| SECTORS | | | | | | | | | |
| Breakdown of sectors. | | | | | | | | | |
| Name | Nº users total | Nº users impossible | Estimated traffic load (%) | DL ThP maximum (kbps) | UL ThP maximum (kbps) | DL ThP guaranteed (kbps) | DL ThP not guaranteed (kbps) | UL ThP guaranteed (kbps) | UL ThP not guaranteed (kbps) |
| Don Ramon de la Cruz S1 (2655 MHz) | 1182.5 | 254.6 | 55.82 | 7228.57 5058.93 4564.25 | 9281.74 | 144.26 | 2679.87 | 180.7 | 703.83 |
| Don Ramon de la Cruz S2 (2655 MHz) | 1182.5 | 350.31 | 64.62 | 5613.22 3899.57 3555.25 | 7712.03 | 129.4 | 2390.59 | 146.92 | 578.18 |
| Don Ramon de la Cruz S3 (2655 MHz) | 1182.5 | 226.86 | 68.14 | 6213.4 4302.44 4044.74 | 7653.48 | 148.54 | 2783 | 105.1 | 421.45 |
| General Castaños S1 (2655 MHz) | 1182.5 | 396.4 | 97.22 | 3592.22 2470.87 2335.92 | 7149.02 | 122.19 | 2280 | 137.18 | 545.78 |
| General Castaños S2 (2655) | 1182.5 | 242.41 | 71.32 | 5376.98 4053.29 3666.21 | 7556.95 | 146.11 | 2744.84 | 131.33 | 525.12 |

Adicionalmente se obtiene una serie de resultados gráficos, que nos ofrecen esta misma información de una manera visual y más fácil de interpretar.

El primero nos ofrece una representación del ancho de banda disponible y requerido a cada transmisor, tanto para los recursos dedicados al centro y borde de las células, como a los enlaces ascendente y descendente.



Xirio presenta gráficamente los resultados de ancho de banda mediante 6 gráficas, de la siguiente manera:

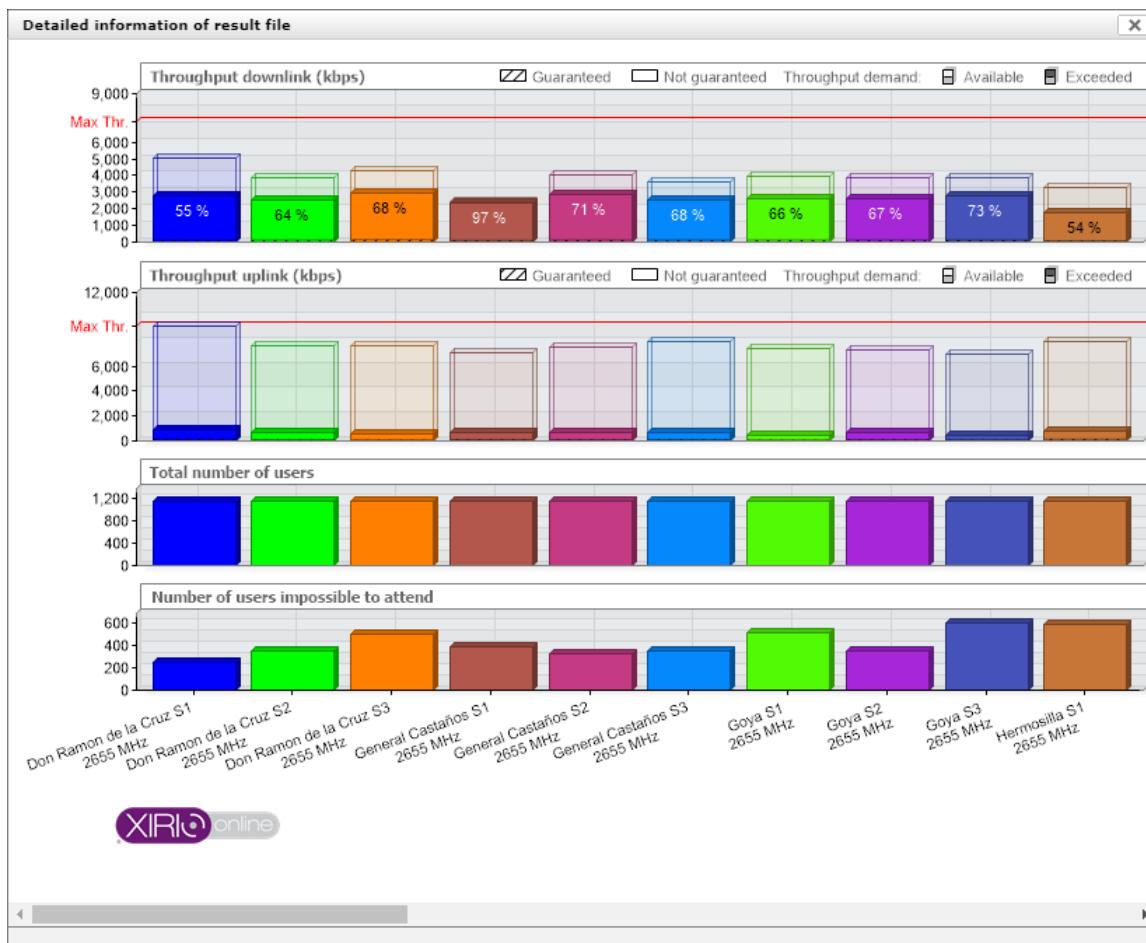
- Las 4 primeras detallan los datos para el canal downlink y uplink. Para cada transmisor se presentan 3 situaciones diferentes. La primera (barra de la izquierda) sería el 100% de carga de tráfico, la siguiente el valor de carga de tráfico que el usuario ha definido previamente y por último una carga de tráfico del 0%.

Además de la carga de tráfico, se puede observar el máximo BW que soporta ese transmisor, por lo que se puede prever que sectores presentarán problemas simplemente ojeando qué barras superan el límite.

Tanto para el downlink como para el uplink se presentan dos gráficas diferenciadas. Una para los terminales que se consideran en el borde y otra para los terminales que son considerados en el centro de la celda.

- Gráfica del número total de usuarios. Se presenta la estimación de usuarios que cada transmisor tendrá que atender.
- Gráfica del número de usuarios imposibles de atender. Por último se presenta el número de usuarios que no dispondrán de servicio, o bien porque la SINR es insuficiente o bien porque la demanda de tráfico es demasiado alta para ese transmisor.

El segundo ofrece un resultado similar desde el punto de vista del throughput capaces de generar los transmisores del estudio. En este resultado es muy sencillo identificar las estaciones más saturadas y las que tienen menor carga de tráfico



De la misma manera que para el caso del ancho de banda, se presentan 6 gráficas con los resultados de la demanda de throughput:

- Las 4 primeras detallan los datos para el canal downlink y uplink. Para cada una se establece el throughput máximo alcanzable por el sector con menor interferencia en el caso de carga de tráfico del 0% (línea roja).

Ahora, en vez de presentarse 3 escenarios diferentes, se presenta para cada transmisor una sola barra donde:

El color claro representa la demanda de throughput para ese transmisor.

En color oscuro, representa la demanda de throughput que excede la capacidad del transmisor para la situación de interferencias simulada.

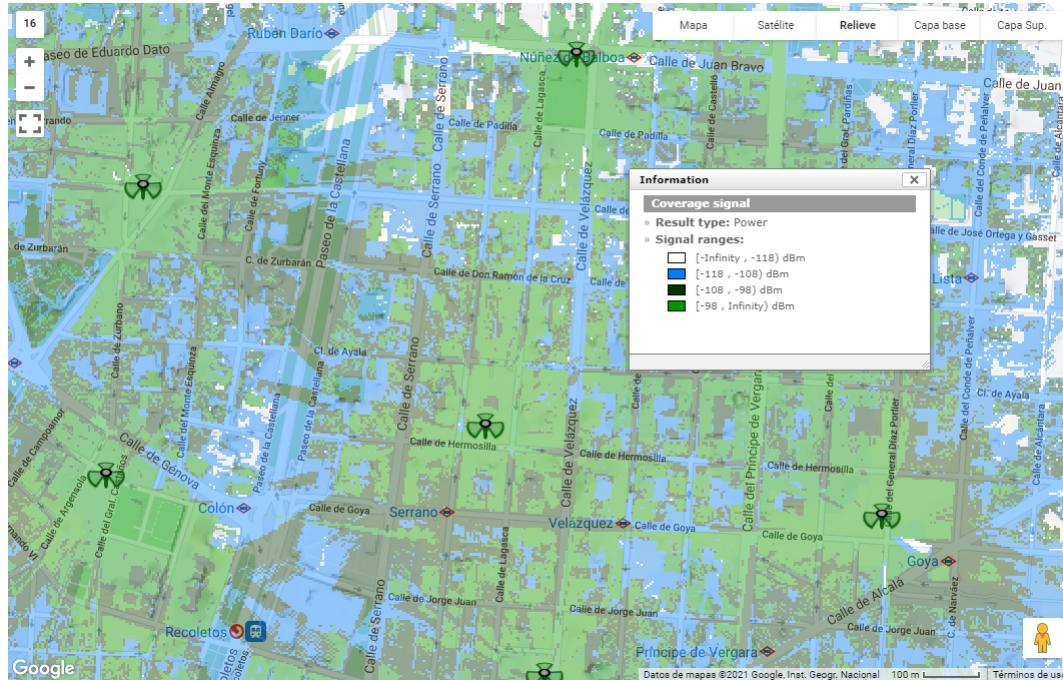
En color transparente, se representa la demanda de throughput que podría atender el transmisor para la situación de interferencias simulada.

- Gráfica del número total de usuarios que es capaz de atender cada transmisor.
- Gráfica del número total de usuarios que no es capaz de atender el transmisor debido a una SINR muy baja o bien a una demanda de throughput demasiado alta para dicho transmisor.

RESULTADOS DE LTE

El análisis de red de LTE en **Xirio** ofrece una serie de resultados globales representados en la forma de manchas de cobertura sobre el visor de **Xirio**. Además se detalla para cada sector del estudio la distribución de los resultados de SINR y throughput en su área de servicio.

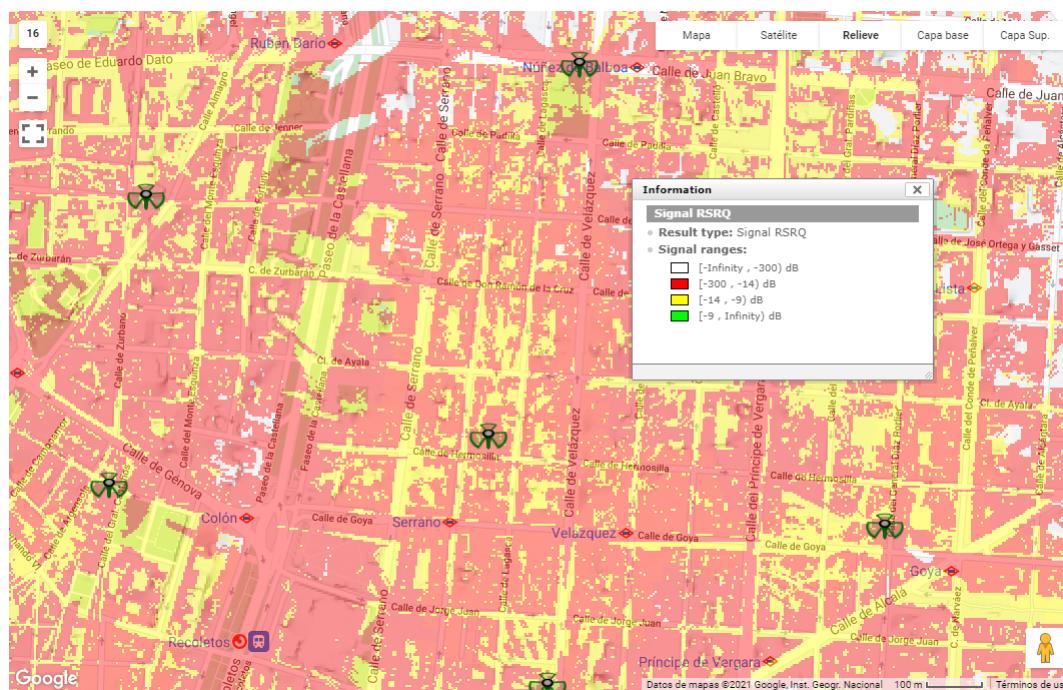
El resultado de RSRP (*Reference Signal Received Power*) se define como la media de las contribuciones de potencia de los recursos elementales que contienen señales de referencia dentro del ancho de banda considerado.



El resultado de RSSI (*Received Signal Strength Indicator*) se define como la media de la potencia total recibida en símbolos OFDM que contienen señales de referencia. Es un parámetro que ofrece información acerca de la potencia total recibida teniendo en cuenta interferencia y ruido térmico.



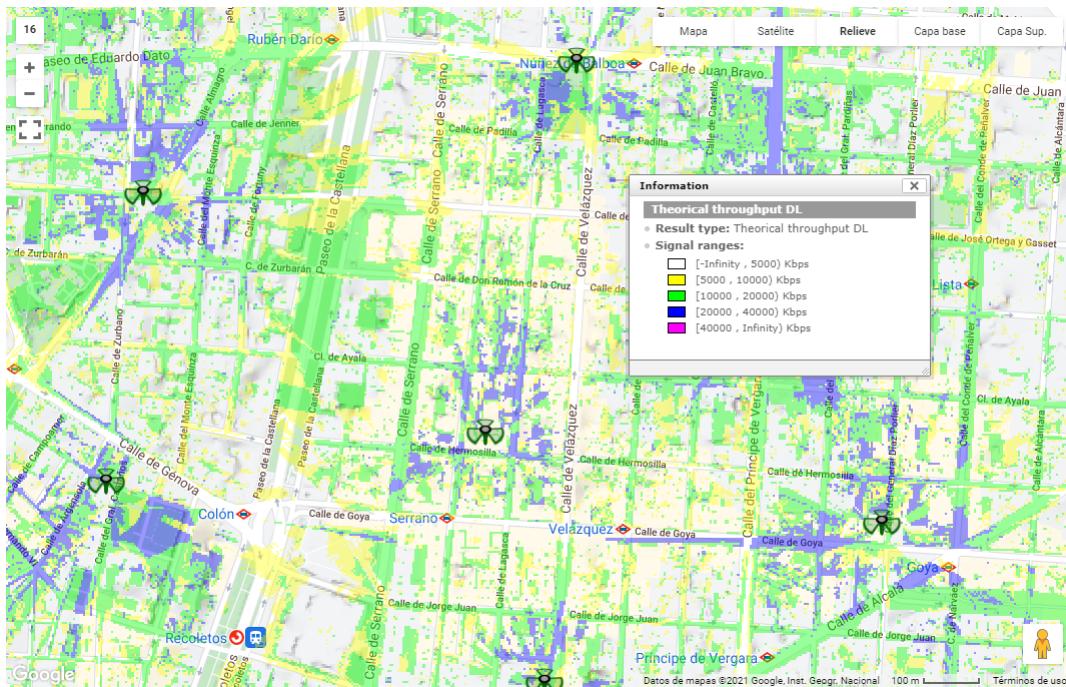
El resultado de RSRQ (*Reference Signal Received Quality*) se define como la relación $N \cdot \text{RSRP} / \text{RSSI}$, donde N es el número de RB's del ancho de banda de medida del resultado RSSI.



El resultado de SINR para los enlaces descendente (PDSCH) y ascendente (PUSCH).



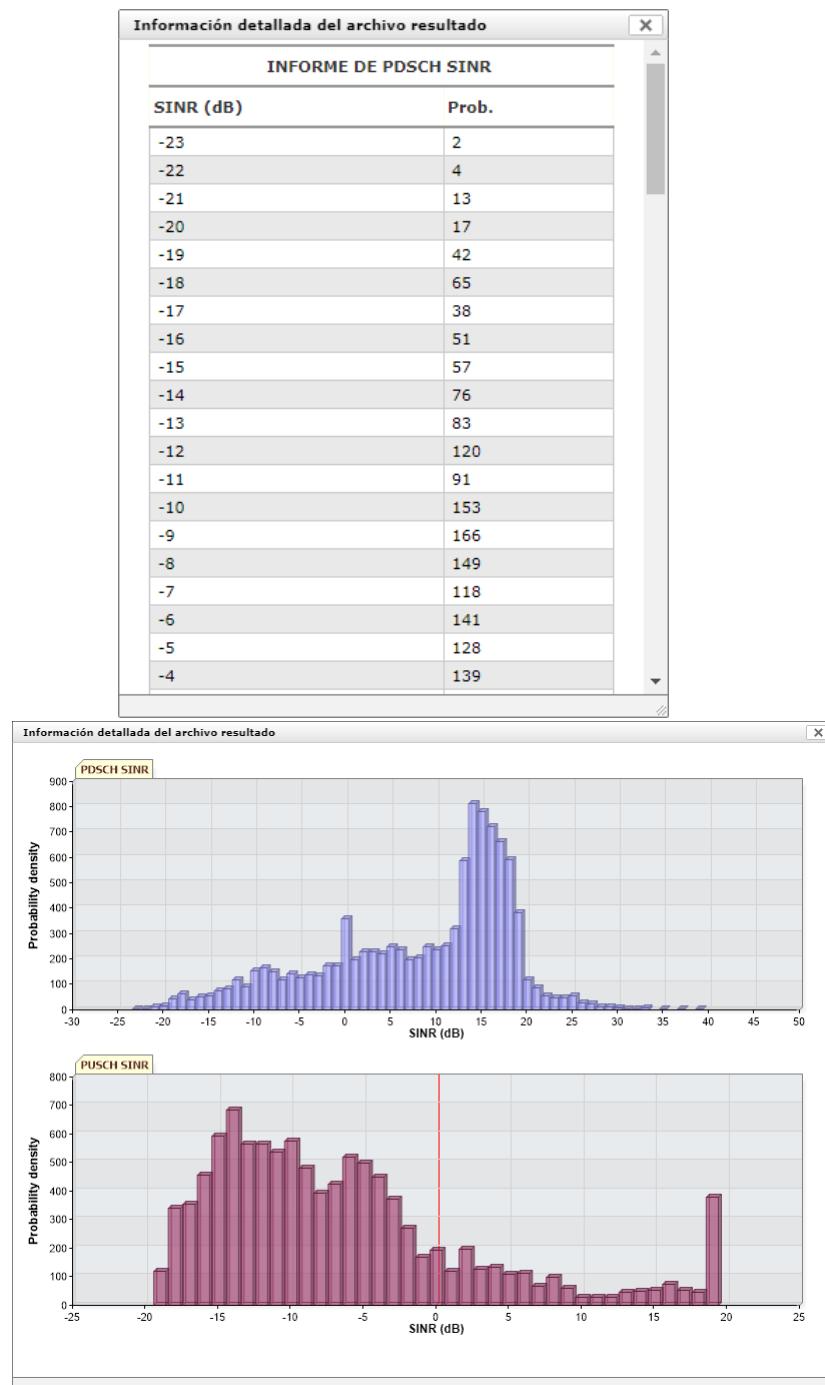
El resultado de throughput máximo teórico para los enlaces ascendente y descendente.



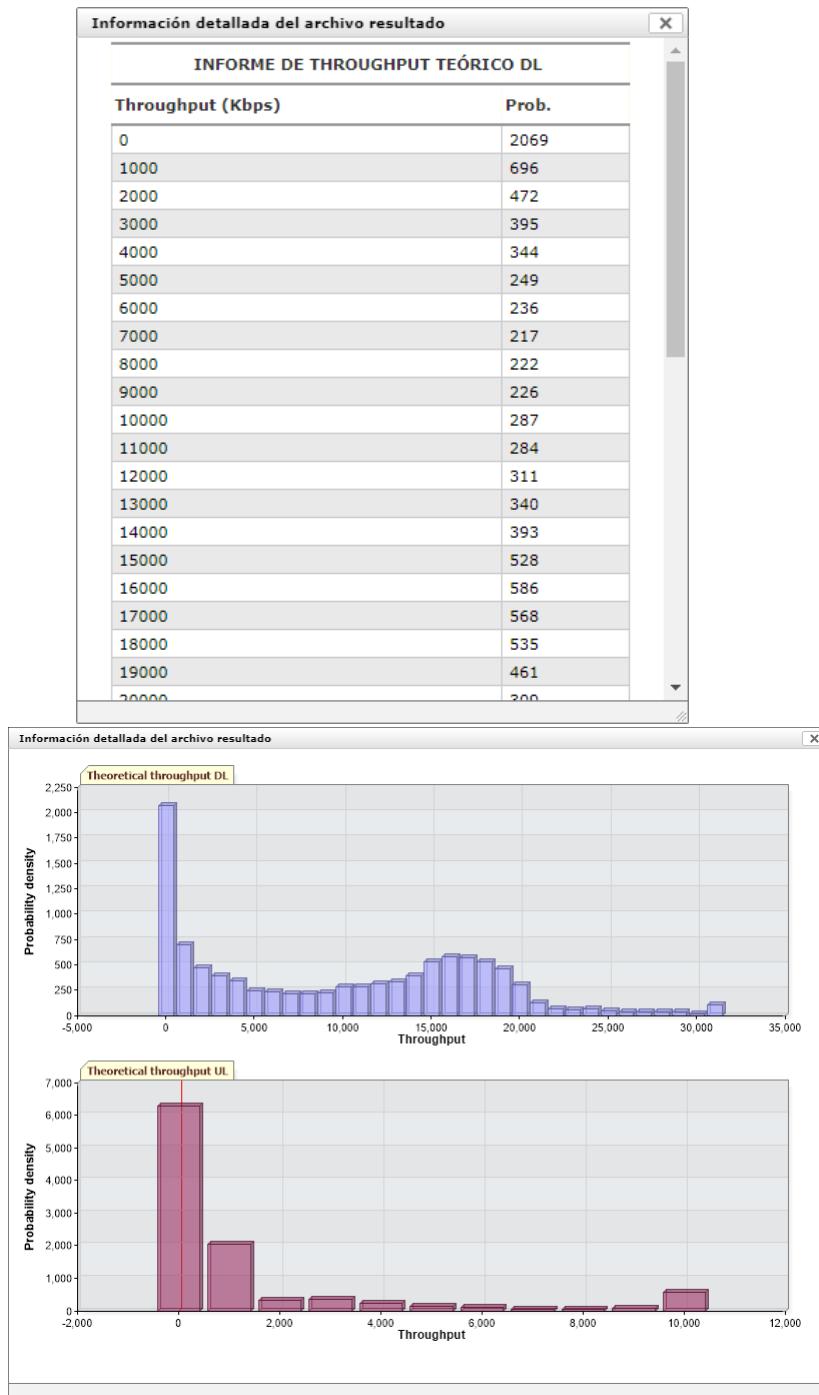
El resultado RS SINR (*Reference Signal SINR*) muestra la relación señal a interferencia más ruido de las señales de referencia contemplando únicamente los símbolos en los que hay transmisión de las mismas.

Además en **Xirio** se ofrece una serie de resultados individuales para cada uno de los sectores del estudio.

Informe y gráfica sobre la distribución de los resultados de SINR en todo el área de servicio del sector, tanto para el enlace ascendente como el descendente:



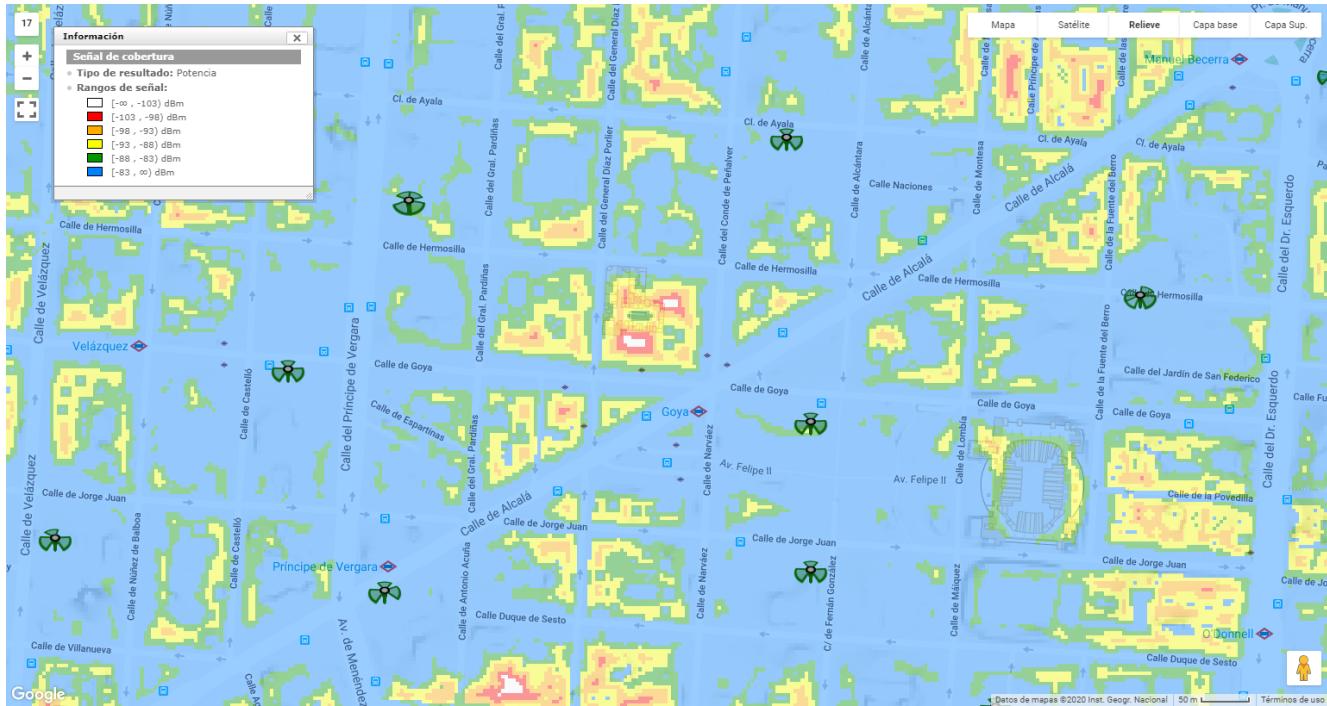
Informe y gráfica sobre la distribución de los resultados de throughput teórico en todo el área de servicio del sector, tanto para el enlace ascendente como el descendente:



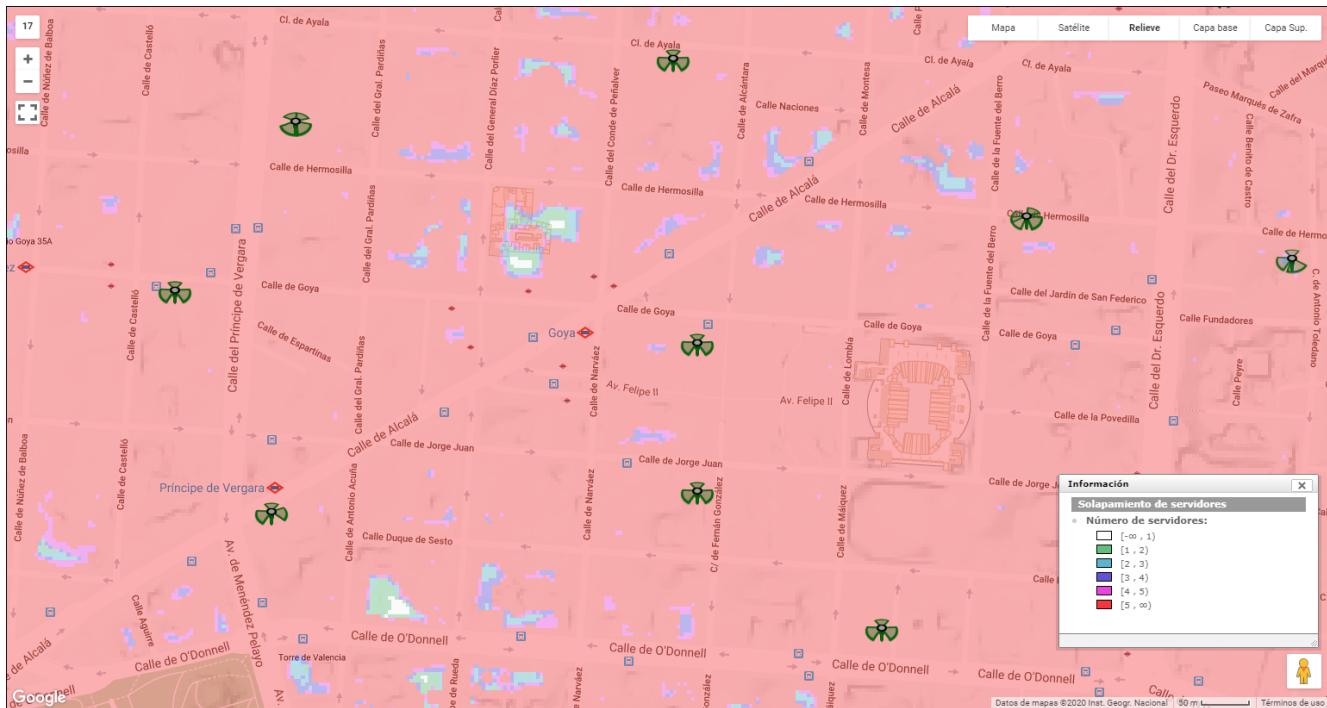
RESULTADOS DE UMTS

RESULTADO MULTICOBERTURA

El análisis de red de UMTS en Xirio ofrece una serie de resultados globales representados en forma de manchas de cobertura sobre el visor de Xirio. Además, se detalla para cada sector del estudio la distribución de los resultados de señal RSCP-CPICH en su área de servicio.

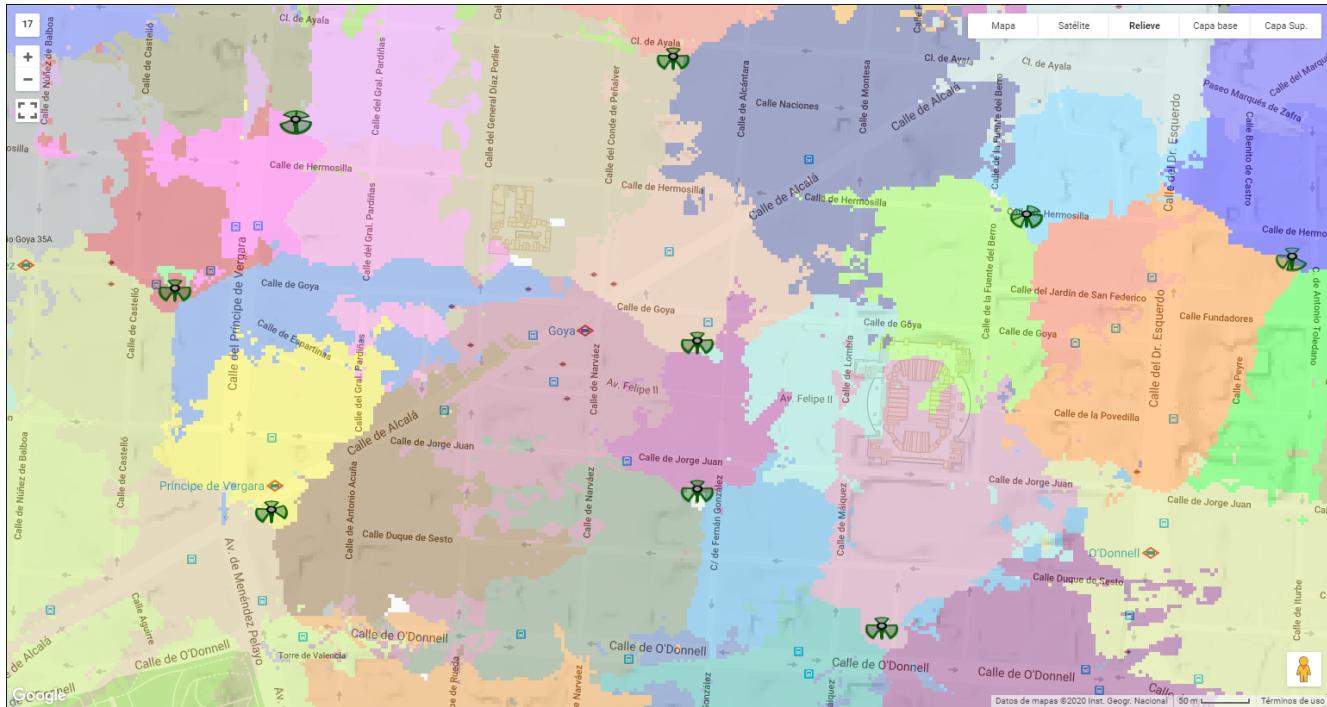


El resultado de RSCP-CPICH (Received Signal Code Power-Common Pilot Channel) representa la potencia media en el canal piloto recibida por el terminal móvil.



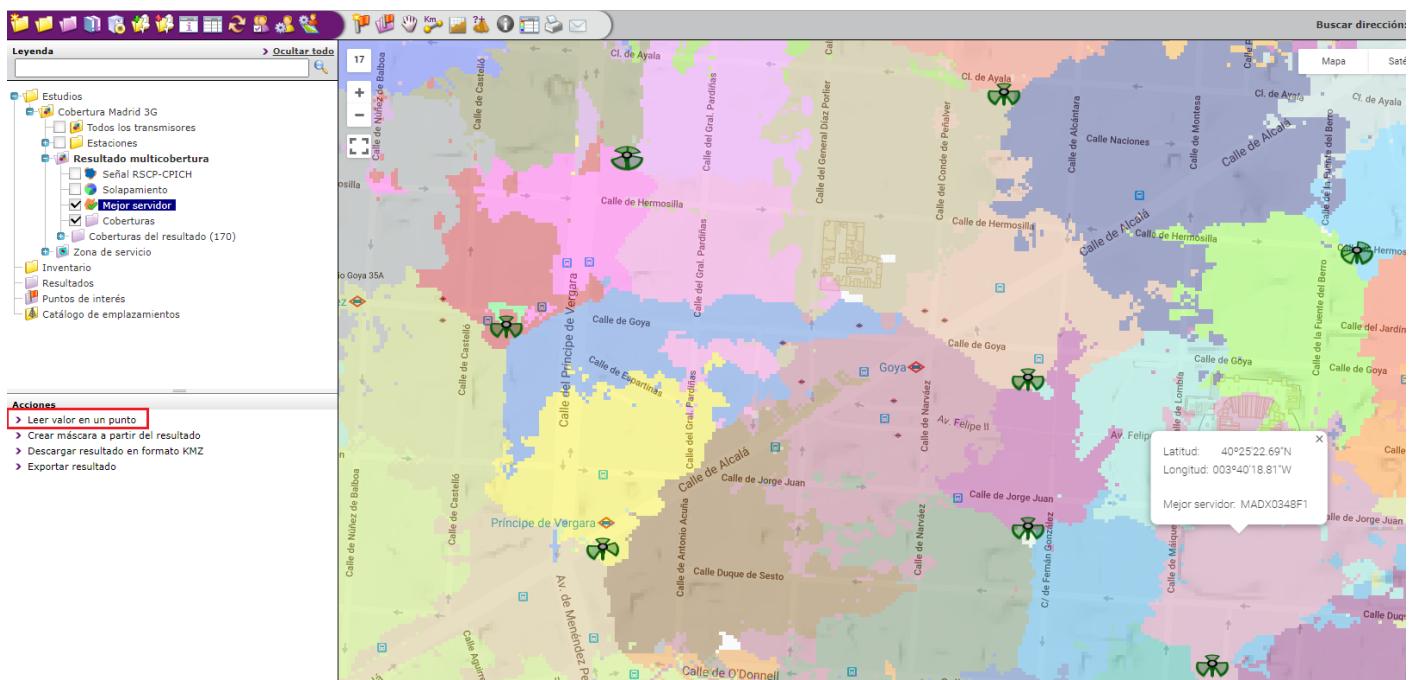
Representa en cada punto del mapa el número de señales procedentes de distintos transmisores cuyo nivel es igual o superior al valor de umbral de recepción del receptor asociado, es decir, el número de transmisores que están

compitiendo por ser el "mejor servidor" en dicho punto.



Representa en cada punto del mapa el transmisor que ha sido elegido como "mejor servidor", en función del criterio marcado en los parámetros del estudio de cobertura multitransmisor. Un receptor ubicado en dicho punto establecerá la comunicación con el transmisor "mejor servidor".

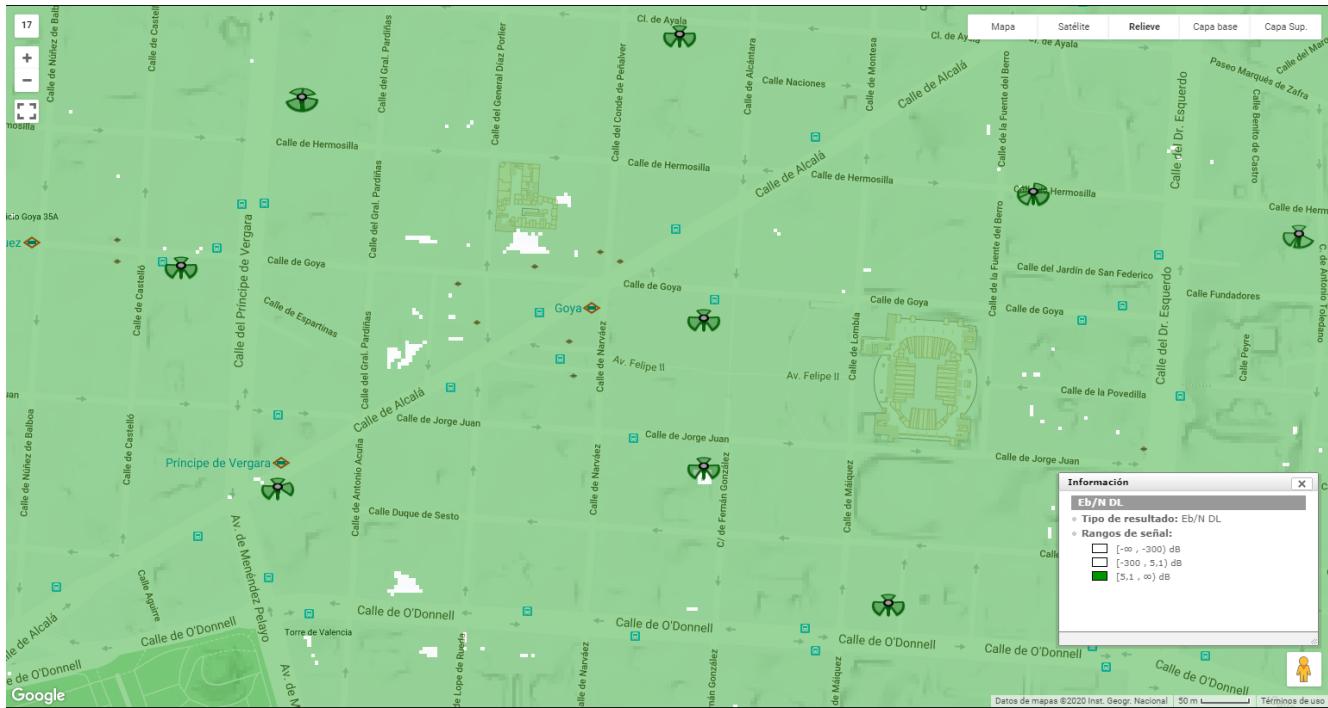
Si se selecciona el resultado de mejor servidor y se pulsa sobre la opción "Leer valor en un punto", se podrá leer sobre cualquier punto del mapa el transmisor que sería "mejor transmisor" en dicho punto.



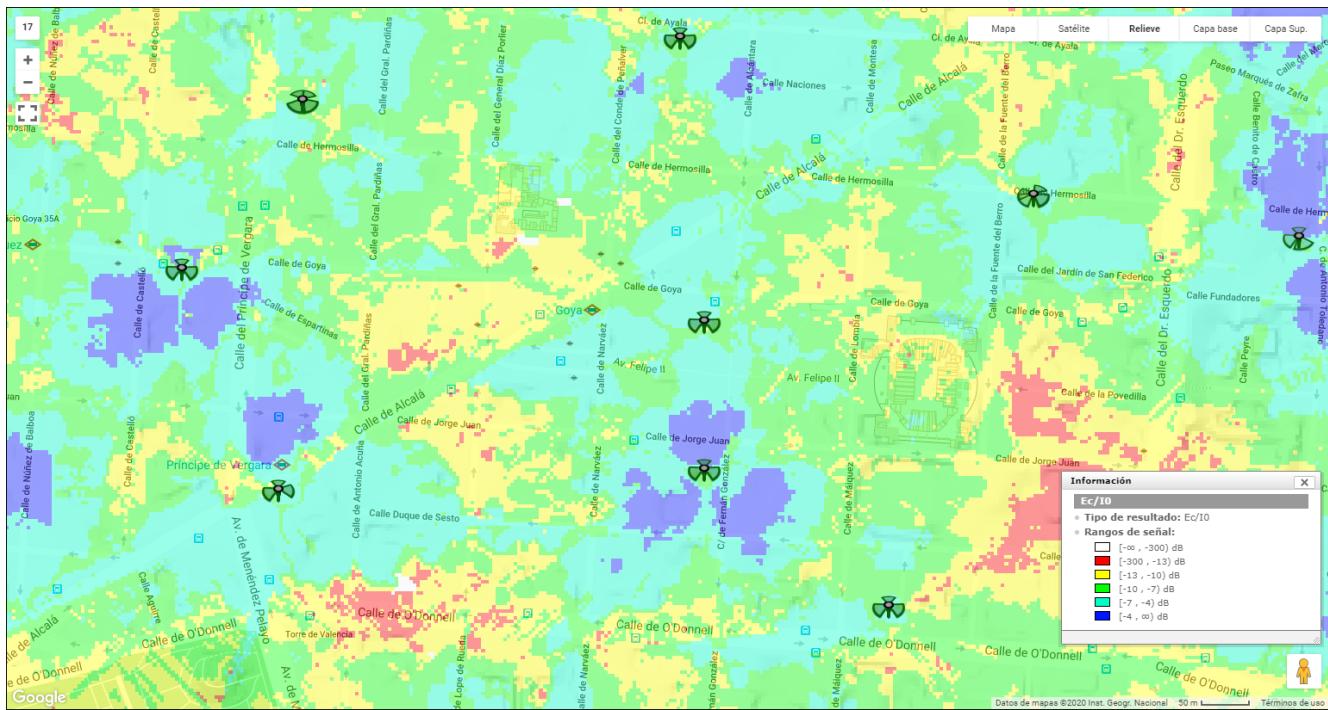
ZONA DE SERVICIO

El resultado de E_b/N se define como la relación de la energía de bit recibida entre la potencia total de ruido presente en el ancho de banda.

El resultado de E_b/N para los enlaces descendente (E_b/N_{DL}) y ascendente (E_b/N_{UL}).



El resultado de E_c/I_0 es la relación entre la energía de chip recibida y el nivel de interferencia, definida únicamente por el canal piloto. Se expresa en dB.



RESULTADOS DE 5G

RESULTADO MULTICOBERTURA

La señal SS-RSRP (Synchronization Signal-Reference Signal Received Power) se define como la media lineal de la potencia de todas las contribuciones de los recursos que transportan las señales de sincronización secundaria (SS).

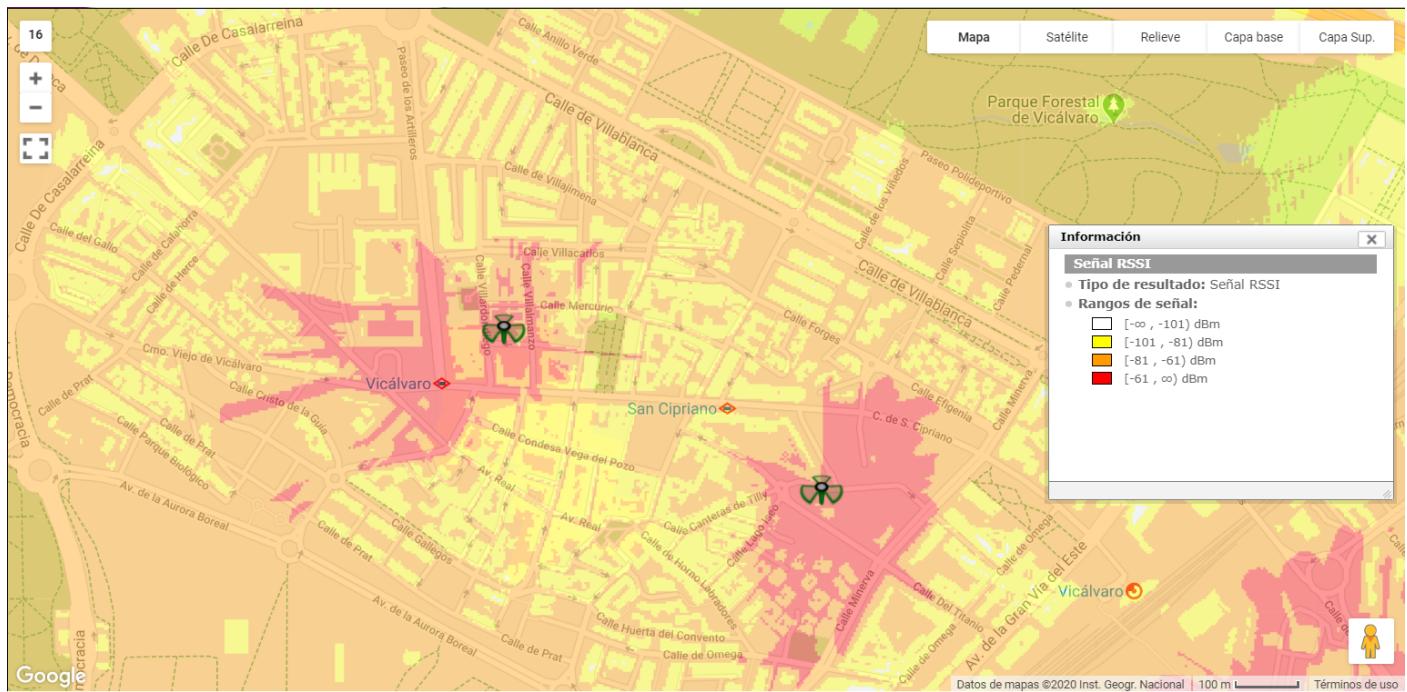


Los resultados de solapamiento y "mejor servidor" presentan la misma funcionalidad que la descrita en las tecnologías de UMTS y LTE.

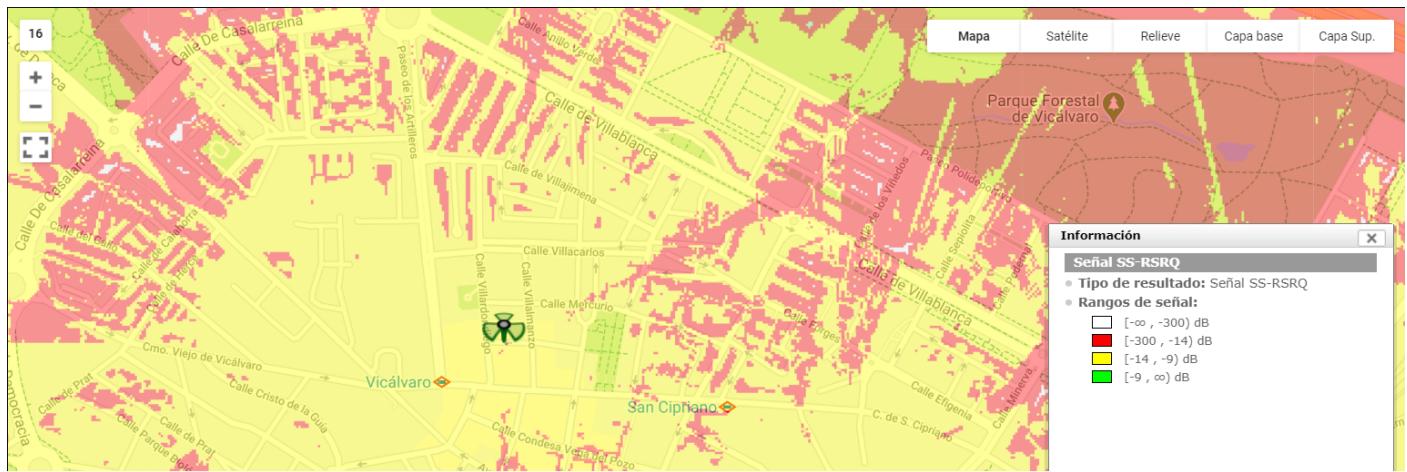


RESULTADO 5G

El resultado de RSSI (Received Signal Strength Indicator) se comprende como la media lineal del total de potencia recibida observada solo en ciertos símbolos OFDM de mediciones de recursos de tiempo, en las medidas de ancho de banda, sobre un número N de RB's procedentes de todas las fuentes (incluyendo ruido térmico, interferencia de canal adyacente, interferencia cocanal, etc.).

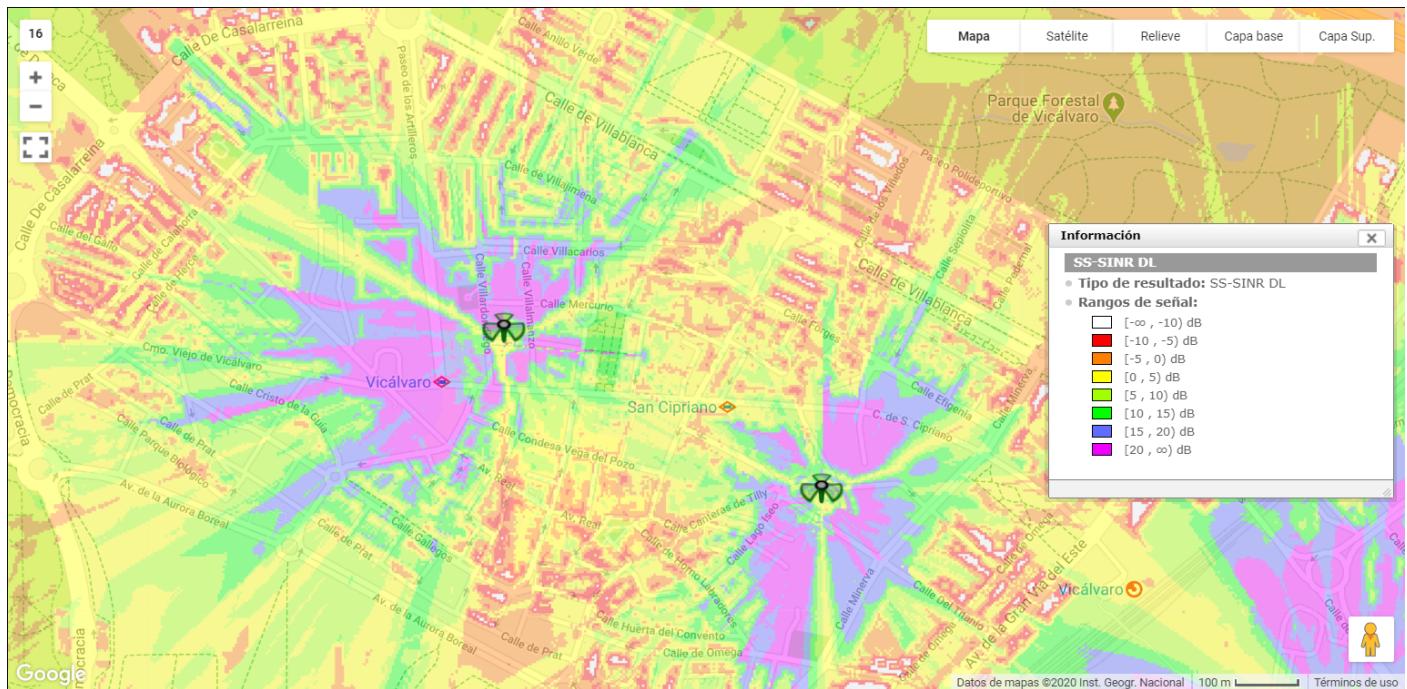


El resultado de señal SS-RSRQ (Secondary Synchronization signal-Reference Signal Received Quality) está definida como la relación $N \times \text{SS-RSRP}/\text{RSSI}$, donde N es el número de RB's en la medida de ancho de banda de la portadora RRSI.



El resultado de SS-SINR (Secondary Synchronization signal-Signal to Interference-plus-Noise Ratio) se define como la media lineal de la potencia de todas las contribuciones de los recursos que transportan las señales de sincronización secundaria dividida por la media lineal de potencia (en [W]) de las contribuciones de los recursos de ruido e interferencia que transportan las señales de sincronización secundaria en el mismo ancho de banda.

El resultado de SINR para los enlaces descendente (SS-SINR DL) y ascendente (SINR UL).





El resultado de throughput máximo teórico para los enlaces descendente y ascendente, respectivamente.

REFERENCIAS

3GPP TS 38.215: 5G NR; Physical layer measurements

ACCIONES DEL RESULTADO DE COBERTURA MULTITRANSMISOR

Las acciones que pueden realizarse sobre un resultado de cobertura multitransmisor o sobre el resultado de interferencia son las siguientes:

- | Acciones |
|--------------------------------------|
| ➤ Configurar resultado |
| ➤ Leer valor en un punto |
| ➤ Leer valor en POIs |
| ➤ Centrar visor en el resultado |
| ➤ Abrir resultado en Google Earth |
| ➤ Descargar resultado en formato KMZ |
| ➤ Eliminar resultado |

Estas acciones están disponibles en el panel de acciones cuando en el árbol de leyenda se selecciona el resultado del estudio de cobertura multitransmisor:



- **Leer valor en un punto.** Consulta el valor en un punto de los resultados de [señal](#), [mejor servidor](#) y [solapamiento](#) de la cobertura multitransmisor. Además muestra el nivel de señal de cada cobertura individual que forma parte del estudio. Cuando se trate del resultado de interferencia, el valor mostrado será la relación C/I.
- **Leer valor en POIs.** Consulta el valor en los POIs abiertos en el visor de los resultados de [señal](#), [mejor servidor](#) y [solapamiento](#) de la cobertura multitransmisor. Cuando se trate del resultado de interferencia, el valor mostrado será la relación C/I.
- **Centrar visor en el resultado.** Localiza en el [visor](#) el resultado seleccionado.
- **Abrir resultado en Google Earth.** Ejecuta la aplicación [Google Earth](#) para abrir las tres capas de resultados.
- **Descargar resultado en formato KMZ.** Guarda un fichero de Google Earth con los tres resultados del cálculo en el ordenador del usuario. Esta operación puede tardar varios segundos mientras **Xirio** prepara el fichero correspondiente para la descarga, dependiendo del volumen de datos a almacenar.
- **Eliminar resultado.** Borra el resultado seleccionado de la cuenta del usuario.
- **Cerrar resultado.** Cierra el resultado y lo retira del [visor](#).

ACCIONES SOBRE LAS CAPAS DE RESULTADOS

De forma particular, cada capa visual ([señal](#), [mejor servidor](#) o [solapamiento](#)) de un resultado de estudio de cobertura múltiple y la capa de resultados de interferencia tienen asociadas las siguientes acciones:

Acciones

- Leer valor en un punto
- Exportar resultado
- Cambiar rango de colores

Estas acciones están disponibles en el panel de acciones cuando en el árbol de leyenda se selecciona la capa visual correspondiente:

The screenshot shows the Xirio software interface. On the left, there is a legend tree under the heading "Resultados". It includes sections for "Resultado LTE" and "Resultado multicobertura". Under "Resultado LTE", items like "Señal RSSI", "Señal RSRQ", and "PDSCH SINR" are listed. Under "Resultado multicobertura", items like "Señal RSRP", "Solapamiento" (which is checked), "Mejor servidor", and "Coberturas" are listed. There are also collapsed sections for "Coberturas del resultado (21)" and "Elementos radioeléctricos". On the right, a panel titled "Acciones" lists three options: "Leer valor en un punto", "Exportar resultado", and "Cambiar rango de colores".

- **Leer valor en un punto.** Consulta el valor en un punto de la capa de resultados seleccionada de la cobertura multitransmisor. Cuando se trate del resultado de interferencia, el valor mostrado será la relación C/I.



- **Exportar resultado.** Permite la descarga de la capa de resultado seleccionada en el equipo local del usuario.
- **Cambiar rango de colores.** Permite modificar los rangos de colores asociados a los diferentes niveles de señal e interferencia y añadir nuevos rangos. Esta acción únicamente está disponible en la capa visual de señal.

Rangos de Resultado

Rangos de resultado

| Color | Rango de señal | Acciones |
|-------|------------------------|----------|
| Azul | -104.00 dBm | |
| Negro | [-94.00, -84.00) dBm | |
| Verde | [-84.00, Infinity) dBm | |

Generar Cancelar

Rangos de Resultado

Rangos de resultado

| Color | Rango de señal | Acciones |
|--------|-----------------------|----------|
| Azul | [-104.00, -94.00) dBm | |
| Negro | [-94.00, -84.00) dBm | |
| Verde | [-84.00, -83.00) dBm | |
| Blanco | -83.00 dBm | |

Añadir Generar Cancelar

CONFIGURACIÓN DE VECINAS

El cálculo automático de vecinas permite al usuario realizar una asignación automática de vecinas para cada uno de los sectores del estudio de cobertura multitransmisor. Adicionalmente, como resultado del cálculo se obtienen también la cantidad de la cobertura de la celda de referencia solapada con la celda vecina y el área de la celda de referencia en la que la celda vecina es mejor servidor o segundo mejor servidor.

Al seleccionar la opción correspondiente en el panel de acciones de la cobertura multitransmisor se abrirá una ventana de configuración del cálculo en la que el usuario podrá configurar los siguientes parámetros:

Calculo de estudio

| Estudio a calcular | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Tipo de estudio: | Cobertura multitransmisor | | | | | | | |
| Nombre del estudio: | LTE Network - Madrid | | | | | | | |
| Parámetros del cálculo | | | | | | | | |
| Nombre del resultado: | <input type="text" value="LTE Network - Madrid"/> | | | | | | | |
| Descripción: | <input type="text"/> | | | | | | | |
| Distancia máxima: | <input type="text" value="1"/> km | | | | | | | |
| Número máximo de vecinas: | <input type="text" value="5"/> | | | | | | | |
| Parámetros de cobertura | | | | | | | | |
| RSRP mínima: | <input type="text" value="-112"/> dBm | | | | | | | |
| Margen RSRP: | <input type="text" value="10"/> dB | | | | | | | |
| Porcentaje mínimo de solapamiento: | <input type="text" value="25"/> % | | | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Forzar sectores de la misma estación base <input type="checkbox"/> Forzar celdas adyacentes <input type="checkbox"/> Forzar vecindades simétricas <input type="checkbox"/> Eliminar vecindades existentes | | | | | | | | |
| Coberturas de red | | | | | | | | |
| <p> Esta tabla solo muestra las coberturas que cumplen el filtrado de la multicobertura. Puede cambiar el filtrado establecido en: Propiedades del estudio de Cobertura Multitransmisor</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th><input checked="" type="checkbox"/> Nombre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Don Ramón de la Cruz_S1</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Don Ramón de la Cruz_S2</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Don Ramón de la Cruz_S3</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> General Castaños_S1</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> General Castaños_S2</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> General Castaños_S3</td> </tr> </tbody> </table> | | <input checked="" type="checkbox"/> Nombre | <input checked="" type="checkbox"/> Don Ramón de la Cruz_S1 | <input checked="" type="checkbox"/> Don Ramón de la Cruz_S2 | <input checked="" type="checkbox"/> Don Ramón de la Cruz_S3 | <input checked="" type="checkbox"/> General Castaños_S1 | <input checked="" type="checkbox"/> General Castaños_S2 | <input checked="" type="checkbox"/> General Castaños_S3 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Nombre | | | | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Don Ramón de la Cruz_S1 | | | | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Don Ramón de la Cruz_S2 | | | | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Don Ramón de la Cruz_S3 | | | | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> General Castaños_S1 | | | | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> General Castaños_S2 | | | | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> General Castaños_S3 | | | | | | | | |
| » Validar y calcular precio | | | | | | | | |

- **Distancia máxima.** Número de kilómetros entre la celda de referencia y las posibles celdas vecinas pertenecientes a otras estaciones base.
- **Número máximo de vecinas.** Se puede especificar en esta ventana de configuración para todas las celdas o en la tabla de vecindades, donde se especificará el número máximo de vecinas para cada celda.
- **Parámetros de cobertura.** Condiciones de cobertura que las celdas deberán cumplir para ser consideradas como vecinas. Los parámetros a configurar son:
 - **RSRP Mínima:** Valor mínimo de RSRP (*Reference Signal Received Power*) que se tendrá en cuenta para considerar una celda como vecina. El valor por defecto proporcionado por **Xirio** coincidirá con el valor por defecto de umbral de recepción acorde con el servicio seleccionado.
 - **Margen RSRP:** Margen respecto al nivel de señal del mejor servidor de la celda de referencia en el que el proceso de *handover* termina. Cuanto más alto sea este margen, mayor será la lista de vecinas

resultante. Las vecinas se buscarán en el área comprendida entre la cobertura de mejor servidor y el margen RSRP.

- **Porcentaje mínimo de solapamiento:** Superficie mínima que la cobertura de una posible vecina deberá solaparse con el área de cobertura de la celda de referencia.

Una vez configurados los parámetros anteriores, el usuario podrá seleccionar una o varias de las siguientes opciones de cálculo:

- **Forzar sectores de la misma estación base** que la celda de referencia como vecinas.
- **Forzar celdas adyacentes como vecinas.** Una celda se considerará adyacente si:
 - Al menos un pixel de la cobertura de la celda de referencia coincide con un pixel de la cobertura de mejor servidor de la posible celda vecina.
 - La posible celda vecina es el segundo mejor servidor, respetando el margen de *handover*.
- **Forzar vecindades simétricas.** Hace que una relación de vecindad sea recíproca. Una celda de referencia será vecina de todas sus vecinas. Si la lista de alguna de las celdas estuviera completa la celda de referencia no se incluirá como vecina y la primera celda se eliminará de la lista de vecinas de la celda de referencia.
- **Eliminar vecindades existentes.** Si no se clica esta opción las nuevas vecindades calculadas se añadirán a las existentes.

Por último, la ventana de configuración incluye una lista con los sectores que contiene el estudio de cobertura multitransmisor de forma que el usuario pueda seleccionar qué sectores se tendrán en cuenta para realizar el cálculo de vecinas.

RESULTADO DEL CÁLCULO AUTOMÁTICO DE VECINAS

El resultado del cálculo automático de vecinas consiste en una tabla resumen con todas las vecindades calculadas (ver siguiente figura). Cada sector del estudio contará con varias filas dentro de la tabla en función del número de celdas vecinas que tenga.

| Información detallada del archivo resultado | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------|-------------------------|----|----------------------|-----------|---------------------------------|------------------|-------------------------------|----------------|--|
| TABLA DE VECINDADES | | | | | | | | | |
| Sector | Vecina | Nº | Relación de vecindad | Existente | Solapamiento (km ²) | Solapamiento (%) | Adyacencia (km ²) | Adyacencia (%) | |
| Villanueva S1 | General Castaños S1 | 1 | Cobertura | No | 1.05 | 32.68 | 0.05 | 1.49 | |
| Villanueva S1 | Hermosilla S1 | 2 | Cobertura | No | 1.58 | 49.21 | 0.09 | 2.75 | |
| Villanueva S1 | Goya S2 | 3 | Cobertura | No | 1.72 | 53.62 | 0.25 | 7.74 | |
| Villanueva S1 | Villanueva S2 | 4 | Co-site | No | 1.95 | 60.56 | 0.66 | 20.57 | |
| Villanueva S1 | Villanueva S3 | 5 | Co-site | No | 2.45 | 76.26 | 0.18 | 5.59 | |
| Goya S1 | Villanueva S3 | 1 | Cobertura | No | 1.03 | 33.18 | 0.02 | 0.72 | |
| Goya S1 | Hermosilla S1 | 2 | Cobertura | No | 1.27 | 40.92 | 0.06 | 1.82 | |
| Goya S1 | Villanueva S1 | 3 | Cobertura | No | 1.32 | 42.40 | 0.52 | 16.64 | |
| Goya S1 | Goya S2 | 4 | Co-site | No | 1.76 | 56.48 | 0.26 | 8.44 | |
| Goya S1 | Goya S3 | 5 | Co-site | No | 1.53 | 49.19 | 0.37 | 11.86 | |
| Juan Bravo S3 | Hermosilla S3 | 1 | Cobertura | No | 0.93 | 37.63 | 0.12 | 5.00 | |
| Juan Bravo S3 | Don Ramón de la Cruz S3 | 2 | Cobertura | No | 0.97 | 39.03 | 0.17 | 6.76 | |
| Juan Bravo S3 | Monte Esquinza S3 | 3 | Cobertura | No | 1.30 | 52.24 | 0.62 | 24.85 | |
| Juan Bravo S3 | Juan Bravo S1 | 4 | Co-site | No | 0.68 | 27.38 | 0.15 | 5.97 | |

Cada fila de dicha tabla estará compuesta por varias columnas indicando:

- El **sector** en cuestión.
- La celda que es **vecina** del sector.
- Un **número** identificador de la vecina.
- La **relación de vecindad** existente entre ambas: misma estación base (co-site), adyacencia, simetría o cobertura.
- Un indicador de si es una vecindad **existente** en la tabla antes de volcar el resultado del cálculo automatizado (permite calcular vecindades por partes).
- El valor de **solapamiento** que indica la cantidad de la cobertura de la celda de referencia solapada con la celda vecina (en kilómetros cuadrados y en porcentaje).

- El valor de **adyacencia** que indica el área de la celda de referencia (en kilómetros cuadrados y en porcentaje) en la que la celda vecina es mejor servidor o segundo mejor servidor.

TABLA DE ASIGNACIÓN DE VECINAS

Una vez realizado el cálculo automático de vecinas y volcado el resultado correspondiente mediante la opción "Actualizar la tabla de asignación de vecinas" del [panel de acciones](#), el usuario puede acceder a la tabla de asignación de vecinas pulsando el icono disponible en la parte superior de la sección "Coberturas de red" dentro de los [parámetros de la cobertura multitransmisor](#) (la tabla se mostrará automáticamente una vez finalizado el volcado del resultado). Esta tabla, que también puede crearse de forma manual, permite modificar los distintos campos mencionados en el punto anterior.

Asignación de Vecinas

| Tabla de vecinas | | | | | | | | | |
|------------------|----|------------------|----------------------|-----------|------------|------------------|---------------------------|---------------------------------|--|
| Sector | Nº | Vecina | Relación de vecindad | Existente | Estación | Estación vecina | Distancia a la vecina (m) | Solapamiento (km ²) | |
| Villanueva S1 | 1 | General Castaños | Cobertura | No | Villanueva | General Castaños | 876.23 | 1. | |
| Villanueva S1 | 2 | Hermosilla S1 | Cobertura | No | Villanueva | Hermosilla | 464.27 | 1. | |
| Villanueva S1 | 3 | Goya S2 | Cobertura | No | Villanueva | Goya | 678.43 | 1. | |
| Villanueva S1 | 4 | Villanueva S2 | Co-sitio | No | Villanueva | Villanueva | 0 | 1. | |
| Villanueva S1 | 5 | Villanueva S3 | Co-sitio | No | Villanueva | Villanueva | 0 | 2. | |
| Goya S1 | 1 | Villanueva S3 | Cobertura | No | Goya | Villanueva | 678.43 | 1. | |
| Goya S1 | 2 | Hermosilla S1 | Cobertura | No | Goya | Hermosilla | 738.92 | 1. | |
| Goya S1 | 3 | Villanueva S1 | Cobertura | No | Goya | Villanueva | 678.43 | 1. | |
| Goya S1 | 4 | Goya S2 | Co-sitio | No | Goya | Goya | 0 | 1. | |
| Goya S1 | 5 | Goya S3 | Co-sitio | No | Goya | Goya | 0 | 1. | |
| Juan Bravo S3 | 1 | Hermosilla S3 | Cobertura | No | Juan Bravo | Hermosilla | 691.12 | 0. | |
| Juan Bravo S3 | 2 | Don Ramón de la | Cobertura | No | Juan Bravo | Don Ramón de la | 538.21 | 0. | |
| Juan Bravo S3 | 3 | Monte Esquinza S | Cobertura | No | Juan Bravo | Monte Esquinza | 822.79 | 1. | |

Aceptar Aplicar Recargar Cancelar

Además, el usuario también podrá exportar e importar la configuración de vecinas a un fichero en formato Microsoft Excel que contendrá los mismos campos que los mostrados en la tabla.

ASIGNACIÓN DE PCIs

La tabla para la asignación de PCIs (*Physical Cell IDs*) facilita al usuario la especificación de estos identificadores de celda para cada transmisor dentro de la red. Para poder visualizar la tabla de asignación de PCIs es necesario haber realizado previamente el cálculo de señal del estudio de cobertura multitransmisor y la asignación de vecinas (automática o manual).

Esta tabla muestra, para cada sector del estudio de cobertura multitransmisor, el nombre del sector, la estación base a la que pertenece y el PCI calculado o asignado manualmente. Solo el valor de PCI es editable por el usuario a través de esta tabla.

Asignación de PCIs

| Tabla de PCIs | | |
|-------------------------|----------------------|-----|
| Sector | Estación | PCI |
| Don Ramón de la Cruz S1 | Don Ramón de la Cruz | |
| Don Ramón de la Cruz S2 | Don Ramón de la Cruz | |
| Don Ramón de la Cruz S3 | Don Ramón de la Cruz | |
| General Castaños S1 | General Castaños | |
| General Castaños S2 | General Castaños | |
| General Castaños S3 | General Castaños | |
| Goya S1 | Goya | |
| Goya S2 | Goya | |
| Goya S3 | Goya | |
| Hermosilla S1 | Hermosilla | |
| Hermosilla S2 | Hermosilla | |
| Hermosilla S3 | Hermosilla | |
| Juan Bravo S1 | Juan Bravo | |
| Juan Bravo S2 | Juan Bravo | |
| Juan Bravo S3 | Juan Bravo | |

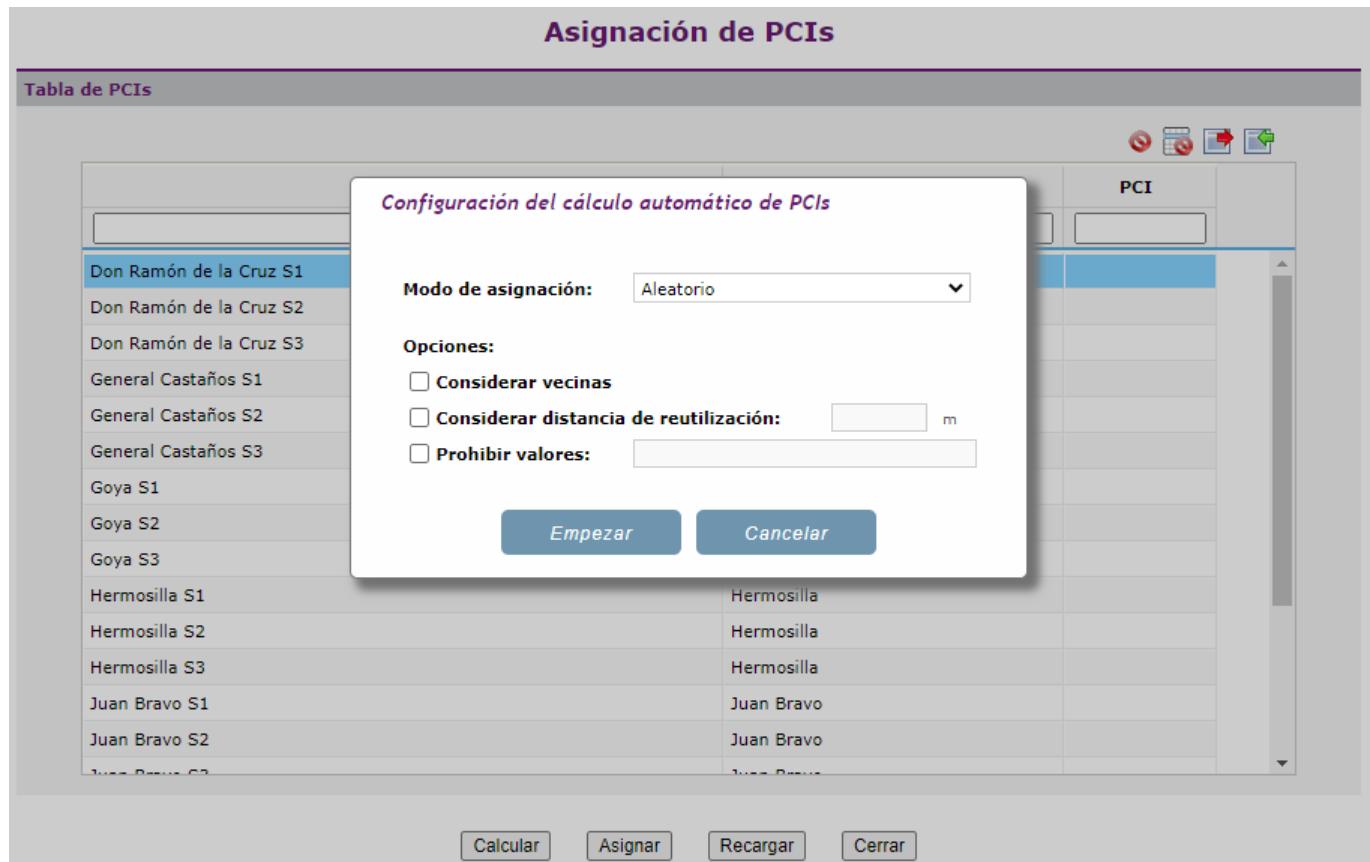
El diálogo de asignación de PCIs permite al usuario realizar las siguientes acciones:

- El botón **Calcular** inicia el proceso de cálculo automático de PCIs (ver siguiente sección).
- El botón **Asignar** sustituye el PCI de cada sector del estudio por el valor de PCI que dicho sector tenga establecido en la tabla.
- El icono  permite **limpiar** el PCI asignado a todos los sectores.
- El icono  permite **limpiar** el PCI asignado a los sectores seleccionados en la tabla (permite selección múltiple).
- El icono  ofrece la posibilidad de **exportar** la tabla a un fichero en formato Microsoft Excel.
- El icono  ofrece la posibilidad de **importar** una nueva tabla a partir de un fichero en formato Microsoft Excel.

CÁLCULO AUTOMÁTICO DE PCIs

Esta funcionalidad facilita la asignación de los PCIs para cada transmisor dentro de la red en base a una serie de reglas y a partir de unos parámetros de configuración. La interfaz para este cálculo será

similar a la que se muestra en la siguiente figura, donde se permite al usuario configurar los siguientes elementos:



- **Modo de asignación** de PCIs:

- **Aleatorio.** Se asignarán los PCIs sin tener en cuenta la estación base a la que pertenecen los sectores.
- **Configuración tri-sectorial.** Se reservarían tres PCIs para cada estación base.
- **Configuración 6 sectores.** Se reservarán seis PCIs para cada estación base para permitir futuras ampliaciones a seis sectores.

- **Opciones.** Permite seleccionar las relaciones que se tendrán en cuenta para realizar la asignación automática de PCIs:

- **Considerar la matriz de interferencia** (requiere el cálculo previo de interferencias).
- **Considerar vecinas**, de forma que se intentará asignar distintos PCI a una celda y a sus vecinas.
- **Considerar la menor distancia de reutilización**, es decir, la distancia dentro de la cual, si dos celdas solapan y se interfieren en co-canal (misma frecuencia), no deberían tener el mismo PCI.
- **Prohibir determinados valores de PCI.**

PARÁMETROS DE MOVILIDAD

Los parámetros de movilidad definen el traspaso de terminales móviles entre celdas:

The screenshot shows the 'Parámetros de movilidad' (Mobility Parameters) dialog box. It contains two main sections:

- Definición de capas (Layer Definition):** This section includes two checkboxes: 'Calcular áreas sin traspaso posible' (Calculate areas without handover possible) and 'Permitir agregación entre estaciones' (Allow aggregation between stations). Below these is a table with columns: Capa (Layer), Prioridad (Priority), Umbral búsqueda (Search threshold), Umbral traspaso (Handover threshold), Umbral vecina (Neighboring cell threshold), and an empty column. A single row is shown with values: Default, 1, -110.00, -120.00, and -116.00.
- Balanceo en acampado (Handover Balancing):** This section includes a table with columns: Servidor (Server), Vecina (Neighboring cell), Umbral búsqueda (Search threshold), Umbral traspaso (Handover threshold), Umbral vecina (Neighboring cell threshold), and Tipo (Type). The table is currently empty.

- **Calcular áreas sin traspaso posible.** Si se activa esta opción, el cálculo muestra el mapa con las zonas donde existen problemas para el traspaso de una celda a otra.
- **Umbral búsqueda de traspaso.** Indica el nivel de señal RSRP a partir del cual se comienzan a buscar celdas vecinas disponibles para el traspaso.
- **Umbral de traspaso.** Cuando la señal RSRP del sector al que un móvil está conectado baja por debajo de este umbral de traspaso, se intenta el traspaso a otra celda que tenga un nivel de señal superior a este umbral de traspaso más un margen de celda vecina definido.
- **Umbral de celda vecina para traspaso.**

Con el ejemplo de la imagen, cuando la señal RSRP recibida es inferior al umbral de búsqueda de traspaso (-110 dBm) se comienza con la búsqueda de celdas vecinas disponibles. Si el nivel de señal sigue decreciendo y alcanza el valor del umbral de traspaso (-120 dBm), se intenta el traspaso a otra celda cuyo nivel de señal recibido sea al menos el umbral de celda vecina especificado (-116 dBm).

El resultado será un mapa con las zonas donde es posible el traspaso a otra celda y las zonas donde no hay ninguna posibilidad de traspaso con las condiciones definidas.

METODOLOGÍA LINEOX / TAREAS PROMETEO

Xirio ha incorporado ciertas funcionalidades con el objetivo de integrarse en los sistemas propios de Lineox y comunicarse con ellos. Así mismo, se ha especificado de la herramienta para adaptar la metodología de trabajo, en la medida de lo posible, a la actual metodología de los usuarios de LINEOX. De este modo de empleo se basa en dos tipos de perfiles de usuario: uno o varios usuarios administradores del catálogo y varios usuarios proyectistas.

Ambos perfiles de usuarios tienen acceso al inventario de enlaces y estaciones, para consultar y/o modificar datos de los mismos.

Ambos perfiles, además, tienen acceso al histórico de enlaces, que contiene el registro de todos los enlaces que no están en servicio o han sido eliminados (e

Tanto los administradores de catálogo como los proyectistas están capacitados para realizar cálculos de Enlaces o estudios de Red de Transporte, bien por disponibilidad del enlace, o para analizar la red en su conjunto y las posibles interferencias.

Ambos perfiles de usuarios pueden crear, en cualquier momento, estudios totalmente independientes partiendo desde cero, o también pueden crear e

PROMETEO. Las tareas PROMETEO son peticiones con origen el sistema de inventariado PROMETEO originadas desde un formulario específico por los propios

Se pueden consultar las tareas PROMETEO recogidas por **Xirio** accediendo al gestor de tareas mediante el icono correspondiente en la barra de herramientas



Los distintos tipos de tareas PROMETEO que se crean en **Xirio** a partir de solicitudes son:

- **Alta de un nuevo enlace y estudio de viabilidad.** Esta petición se inicia en PROMETEO por la necesidad de unir dos emplazamientos mediante garantizando una velocidad determinada. En este caso el usuario tiene dos opciones:
 - Crear un nuevo estudio de red a partir de la tarea para analizar la viabilidad del enlace. En este caso se creará un estudio de Red de Transporte configurado con los datos procedentes de la tarea (velocidad, camino y emplazamientos).
 - Vincular un Enlace previamente estudiado a la tarea. En este caso se creará un estudio de Red de Transporte con el enlace seleccionado, modificando el enlace con los datos procedentes de la tarea (velocidad, camino y emplazamientos).
- **Modificación de estado en un enlace.** Esta petición se origina en PROMETEO cuando un enlace cambia de estado ("En servicio", "Pendiente de E etc.). En este caso, **Xirio** cambia automáticamente el estado y fecha del enlace del inventario asociado. En el caso de que el cambio de estado se además será enviado al histórico desde el inventario. Esta tarea se gestiona de manera transparente, por lo que no se notifica al usuario. Solamente el inventario hace referencia al cambio de estado.
- **Modificación de caudal en un enlace.** Esta petición se inicia en PROMETEO por la necesidad de incrementar la velocidad de un enlace de microemplazamientos. Cuando el usuario acepta esta tarea, se creará un estudio de Red de Transporte estableciendo como enlace en estudio el enlace para modificar el caudal. Solamente en el caso de que dicho enlace no se encuentre vinculado a un enlace existente en el inventario, se creará una nueva tarea que deberá ser atendida por el usuario para indicar a qué enlace del inventario hace referencia la modificación de caudal.
- **Eliminación de un enlace.** Esta petición se origina en PROMETEO cuando un enlace es eliminado. En este caso, el enlace será enviado automáticamente al inventario. Esta tarea se gestiona de manera transparente, por lo que no se notifica al usuario. Solamente en el caso de que dicho enlace no se encuentre en el inventario, se creará una nueva tarea que deberá ser atendida por el usuario para indicar a qué enlace del inventario hace referencia la eliminación.

Gestor de tareas

| Tareas | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|----------------|-----------------|--------------------|------------------|--------|-----------|---------------|--------|--------------|-----------|---------|---------|---------|----------|--------|
| | Id Radioenlace | Solicitud | Fecha de operación | Orden de trabajo | Estado | Velocidad | Suministrador | Equipo | Extremo A | Extremo B | Torre A | Torre B | Usuario | Obse | |
| | RLO09907 | ModifyStatus | 20/07/2021 | Orden_prueba_D | | | | | | | | | | | |
| | RLO09907 | CreateNew | 27/09/2021 | Orden_prueba_PI | 512 | | ERICSSON | | 6615/63ASA/C | PX1125 | PX1114 | Torre 1 | Torre 1 | prometeo | Probar |
| | RLO09907 | ModifyThroughpi | 27/09/2021 | Orden_prueba_PI | 1024 | | ERICSSON | | 6615/63ASA/1 | | | | | prometeo | Probar |
| | RLO09907 | Delete | 27/09/2021 | Orden_prueba_PD | | | | | | | | | | | |

El gestor permite ordenar las tareas PROMETEO por cada uno de los campos que se muestran. Por defecto están ordenadas de más antiguas a más recientes.

Para cada tarea pendiente que es mostrada en el gestor, el usuario dispone de un botón para o bien crear un nuevo estudio de red a partir de dicha tarea o esa tarea a un estudio de red existente almacenado en el perfil del usuario.

Creación de nuevo camino.

Nuevo radio enlace
 Radio enlace existente

Selección **Cancelar**

Cuando un usuario acepta una tarea mediante la creación de un nuevo estudio de red o la vinculación a un estudio de red existente, **Xirio** realiza una serie de

1. Creación de un nuevo estudio de Red de Transporte a partir de una tarea de alta de nuevo enlace:

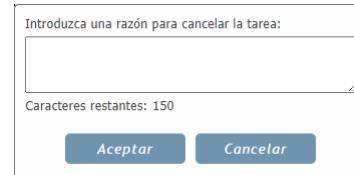
- a) Comprobación de la existencia en el inventario de estaciones que tengan el mismo código de emplazamiento que el código de emplazamiento en la tarea. En caso de no existir alguno o ambos extremos, **Xirio** los creará automáticamente con valores por defecto; en este caso se rellenará el emplazamiento creado para completar todos los datos de carácter administrativo necesarios, así como sus coordenadas.
- b) Creación de un enlace cuyo código o nombre será el código PROMETEO especificado en la tarea.
- c) Asignación a cada extremo del enlace en estudio del emplazamiento correspondiente a los códigos de emplazamiento especificados en la tarea.
- d) Asignación al enlace en estudio de la velocidad o capacidad, orden de trabajo, y estado (pendiente de instalación) especificados en la tarea.
- e) Creación de un estudio de red cuyo nombre será el código PROMETEO especificado en la tarea y asignación del enlace creado previamente con el enlace.
- f) Establecimiento de los parámetros de cálculo por defecto, como métodos de cálculo, objetivos, cartografía, etc. (establecidos en consenso entre los participantes).
- g) Apertura del estudio de red en **Xirio** para que el usuario acabe de configurar ciertos parámetros y realizar los cálculos correspondientes.

2. Vinculación de un estudio de [Red de Transporte](#) a un alta de nuevo enlace:

- a) Comprobación de la existencia en el inventario de estaciones que tengan el mismo código de emplazamiento que el código de emplazamiento en la tarea. En caso de no existir alguno o ambos extremos, **Xirio** los creará automáticamente con valores por defecto; en este caso se reemplazamiento creado para completar todos los datos de carácter administrativo necesarios, así como sus coordenadas.
- b) Asignación a cada extremo del enlace en estudio del emplazamiento correspondiente a los códigos de emplazamiento especificados en la tarea.
- c) Asignación al enlace en estudio de la velocidad o capacidad, orden de trabajo, y estado (pendiente de instalación) especificados en la tarea.
- d) Apertura del estudio de red en **Xirio** para que el usuario acabe de configurar ciertos parámetros y realizar los cálculos correspondientes.

Una vez el usuario realice todos los cálculos de calidad e indisponibilidad de un radioenlace, tendrá la posibilidad de subir al inventario el radioenlace cuando dispone de una opción "[Guardar cambios en el inventario](#)" dentro de las acciones disponibles para un estudio de red. Cuando el usuario sube al inventario un radioenlace a PROMETEO un mensaje informando de los parámetros básicos del enlace subido. En el caso de que la interfaz con PROMETEO no esté disponible, se adciristancia.

Una tarea de creación de enlace no desaparece del gestor hasta que el usuario no suba al inventario un enlace asociado a la misma o elimine la tarea. En el caso de que la interfaz con PROMETEO no esté disponible, se adciristencia. **Xirio** solicita al usuario el motivo de dicha eliminación, el cual es enviado en un mensaje a PROMETEO.



De manera adicional a los cálculos de calidad e indisponibilidad del radioenlace, **Xirio** también puede generar [planos de ruta](#) si el usuario selecciona la opción "Generar planos de ruta" en el diálogo de cálculo.

USUARIO ADMINISTRADOR DE CATÁLOGO

El usuario **administrador de catálogo** es aquel cuya responsabilidad principal es gestionar el inventario de planta de radioenlaces de Lineox y los elementos del catálogo. Por ello, este usuario tendrá permisos máximos para el acceso y modificación tanto del inventario como del catálogo.

A través del [Gestor del Inventario](#), el administrador de catálogo tiene acceso tanto al inventario como al histórico, dentro de los cuales se almacenan todos los radioenlaces de la planta actual de Lineox. Además de consultar los radioenlaces, este usuario podrá modificar la condición de cada uno:

- **Eliminar radioenlace.** Desde la pestaña de "Inventario", esta opción enviará al histórico el radioenlace seleccionado.
- **Recuperar radioenlace.** Desde la pestaña de "Histórico", esta opción permite recuperar un radioenlace enviándolo de vuelta al inventario.
- **Modificar radioenlace.** Esta opción permite realizar cambios en la configuración del [Enlace](#).
- **Abrir radioenlace.** Esta opción abre en una ventana nueva el [Enlace](#) para su consulta o modificación.

Por último, el usuario administrador de catálogo también tiene acceso a los elementos del [catálogo](#) (bandas de frecuencia, equipos de radio, antenas, feeders y emplazamientos), pudiendo consultar, crear, modificar y eliminar los parámetros de cada uno de ellos.

BARRA DE HERRAMIENTAS

La barra de herramientas se encuentra en la parte superior de la interfaz y, dependiendo de los permisos que tenga el usuario, presentará un aspecto similar a este:



En la sección izquierda de la barra de herramientas se encuentran las acciones básicas de **Xirio**:

- **Crear nuevo estudio.** Crea un [nuevo estudio](#) de simulación. Inicialmente, el usuario debe seleccionar el tipo de estudio a simular y el servicio o tecnología del mismo. Esto permite a **Xirio** configurar el resto de parámetros del estudio y de los elementos que intervienen en el mismo con valores por defecto adecuados al tipo de cálculo a realizar. Una vez creado, y dependiendo del tipo de estudio elegido, diferentes opciones permiten al usuario realizar una configuración más personalizada de los parámetros del estudio, transmisor a utilizar, parámetros de recepción, cartografía, etc.
- **Gestionar estudios.** Despliega una lista ordenada con todos los estudios creados por el usuario. Para localizar un estudio en concreto pueden realizarse búsquedas por nombre o por tipo de estudio. Una vez seleccionado un estudio, este podrá abrirse, mostrándose sus elementos sobre el [visor](#) y sobre el [panel de leyenda](#), o eliminarse del sistema. A partir del siguiente enlace se puede obtener más información sobre el [Gestor de Estudios](#).
- **Gestionar resultados.** Despliega una lista ordenada (denominada "Mis resultados") con todos los resultados calculados a partir de estudios propios del usuario. Una vez seleccionado un resultado, este podrá abrirse, eliminarse o [publicarse](#) a otros usuarios. Adicionalmente se despliega una segunda lista (denominada "Otros resultados") en la que se muestran los resultados que han sido publicados por parte de otros usuarios y sobre los cuales se tiene permiso de visualización. A partir del siguiente enlace se puede obtener más información sobre el [Gestor de Resultados](#).
- **Gestionar catálogo.** En **Xirio**, el usuario puede crear un catálogo predefinido de elementos radioeléctricos (transmisores, receptores, antenas, etc.) que utilice habitualmente en sus simulaciones. A partir de estos elementos de catálogo, el usuario podrá crear elementos nuevos de forma rápida, agilizando la configuración de múltiples estudios con parámetros similares. Desde esta opción, el usuario puede crear, editar y borrar sus elementos de catálogo. A partir del siguiente enlace se puede obtener más información sobre el [Gestor de catálogo](#).
- **Importar resultados desde Sirenet.** Opción mediante la cual puede importar resultados calculados en [Sirenet](#) para poder visualizarlos en el visor de **Xirio**.
- **Exportar resultados a Sirenet.** Opción mediante la cual puede exportar resultados para poder trabajar con ellos con la herramienta de planificación radioeléctrica [Sirenet](#).
- **Mostrar panel de información.** Despliega un panel con datos relativos al elemento seleccionado en el panel de leyenda, como por ejemplo un estudio, un elemento radioeléctrico, un resultado, etc.
- **Mostrar panel de tareas.** Despliega el panel de tareas donde se muestran los nombres, el estado y el progreso de cada una de las acciones y cálculos lanzados y que están aún en ejecución. En el caso en que no haya tareas pendientes y los cálculos hayan finalizado con éxito, el panel estará vacío.
- **Actualizar paneles.** Refresca los paneles informativos de la aplicación y reinicia el [visor](#) a su estado inicial.
- **Gestionar usuarios de visualización.** Los usuarios de **Xirio** tienen la posibilidad de [publicar](#) los resultados de sus estudios a otras personas por medio de usuarios de visualización. A partir del siguiente enlace se puede obtener más información sobre el uso del [Gestor de Usuarios de Visualización](#) para crear, editar y borrar este tipo de usuarios.
- **Abrir configuración de usuario.** Muestra la información proporcionada por el usuario para la creación de su perfil (nombre, correo electrónico, etc.) y sus preferencias para la [configuración personalizada](#) de **Xirio**.

En la sección central de la barra de herramientas se encuentran las acciones que permiten interactuar con el [visor](#) de **Xirio**:

- **Crear nuevo punto de interés.** Crea un nuevo [punto de interés](#) (POI). Un POI es una marca sobre el mapa en una ubicación elegida por el usuario. Cada POI está definido por un nombre y unas características de localización (las coordenadas), que podrán ser introducidas manualmente (especificando latitud y longitud), seleccionando un [emplazamiento](#) o mediante la selección de un punto en el [visor](#).
- **Gestionar puntos de interés.** Esta opción permite crear nuevos puntos, abrir los ya existentes o borrarlos. También dispone de un filtro de búsqueda por nombre. A partir del siguiente enlace se puede obtener más información sobre el [Gestor de Puntos de Interés](#).
- **Arrastrar mapa.** Permite mover el área del mapa que se esté mostrando en ese momento en el [visor](#).
- **Calcular distancia.** Muestra en un marcador informativo la [distancia entre dos puntos](#) a seleccionar sobre el [visor](#).
- **Calcular perfil.** Muestra una gráfica con el [perfil orográfico entre dos puntos](#) a seleccionar sobre el [visor](#).
- **Consultar altitud en un punto.** Muestra en un marcador informativo la [cota altimétrica](#) del modelo digital del terreno en un punto a seleccionar sobre el [visor](#).
- **Imprimir.** Permite [imprimir](#) el contenido mostrado en ese momento en el [visor](#) (mapa, capas, elementos radioeléctricos, resultados, etc.). Una presentación preliminar permite al usuario ajustar y centrar el contenido del visor que desea imprimir.
- **Información WMS.** Utensilio que permite seleccionar características (polígonos, líneas etc..) de una capa WMS abierta sobre el visor y muestra la información contenida en dichas características.
- **Mostrar Leyenda WMS.** Despliega un panel con datos relativos a la simbología y colores con los que se representa la capa WMS seleccionada en el panel correspondiente.
- **Notificaciones.** Es un buzón personalizado donde el usuario recibe las notificaciones que el sistema le envía.

Finalmente, en la sección derecha de la barra de herramientas se encuentra la barra de direcciones:

-  **Barra de direcciones.** Permite realizar [búsquedas](#) de direcciones, términos, coordenadas, etc. utilizando Google Maps y sitúa en el [visor](#) un marcador en el punto geográfico correspondiente al resultado de búsqueda que seleccione el usuario.

PROCESO DE PLANIFICACIÓN

Existen unos pasos habituales a llevar a cabo en un proceso de planificación radioeléctrica. **Xirio** proporciona distintos tipos de estudios para realizar cada una de estas etapas.

Las distintas tecnologías y servicios radioeléctricos requieren una metodología específica en cada caso y unos procedimientos de planificación particulares. Este apartado no pretende ser una guía de planificación sino mostrar las distintas opciones que ofrece **Xirio** en las fases de un proyecto de planificación y diseño de red. El usuario deberá determinar cuáles de estas opciones pueden resultarle de aplicación en sus proyectos.

Los procesos de planificación pueden desglosarse en [planificación de redes de acceso](#) y [planificación de redes de transporte](#).

Debido a la enorme diversidad de tecnologías y servicios radioeléctricos de comunicaciones inalámbricas, el proceso de planificación, especialmente en el caso de las redes de acceso, varía considerablemente en función del tipo de red. Por esta razón, y de forma adicional a la descripción de estos procesos básicos de planificación, se presenta en este apartado un conjunto de aspectos vinculados a la planificación de redes de acceso de distintos servicios radioeléctricos de forma específica:

- [Radiodifusión de imágenes y sonido](#) (TV, FM, TDT, DVB-H, DAB, ...).
- [Comunicaciones móviles](#) (GSM, PMR, TETRA, ...).
- [Comunicaciones móviles 3G y 4G](#) (UMTS, CDMA2000, HSDPA, HSUPA, ...).
- [Comunicaciones móviles LTE](#).
- [Banda ancha inalámbrica](#) (WLL, LMDS, WiMAX, WiFi, ...).

Estas puntuaciones pretenden servir como orientación al usuario para sacar un máximo rendimiento y emplear las funciones más adecuadas de la herramienta dependiendo del tipo de proyecto de planificación que afronte en cada caso.

PLANIFICACIÓN DE REDES DE ACCESO

El proceso genérico de planificación de una red de acceso contempla una o varias etapas básicas destinadas a establecer un Plan Nominal de Red.

Un Plan Nominal de Red establece el número y configuración de los centros y equipos que intervienen en la red contemplando las limitaciones por ruido (máximo alcance radioeléctrico) de la red sin tener en cuenta las posibles limitaciones por interferencias o compatibilidad electromagnética (CEM) entre los miembros de la misma.

Todos los parámetros utilizados por defecto en **Xirio** son suficientes para llegar a esta etapa de la planificación.

Las etapas básicas para obtener un plan nominal de red son las que se indican a continuación.

ANÁLISIS DE NECESIDADES - CONFIGURACIÓN

El planificador debe tener claro, de forma preliminar en el proceso de planificación, qué tecnología va a emplear en la red, cuáles son los objetivos de cobertura cualitativos y cuantitativos y la metodología que desea emplear para diseñar su red. Deberá, por tanto, concretar y configurar el conjunto de parámetros a emplear:

- La cartografía básica sobre la que se va a trabajar.
- Método de cálculo a emplear.
- Equipos y datos de la tecnología: Servicio radioeléctrico, Banda de frecuencias, Antenas, etc.
- Emplazamientos de los centros ya conocidos.

PARAMETRIZACIÓN DE ESTACIONES

En esta fase se caracterizan los parámetros generales de la tecnología empleada, así como los específicos de una estación para un único centro emisor. Para ello, se supone conocida la tecnología a emplear por la red, el equipamiento y datos técnicos y los modelos de propagación con que se pretende realizar las simulaciones.

Los estudios de [Enlace](#) y [Cobertura](#) permiten la simulación de la cobertura radioeléctrica de un único transmisor, ofreciendo todo tipo de resultados y parámetros técnicos de dicho transmisor de forma individual.

Es importante indicar que, en **Xirio**, no existe el concepto de "Estación Radioeléctrica" o "Estación Base". Por el contrario, existe el concepto de emplazamiento, como ubicación geográfica de la infraestructura, y transmisor, elemento vinculado a una antena y capaz de emitir ondas electromagnéticas. En un mismo emplazamiento puede haber varios transmisores. En tecnologías que emplean Estaciones Base con varios sectores (p. ej.: LMDS, GSM, etc.) cada sector ha de ser considerado como un transmisor independiente. Por otro lado, aquellas tecnologías que utilizan varias portadoras de emisión desde un mismo transmisor (p. ej.: GSM, TETRA, Radioenlaces, etc.) pueden vincular todos los canales a un mismo objeto transmisor.

Si el proyecto de planificación está limitado a conocer el alcance radioeléctrico de una única estación, es probable que en este bloque de funcionalidad finalice su labor. Si, por el contrario, el objetivo del proyecto es planificar una red compuesta por múltiples estaciones deberá emplear otros estudios más complejos de la aplicación.

PLANIFICACIÓN DE REDES

El estudio de multicobertura analiza la cobertura conjunta de varios transmisores. Para ello requiere disponer de un estudio de cobertura ligado a cada uno de los transmisores implicados. El resultado de este estudio permite conocer la cobertura total de la red, el solapamiento entre las coberturas individuales de los distintos transmisores y las zonas en que cada uno de ellos se comporta como mejor servidor.

Una vez realizado el estudio de cobertura múltiple el usuario dispone de una referencia fiable sobre el alcance de su red, representada como manchas de cobertura sobre el mapa.

PLANIFICACIÓN DE RADIOENLACES

El proceso genérico de planificación de una red de transporte contempla una o varias etapas básicas destinadas a establecer un Plan Nominal de Red.

Un Plan Nominal de Red establece la localización de emplazamientos, la altura y configuración de los sistemas radiantes, así como la configuración de equipos que intervienen en la red, contemplando su calidad y disponibilidad, total e individual, además de las limitaciones por interferencias entre los miembros de la propia red o las causadas por otros.

Todos los parámetros utilizados por defecto en **Xirio** son suficientes para llegar a esta etapa de la planificación.

Las etapas básicas para obtener un plan nominal de red son las que se indican a continuación.

ANÁLISIS DE NECESIDADES - CONFIGURACIÓN

El planificador debe tener claro, de forma preliminar al proceso de planificación, qué emplazamientos desea comunicar, cuánta información debe transportar, y con qué grado de calidad y disponibilidad.

Así mismo, se deberá recopilar información necesaria como:

- Cartografía básica sobre la que se va a trabajar. Si la red de transporte discurre por zona rural bastará con usar un MDT con una resolución de 25 a 100 metros, mientras que si la red discurre por zonas urbanas, es necesario disponer de un MDE con una resolución mucho más alta.
- Método de cálculo a emplear. Tanto en el estudio de Enlace como en el estudio de Red de Transporte, en **Xirio**, es el recogido en la Rec. UIT-R P.530.
- Datos técnicos de equipos y antenas.
- Listado de emplazamientos ya conocidos, que ya dispongan de infraestructura, o que la puedan albergar.

ELECCIÓN DE EMPLAZAMIENTOS - VISIBILIDAD

Lo primero que habrá que hacer será determinar cuáles son los emplazamientos que se van a usar para nuestra red de transporte, comprobando que existe visibilidad entre los extremos de cada vano, con un despejamiento suficiente. Dicha comprobación se puede realizar conjuntamente para todos los vanos de la red, utilizando el Cálculo de matriz de intervisibilidad en el estudio de Red de Transporte, o individualmente, vano a vano, calculando su Enlace sin marcar la opción de Calcular informe vano digital, o a través de la utilidad de cálculo de perfil orográfico.

PARAMETRIZACIÓN DE ESTACIONES

En esta fase se caracterizan los parámetros generales de la instalación a realizar en cada extremo de cada vano, esto es: altura de antenas, orientación y tamaño de las mismas, necesidad de diversidad de espacio o frecuencia y caracterización de la misma, banda de frecuencias, etc.

Es importante indicar que, en **Xirio**, no existe el concepto de "Estación Radioeléctrica". Por el contrario, existe el concepto de emplazamiento, como ubicación geográfica de la infraestructura, y el concepto de transmisor, como elemento vinculado a una antena y capaz de emitir ondas electromagnéticas.

Obviamente, en un mismo emplazamiento puede haber varios transmisores/receptores, pero cada extremo de un vano se configurará de forma independiente, aunque coincida en ubicación con otros.

PLANIFICACIÓN DE REDES

Si nuestra labor se limita a conectar dos emplazamientos entre los que existe visibilidad, nuestro trabajo puede haber concluido con la realización de las tareas anteriores. Sin embargo, si para nuestro propósito de transporte es necesario involucrar varios vanos, nuestro trabajo no habrá finalizado hasta que no comprobemos que las frecuencias asignadas a cada vano y en cada sentido, no provocan interferencias entre los miembros de la propia red o a terceros.

Dentro del estudio [Red de Transporte](#), cuando se realiza el [Cálculo de estudio de red](#), si se desea calcular interferencias se deberá habilitar la opción de "Considerar interferencias en cálculos".

Este cálculo nos proporciona, por un lado, las posibles incompatibilidades entre vanos, debidas a interferencias, las cuales se encuentran en el Informe resumen; y por otro lado, un Informe de interferencias detallado para cada enlace en estudio. En este último informe, para cada trayecto, directo e inverso, se detallan todos los niveles de potencia interferente presentes en cada extremo del vano, por cada extremo interferente e interferido.

RADIODIFUSIÓN

Este apartado presenta algunos de los aspectos específicos vinculados a la planificación de redes de acceso de servicios de radiodifusión analógica (FM, TV, TDT, DVB-H, DAB, etc.).

El proceso de planificación está basado en los pasos comunes especificados en el apartado de [planificación de redes de acceso](#), si bien, aquí se particularizan algunos aspectos para una mejor adaptación al tipo de redes en proyecto.

A continuación, se enumeran los pasos del proceso de planificación de red de acceso destacando en cada uno de ellos, y cuando resulte necesario, los puntos a los que el usuario debe prestar una especial atención de cara a la planificación de redes de radiodifusión.

1. ANÁLISIS DE NECESIDADES - CONFIGURACIÓN

- **Cartografía.** De forma habitual, este tipo de redes requiere del empleo de cartografía rural, modelos del terreno de entre 100 y 25 metros de resolución. Por otro lado, puede resultar conveniente determinar el efecto de recepción dentro de zonas urbanas, para ello es aconsejable utilizar capas de morfografía que asocien pérdidas a estas áreas o bien capas de altimetría urbana con detalle de edificios.
- **Métodos de cálculo.** Los métodos más comunes para la planificación de servicios de radiodifusión varían en función del entorno y objeto de la planificación. Los más empleados son:
 - La [Rec. UIT-R P.526](#) o el [método de Deygout](#), son los más empleados para simular la emisión desde centros situados en entornos rurales. La estimación de señal recibida en interior de ciudades suele realizarse del mismo modo, teniendo en cuenta que los umbrales de recepción en estos entornos son muy superiores, o, en caso de disponer de cartografía urbana, empleando la opción de múltiples capas de altimetría y aplicando una resolución a los cálculos similar a la del modelo de edificios.
 - La [Rec. UIT-R P.1546](#) puede ser de utilidad en aquellos casos en los que no se dispone de cartografía suficientemente detallada (resoluciones de [MDT](#) superiores a 100 metros). Además, estos métodos son aplicables a distancias superiores a los 100 Km por lo que pueden resultar una estimación mejor que la de los métodos determinísticos, poco fiables en larga distancia. Por último, su empleo es recomendable a la hora de simular los efectos de posibles interferencias para pequeños porcentajes de tiempo (1% ó 5%).

Los métodos propuestos por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) son estándar y resultan muy útiles; sin embargo, no siempre se ajustan de forma ideal a la propagación en todo tipo de entornos.

2. PARAMETRIZACIÓN DE ESTACIONES

- **Umbral de recepción.** El parámetro umbral de recepción que se debe emplear en los parámetros de radio de los receptores es habitualmente el campo de referencia definido en recomendaciones y estándares internacionales, siendo habitual trabajar en términos de campo eléctrico. Es común trabajar con distintos umbrales de recepción dependiendo del entorno (ej.: rural, urbano, urbano denso, etc.). En este caso, el usuario puede emplear capas morfográficas que introduzcan un factor de *clutter* asociado a cada tipo de terreno o bien jugar, en los estudios de cobertura, con distintos rangos que se adapten a los umbrales propuestos.
- **Sistemas radiantes.** Los sistemas radiantes de radiodifusión vienen compuestos por uno o más elementos radiantes que configuran un array con unas características de emisión particulares.

3. PLANIFICACIÓN DE REDES

- **Orientación de los receptores.** Es importante destacar que los receptores vinculados a cada estudio de cobertura orientan automáticamente su antena hacia su transmisor asociado en dicho estudio de cobertura. Cuando la antena de recepción es directiva, este aspecto es importante dado que el nivel de señal de su transmisor asociado entra con máxima ganancia de la antena receptora mientras que el resto de señales entrarán atenuadas desde otros azimuts.
- **Mejor servidor por señal.** En los distintos estudios de planificación de redes en los que intervienen distintas estaciones es necesario disponer de un criterio para determinar el transmisor deseado (mejor servidor) en cada punto. Para que un transmisor pueda ser considerado mejor servidor por señal debe superar el umbral del receptor asociado en el estudio de cobertura. Hay que tener especial cuidado de no establecer umbrales distintos para los receptores de los diferentes estudios de cobertura ya que en este caso se pueden presentar incongruencias a la hora de seleccionar el mejor servidor en zonas con niveles de señal comprendidos entre dichos umbrales.
- **Solapamiento.** Es importante, una vez determinados los parámetros de emisión para una nueva estación así como su frecuencia, comprobar la interferencia que esta estación puede causar sobre el entorno y, viceversa, la interferencia que los elementos del entorno pueden causar sobre la zona de servicio de la nueva estación. El resultado de "solapamiento" del estudio de multicobertura permite determinar las posibles zonas de conflicto con estaciones cercanas.

PARÁMETROS DE DIFUSIÓN

Todos los parámetros de difusión del estudio de cobertura, inicialmente se encuentran configurados por defecto al seleccionar el servicio (tecnología) del estudio, con valores adecuados o típicos del tipo de simulación a realizar. Se recomienda, aun así, ser revisados y precisados por parte del usuario para adecuar su simulación a la realidad de los equipos que se pretenden simular.

Los parámetros de difusión únicamente están presentes cuando se utiliza alguna de las siguientes tecnologías dentro de la categoría de radiodifusión sonora y audiovisual:

- FM
- DAB-T
- TV analógica
- DVB-T
- DVB-H
- DVB-T2

En función de la tecnología que se pretenda simular será necesario configurar distintos parámetros.

PARÁMETROS DE FM

Para los servicios de FM en **Xirio** los parámetros de difusión que se pueden configurar son:

Parámetros de difusión

| Parametros de difusión | |
|----------------------------------------|---------|
| Sistema: | Estéreo |
| Excursión máxima de frecuencia: | 75 % |

- **Sistema:** Estéreo, Mono o Mono móvil
- **Excursión máxima de frecuencia:** 50 o 75 kHz

PARÁMETROS DE DAB-T

Para los servicios de DAB-T en **Xirio** los parámetros de difusión que se pueden configurar son:

| Parametros de difusión | |
|------------------------------------|-------------------------------|
| Tipo de recepción: | Terminal portátil en interior |
| Porcentaje de ubicaciones: | 99 % |
| Sigma: | 5.5 dB |
| Modo de transmisión: | Modo I |
| Mínima intensidad de campo: | 56.85 dBu |

- **Tipo de recepción:** Terminal portátil en interior o Terminal móvil.
- **Porcentaje de ubicaciones:** 50%, 70%, 90%, 95% o 99%. El objetivo de porcentaje de ubicaciones considerando las variaciones debidas a la ocupación del suelo en las inmediaciones.
- **Sigma:** Desviación estándar de la distribución de intensidad de campo para señales digitales. El nivel de campo se considera que sigue una distribución log-normal. Por defecto tiene un valor de 5.5 dB.
- **Modo de transmisión:** Modo I, Modo II, Modo III o Modo IV.
- **Mínima intensidad de campo:** Nivel de señal mínimo necesario para el correcto funcionamiento del receptor.

PARÁMETROS DE TV ANALÓGICA

Para los servicios de TV analógica en **Xirio** los parámetros de difusión que se pueden configurar son:

| Parametros de difusión | |
|--------------------------------------|--------------------------|
| Sistema: | G |
| Desplazamiento de frecuencia: | <input type="checkbox"/> |
| Sistema de color: | PAL |
| Desplazamiento: | 0 |
| Tipo de desplazamiento: | Ninguno |

- **Sistema:** G, B, B1, D, D1, H, I, K, K1, L o M.
- **Desplazamiento de frecuencia:** Indica si existe desplazamiento de frecuencia o no.
- **Sistema de color:** PAL, SECAM o NTSC.
- **Desplazamiento:**
- **Tipo de desplazamiento:** Ninguno, Normal, Precisión, Sincronizado o Sin especificar.

PARÁMETROS DE DVB-T

Para los servicios de DVB-T en **Xirio** los parámetros de difusión que se pueden configurar son:

| Parametros de difusión | |
|------------------------------------|---------------------------|
| Tipo de recepción: | Terminal fijo |
| Porcentaje de ubicaciones: | 90 % |
| Sigma: | 5.5 dB |
| Portadoras: | Modo 8K |
| Intervalo de guarda: | 1/4 del tiempo de símbolo |
| Tasa de código: | Tasa de código 3/4 |
| Modulación de canal: | 64-QAM |
| Mínima intensidad de campo: | 49.69 dBu |

- **Tipo de recepción:** Terminal fijo, Terminal portátil en exterior, Terminal portátil en interior o Terminal móvil.
- **Porcentaje de ubicaciones:** 50%, 70%, 90%, 95% o 99%. El objetivo de porcentaje de ubicaciones considerando las variaciones debidas a la ocupación del suelo en las inmediaciones.
- **Sigma:** Desviación estándar de la distribución de intensidad de campo para señales digitales. El nivel de campo se considera que sigue una distribución log-normal. Por defecto tiene un valor de 5.5 dB.
- **Portadoras:** 2K o 8K.
- **Intervalo de guarda:** 1/32, 1/16, 1/8, o 1/4 del intervalo de símbolo. Utilizado para evitar las interferencias derivadas de señales retardadas, ecos o multirayos. Durante este tiempo los ecos no interfieren a la información.
- **Tasa de código:** 1/2, 2/3, 3/4, 5/6 o 7/8.
- **Modulación de canal:** QPSK, 16-QAM o 64-QAM.
- **Mínima intensidad de campo:** Nivel de señal mínimo necesario para el correcto funcionamiento del receptor.

PARÁMETROS DE DVB-T2

Para los servicios de FM en **Xirio** los parámetros de difusión que se pueden configurar son:

| Parámetros de difusión | |
|----------------------------------------------------|---------------------------|
| Tipo de recepción: | Terminal fijo |
| Porcentaje de ubicaciones: | 90 % |
| Sigma: | 5.5 dB |
| Portadoras: | Modo 8K |
| Intervalo de guarda: | 1/4 del tiempo de símbolo |
| Patrón de pilotos: | Patrón de pilotos 1 |
| Tasa de código: | Tasa de código 2/3 |
| Modulación de canal: | 16-QAM |
| Tamaño de bloque: | 64800 símbolos por bloque |
| Margen de implementación: | 0 |
| Tipo de entorno para corrección por altura: | Urbano |
| Mínima intensidad de campo: | 34.32 dBu |

- **Tipo de recepción:** Terminal fijo, Terminal portátil en exterior, Terminal portátil en interior, Terminal móvil o Terminal móvil en interior.
- **Porcentaje de ubicaciones:** 50%, 70%, 90%, 95% o 99%. El objetivo de porcentaje de ubicaciones considerando las variaciones debidas a la ocupación del suelo en las inmediaciones.
- **Sigma:** Desviación estándar de la distribución de intensidad de campo para señales digitales. El nivel de campo se considera que sigue una distribución log-normal. Por defecto tiene un valor de 5.5 dB.
- **Portadoras:** 1K, 2K, 4K, 8K, 8Ke, 16K, 16Ke, 32K o 32Ke.
- **Intervalo de guarda:** 1/128, 1/32, 1/16, 19/256, 1/8, 19/128 o 1/4 del intervalo de símbolo. Utilizado para evitar las interferencias derivadas de señales retardadas, ecos o multirayos. Durante este tiempo los ecos no interfieren a la información.

- **Patrón de pilotos:** PP1, PP2, PP3, PP4, PP5, PP6, PP7 o PP8.
- **Tasa de código:** 1/3, 2/5, 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6 o 7/8.
- **Modulación de canal:** QPSK, 16-QAM, 64-QAM o 256-QAM.
- **Tamaño de bloque:** 16200 o 64800 símbolos por bloque
- **Margen de implementación:** Indicado por el fabricante.
- **Tipo de entorno para corrección de altura:** Urbano, Suburbano, Rural o Sin pérdidas. Cuando se utiliza cartografía con información de edificios en las simulaciones, es recomendable configurar la opción Sin pérdidas para que la corrección de altura no se considere en el cálculo de la Mínima intensidad de campo necesario ni el umbral de recepción.
- **Mínima intensidad de campo:** Nivel de señal mínimo necesario para el correcto funcionamiento del receptor.

PARÁMETROS DE SNF

Para los servicios en **Xirio** que utilicen la tecnología SFN los parámetros que se pueden configurar son:

The screenshot shows a configuration window titled 'Parámetros SFN'. It contains the following settings:

- Comienzo de ventana:** Comienzo con el mejor servidor
- MRMS:** 15 dB
- Intervalo de guarda:** 298.67 μs
- Intervalo de símbolo:** 1493.33 μs
- Intervalo de ecualización:** 298.67 μs
- Grupo MISO:** Sin MISO
- Ganancia TFS:** 0

- **Comienzo de la ventana:** Comienzo con el mejor servidor, Comienzo con el primer preeco suficientemente potente o Comienzo con el primer pre-eco estable suficientemente potente. Establece el transmisor cuya señal impone el símbolo de referencia, a partir del cual comienza el intervalo de guarda.
- **MRMS:** Este margen aplicado al nivel de señal recibido del mejor servidor, indica el nivel de señal mínimo necesario de un pre-eco para que el receptor pueda engancharse a él.
- **Intervalo de guarda:** Utilizado para evitar las interferencias derivadas de señales retardas, ecos o multirayos. Durante este tiempo los ecos no interfieren a la información.
- **Intervalo de símbolo:** Duración del símbolo OFDM.
- **Intervalo de ecualización:** Durante el intervalo de ecualización se considera que las señales pueden ser correctamente ecualizadas y contribuir constructivamente a la recepción.
- **Ganancia TFS (Time-Frequency Slicing).** Disponible para DVB-T2. Varios servicios multiplexados estadísticamente se transmiten sobre más de un canal RF, proporcionando una ganancia adicional.
- **Grupo MISO (Multiple Input Single Output).** Disponible para DVB-T2. Dos grupos de transmisores transmiten simultáneamente dos versiones ligeramente distintas en

tiempo y frecuencia de la señal deseada. De esta forma mejora la SNR del sistema y, en consecuencia, la cobertura y velocidad de datos de la red.

COMUNICACIONES MÓVILES

Este apartado presenta algunos de los aspectos específicos vinculados a la planificación de redes celulares para servicios de comunicaciones móviles (GSM, UMTS, PMR, TETRA, etc.).

El proceso de planificación está basado en los pasos comunes especificados en el apartado de [planificación de redes de acceso](#), si bien aquí se particularizan algunos aspectos para una mejor adaptación al tipo de redes en proyecto.

A continuación, se enumeran los pasos del proceso de planificación de red de acceso destacando en cada uno de ellos, y cuando resulte necesario, los puntos a los que el usuario debe prestar una especial atención de cara a la planificación de redes celulares para comunicaciones móviles.

ANÁLISIS DE NECESIDADES - CONFIGURACIÓN

- **Cartografía.** Dependiendo de la zona de servicio para la red a planificar este tipo de estudios puede requerir del empleo de cartografía rural, urbana o mixta.

Cuando las estaciones están ubicadas en zonas rurales suelen emplearse modelos del terreno de entre 100 y 25 metros de resolución. Para simular el efecto de pérdidas por multirayecto, en la cobertura de estas estaciones sobre zonas urbanas, suele recurrirse a una capa de morfografía con la que incluir pérdidas de *clutter* asociadas a cada núcleo urbano.

Si las estaciones están ubicadas en el interior de un casco urbano, es aconsejable utilizar cartografía urbana para la planificación radioeléctrica. Un modelo del terreno de entre 1 y 2 metros de resolución es adecuado. En este caso no se añadirían ningún tipo de pérdidas adicionales a la propagación.

Por último, también es posible emplear múltiples capas de altimetría para realizar cálculos mixtos, donde la estación está ubicada en las proximidades de un núcleo urbano y se quiere analizar la propagación hacia el interior del mismo.

- **Métodos de cálculo.** Las distintas tecnologías de comunicaciones móviles funcionan en bandas de frecuencias muy dispares y requieren bastantes particularizaciones a la hora de definir un método de cálculo aplicable a su planificación. A continuación se presentan algunas propuestas concretas para entornos y tecnologías determinadas:

- **Entorno rural.** La planificación en este tipo de entornos suele realizarse empleando métodos determinísticos como la [Rec. UIT-R P.526](#) o el [método de Deygout](#) siempre y cuando se disponga de cartografía rural de la zona de despliegue de red. Es necesario tener en cuenta en estos casos que los resultados de la simulación aseguran los niveles superados en el 50% de tiempo y ubicaciones, por lo que, de cara a asegurar porcentajes superiores será necesario emplear el "Margen de Desvanecimiento" configurable en los parámetros del [método de cálculo](#).

Conjuntamente con estos métodos, y si se dispone de capas morfográficas, es habitual introducir unas pérdidas adicionales asociadas al terreno, especialmente para contemplar los efectos de multirayecto en entornos urbanos.

En los casos en los que no se disponga de cartografía precisa de la zona de servicio, es posible emplear métodos empíricos tales como [Okumura-Hata](#) particularizado para entornos rurales.

- **Entorno urbano.** La planificación en áreas urbanas o mixtas (rural-urbano) pueden realizarse mediante métodos empíricos (el [método de Okumura-Hata](#) supone una aproximación suficiente del alcance de la señal en un radio respecto a la estación base) o determinísticos si se dispone de cartografía urbana suficientemente precisa (1 ó 2 metros de resolución). Como métodos determinísticos es posible utilizar métodos como la [Rec. UIT-R P.1411](#), [Xia-Bertoni](#) o el [método Okumura-Hata modulado](#) para obtener una simulación de

propagación en ciudad teniendo en cuenta las difracciones sobre los tejados de los edificios, y los efectos de reflexión en edificios.

Tanto si se emplean métodos empíricos, como cartografía urbana de detalle, se desaconseja utilizar correcciones debido al uso del suelo (*clutter*), ya que se estaría introduciendo una corrección redundante sobre las estimaciones de propagación.

Los objetivos de calidad para este tipo de redes imponen asegurar un mínimo de cobertura para unos determinados porcentajes de tiempo y ubicaciones. Estos porcentajes mínimos se traducen en un margen de señal, respecto al valor medio estimado en las simulaciones, que se obtiene a partir de una distribución estadística que simula los efectos de desvanecimiento de la señal recibida por el terminal móvil en un determinado entorno de propagación, por lo que, de cara a asegurar porcentajes superiores será necesario emplear el "Margen de Desvanecimiento" configurable en los parámetros del [método de cálculo](#).

PARAMETRIZACIÓN DE ESTACIONES

- **Balance de enlace.** De forma previa a la planificación de red, el usuario debe realizar su cálculo de balance de enlace y determinar cuál es el trayecto crítico entre ascendente (*uplink*) y descendente (*downlink*). Debido a que las pérdidas del trayecto son idénticas en ambos sentidos, **Xirio** simula únicamente el trayecto descendente. Sin embargo, si el usuario detecta que el *uplink* es el trayecto crítico, puede simular éste con tan sólo intercambiar los parámetros de potencia y sensibilidad de la Estación Base y la Estación Móvil en los objetos transmisor y parámetros de radio del receptor.
- **Estaciones y sectores.** Las redes de comunicaciones móviles se componen típicamente de una distribución de estaciones en forma de malla celular. Cada una de las estaciones puede estar compuesta de uno o varios sectores. La forma de definir estas entidades en **Xirio** es definiendo un emplazamiento como ubicación de la estación y tantos objetos transmisores como sectores.

PLANIFICACIÓN DE REDES

- **Mejor servidor por señal.** El usuario debe indicar qué criterio empleará **Xirio** para determinar el [transmisor deseado](#) (mejor servidor) en cada punto. Éste es el transmisor al que se vincularía el móvil en cada punto en condiciones normales. Lo habitual es trabajar con un criterio de mejor servidor por señal, esto es, el móvil se vincularía al transmisor del que recibe un mayor nivel de señal.

COMUNICACIONES MÓVILES 3G

Este apartado presenta algunos de los aspectos específicos vinculados a la planificación de redes celulares de tercera generación (UMTS, CDMA2000, HSDPA, HSUPA, etc.).

La relación entre capacidad y cobertura existente en los sistemas celulares de tercera generación (basados en CDMA) obliga a estudiar ambos aspectos de la red de forma conjunta.

La forma habitual de realizar este estudio se basa en la realización de simulaciones de tráfico (tipo Monte Carlo), en las que se genera aleatoriamente la carga de tráfico, ubicando usuarios en la zona bajo estudio, y se analiza el comportamiento de la red en presencia de dicha carga.

Si no se desea acometer el estudio basado en simulación, es posible obtener estimaciones de la cobertura de la red mediante un estudio simplificado basado en técnicas clásicas, esto es, balances de enlace y cálculos de atenuación de propagación. Este análisis tiene algunas limitaciones, y sus resultados son menos exactos que los obtenidos mediante simulación. Habitualmente, el estudio simplificado se lleva a cabo como una primera aproximación a la planificación de la red, que posteriormente se afina mediante el estudio basado en simulación. El estudio simplificado basado en balances de enlace y cálculo de atenuación se considera por separado para los enlaces ascendente y descendente.

Xirio introduce un cálculo simplificado de aproximación para la cobertura de estaciones móviles de 3^a generación mediante el cálculo dinámico de la sensibilidad a partir de parámetros de carga de la estación base, número de usuarios, etc.

A continuación, se enumeran los pasos del proceso de planificación de red de acceso destacando en cada uno de ellos, y cuando resulte necesario, los puntos a los que el usuario debe prestar una especial atención de cara a la planificación de redes celulares para comunicaciones móviles.

ANÁLISIS DE NECESIDADES - CONFIGURACIÓN

- **Cartografía.** Dependiendo de la zona de servicio para la red a planificar este tipo de estudios puede requerir del empleo de cartografía rural, urbana o mixta.

Cuando las estaciones están ubicadas en zonas rurales suelen emplearse modelos del terreno de entre 100 y 25 metros de resolución. Para simular el efecto de pérdidas por multirayecto, en la cobertura de estas estaciones sobre zonas urbanas, suele recurrirse a una capa de morfología con la que incluir pérdidas de *clutter* asociadas a cada núcleo urbano.

Si las estaciones están ubicadas en el interior de un casco urbano, es aconsejable utilizar cartografía urbana para la planificación radioeléctrica. Un modelo del terreno de entre 1 y 2 metros de resolución es adecuado. En este caso no se añadirían ningún tipo de pérdidas adicionales a la propagación.

Por último, también es posible emplear múltiples capas de altimetría para realizar cálculos mixtos, donde la estación está ubicada en las proximidades de un núcleo urbano y se quiere analizar la propagación hacia el interior del mismo.

- **Métodos de cálculo.** Las distintas tecnologías de comunicaciones móviles funcionan en bandas de frecuencias muy dispares y requieren bastantes particularizaciones a la hora de definir un método de cálculo aplicable a su planificación. A continuación se presentan algunas propuestas concretas para entornos y tecnologías determinadas:

- **Entorno rural.** La planificación en este tipo de entornos suele realizarse empleando métodos determinísticos como la [Rec. UIT-R P.526](#) o el [método de Deygout](#) siempre y cuando se disponga de cartografía rural de la zona de despliegue de red. Es necesario tener en cuenta en estos casos que los resultados de la simulación aseguran los niveles superados en el 50% de tiempo y ubicaciones, por lo que, de cara a asegurar porcentajes superiores será

necesario emplear el "Margen de Desvanecimiento" configurable en los parámetros del [método de cálculo](#).

Conjuntamente con estos métodos, y si se dispone de capas morfográficas, es habitual introducir unas pérdidas adicionales asociadas al terreno, especialmente para contemplar los efectos de multirayecto en entornos urbanos.

En los casos en los que no se disponga de cartografía precisa de la zona de servicio, es posible emplear métodos empíricos tales como [Okumura-Hata](#), particularizado para entornos rurales.

- **Entorno urbano.** La planificación en áreas urbanas o mixtas (rural-urbano) pueden realizarse mediante métodos empíricos (el [método de Okumura-Hata](#) supone una aproximación suficiente del alcance de la señal en un radio respecto a la estación base) o determinísticos si se dispone de cartografía urbana suficientemente precisa (1 ó 2 metros de resolución). Como métodos determinísticos es posible utilizar métodos como la [Rec. UIT-R P.1411](#), [Xia-Bertoni](#) o el [método Okumura-Hata modulado](#) para obtener una simulación de propagación en ciudad teniendo en cuenta las difracciones sobre los tejados de los edificios, y los efectos de reflexión en edificios.

Tanto si se emplean métodos empíricos, como cartografía urbana de detalle, se desaconseja utilizar correcciones debido al uso del suelo (*clutter*), ya que se estaría introduciendo una corrección redundante sobre las estimaciones de propagación.

Los objetivos de calidad para este tipo de redes imponen asegurar un mínimo de cobertura para unos determinados porcentajes de tiempo y ubicaciones. Estos porcentajes mínimos se traducen en un margen de señal, respecto al valor medio estimado en las simulaciones, que se obtiene a partir de una distribución estadística que simula los efectos de desvanecimiento de la señal recibida por el terminal móvil en un determinado entorno de propagación, por lo que, de cara a asegurar porcentajes superiores será necesario emplear el "Margen de Desvanecimiento" configurable en los parámetros del [método de cálculo](#).

PARAMETRIZACIÓN DE ESTACIONES

- **Balance de enlace.** Dado que en el estudio simplificado basado en balances de enlaces y cálculo de atenuación debe llevarse a cabo por separado para cada sentido de transmisión, es decir, para los enlaces ascendentes y descendentes, **Xirio** incorpora en los estudios de cobertura y de enlace radioeléctrico la posibilidad de seleccionar el trayecto en estudio además de incorporar parámetros específicos (carga de la estación base, número de usuarios, etc.) en [sectores](#) y [receptores](#) de servicios de comunicaciones móviles 3G para el cálculo dinámico de la sensibilidad de recepción a partir de ellos, así como [parámetros específicos 3G](#) en los estudios de enlace y cobertura para simular la propagación.
- **Estaciones y sectores.** Las redes de comunicaciones móviles se componen típicamente de una distribución de estaciones en forma de malla celular. Cada una de las estaciones puede estar compuesta de uno o varios sectores. La forma de definir estas entidades en **Xirio** es definiendo un emplazamiento como ubicación de la estación y tantos objetos transmisores como sectores. Particularmente para las comunicaciones móviles de 3^a generación es necesario especificar parámetros del tipo régimen binario, factor de carga, etc. para establecer una sensibilidad de forma dinámica que caracterice el cálculo.

PLANIFICACIÓN DE REDES

- **Mejor servidor por señal.** El usuario debe determinar cuál es el criterio que empleará **Xirio** para determinar el [sector deseado](#) (mejor servidor) en cada punto. Éste es el sector al que se vincularía el móvil en cada punto en condiciones normales. Lo habitual es trabajar con un criterio de mejor servidor por señal, esto es, el móvil se vincularía al sector del que recibe un mayor nivel de señal.

PARÁMETROS 3G

Los parámetros propios de cálculo para los servicios móviles de 3^a generación UMTS y CDMA2000 son:

Parámetros 3G

| Parámetros 3G | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Parámetros del sector: | |
| Número de usuarios: | <input type="text" value="30"/> |
| Incremento de potencia: | <input type="text" value="2"/> dB |
| Factor de ortogonalidad: | <input type="text" value="50"/> % |
| Margen desvanecimiento por sombra: | <input type="text" value="10.2"/> dB |
| Gan. SHO por sombras: | <input type="text" value="3"/> dB |
| Gan. SHO por multirayecto: | <input type="text" value="4"/> dB |
| | |
| Servicio de referencia Downlink: | |
| Régimen binario DL: | <input type="text" value="64"/> kbps |
| EB/N0 DL: | <input type="text" value="5"/> dB |
| | |
| Servicio de referencia Uplink: | |
| Régimen binario UL: | <input type="text" value="64"/> kbps |
| EB/N0 UL: | <input type="text" value="5.6"/> dB |
| <input type="button" value="Aceptar"/> <input type="button" value="Aplicar"/> <input type="button" value="Recargar"/> <input type="button" value="Cancelar"/> | |

- **Número de usuarios.** Número medio de usuarios por célula, independientemente de si están o no en traspaso.
- **Incremento de potencia (dB).** En planificación radio de redes celulares siempre se trabaja con magnitudes promediadas respecto a las variaciones rápidas por multirayecto. Así, la potencia de la señal recibida (sensibilidad) y la atenuación de propagación (pérdida básica) son valores medios.

Igualmente, la potencia transmitida es un valor medio respecto a las variaciones rápidas impuestas por el control de potencia, el cual intenta compensar los desvanecimientos multirayecto. En un sistema clásico (sin control de potencia rápido), la potencia recibida S puede obtenerse a partir de la potencia transmitida P_t y la pérdida básica de propagación L_b (valores medios respecto a variaciones rápidas) como:

$$S = P_t - L_b + G_t + G_r - L_0 \quad (1)$$

donde G_t y G_r son las ganancias de las antenas, y L₀ es un término de pérdidas adicionales (cables, elementos de acople, cuerpo del usuario).

En sistemas CDMA, la existencia de un control rápido de potencia hace que la expresión (1) deje de ser válida. Para que se cumpla la igualdad es necesario restar en el segundo miembro un término denominado incremento de potencia (*transmit power rise*), I, de modo que la expresión queda:

$$S = P_t - I - L_b + G_t + G_r - L_0 \quad (2)$$

Físicamente, el significado del término I es que se requiere una mayor potencia media en transmisión para obtener la misma potencia media en recepción, comparado con un sistema sin control de potencia rápido. La potencia adicional transmitida se invierte no en incrementar la potencia media recibida, sino en que la potencia recibida tenga menos variaciones. Este término toma habitualmente valores entre 0 y 3 dB,

dependiendo de las condiciones de propagación (principalmente de la velocidad de desplazamiento del usuario).

- **Factor de ortogonalidad.** Se define como el cociente entre la interferencia observada en el móvil de un usuario de dos señales ortogonales transmitidas por la estación base y la interferencia que se tendría si dichas señales fueran pseudoaleatorias. El factor de ortogonalidad es independiente del factor de ensanchamiento utilizado, y varía entre 0 (ortogonalidad total, correspondiente a un canal sin dispersión temporal) y 1 (pérdida total de ortogonalidad, en un canal muy dispersivo).
- **Margen de desvanecimiento por sombra.** El desvanecimiento por sombra es el decremento de potencia recibida con relación a su valor medio a largo plazo. Este desvanecimiento por sombra es una variación aleatoria producida por la presencia de obstáculos en el trayecto transmisor-receptor no considerados por el modelo determinista. Para evitar que este desvanecimiento provoque una interrupción del servicio 3G se establece una pérdida adicional o margen adicional que se debe tomar en cuenta junto con el resto de pérdidas. También es conocido como margen "log-normal".
- **Ganancia SHO por sombras.** Al evaluar la cobertura de la célula puede suponerse que los usuarios ubicados en el borde de la misma están en situación de traspaso con continuidad (*soft handover*) con otra u otras células vecinas, de modo que son recibidos simultáneamente en varias bases. Como consecuencia, existe una mejora por diversidad de recepción. Uno de los efectos de esta diversidad es que el margen necesario para tener en cuenta el desvanecimiento por sombra es inferior al que existiría con una sola base. Existe por tanto un término de ganancia, que debe restarse al margen log-normal calculado de la forma usual. Si en el cálculo de dicho margen ya se ha tenido en cuenta este efecto no es necesario aplicar ninguna corrección.
- **Ganancia SHO por multitrayecto.** Otro de los efectos de la diversidad de recepción asociada al traspaso es una disminución en la relación EB/N0 necesaria. Igual que en el caso anterior, si el valor de EB/N0 especificado ya tiene en cuenta la ganancia por traspaso no es necesario aplicar ninguna corrección. Los valores típicos para esta ganancia se sitúan entre 0 y 2 dB.
- **Régimen binario DL.** Tasa de fuente o tasa percibida necesaria en el terminal móvil para proporcionar cierto servicio.
- **Eb/N0 DL.** Relación Eb/N0 necesaria en el enlace descendente, referida a la velocidad binaria de fuente. En sentido descendente los canales físicos de datos (DPDCH) y de control (DPCCH) van multiplexados en el tiempo, y la relación Eb/N0 especificada debe tener en cuenta la sobrecarga introducida por el canal de control.
- **Régimen binario UL.** Tasa de fuente o tasa percibida a la que tiene que transmitir el terminal móvil para proporcionar cierto servicio.
- **Eb/N0 UL.** Relación Eb/N0 necesaria en el enlace ascendente, referida a la velocidad binaria de fuente.

PARÁMETROS 3G HSDPA / HSUPA

Los parámetros propios de cálculo para los servicios móviles de 3^a generación HSDPA y HSUPA son:

Parámetros 3G

| Parámetros 3G | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Incremento de potencia: | 2 <input type="text"/> dB |
| Gan. SHO por sombras: | 3 <input type="text"/> dB |
| <input type="button" value="Aceptar"/> <input type="button" value="Aplicar"/> <input type="button" value="Recargar"/> <input type="button" value="Cancelar"/> | |

- **Incremento de potencia (dB).** En planificación radio de redes celulares siempre se trabaja con magnitudes promediadas respecto a las variaciones rápidas por multirayecto. Así, la potencia de la señal recibida (sensibilidad) y la atenuación de propagación (pérdida básica) son valores medios.

Igualmente, la potencia transmitida es un valor medio respecto a las variaciones rápidas impuestas por el control de potencia, el cual intenta compensar los desvanecimientos multirayecto. En un sistema clásico (sin control de potencia rápido), la potencia recibida S puede obtenerse a partir de la potencia transmitida P_t y la pérdida básica de propagación L_b (valores medios respecto a variaciones rápidas) como:

$$S = P_t - L_b + G_t + G_r - L_0 \quad (1)$$

donde G_t y G_r son las ganancias de las antenas, y L₀ es un término de pérdidas adicionales (cables, elementos de acople, cuerpo del usuario).

En sistemas CDMA, la existencia de un control rápido de potencia hace que la expresión (1) deje de ser válida. Para que se cumpla la igualdad es necesario restar en el segundo miembro un término denominado incremento de potencia (*transmit power rise*), I, de modo que la expresión queda:

$$S = P_t - I - L_b + G_t + G_r - L_0 \quad (2)$$

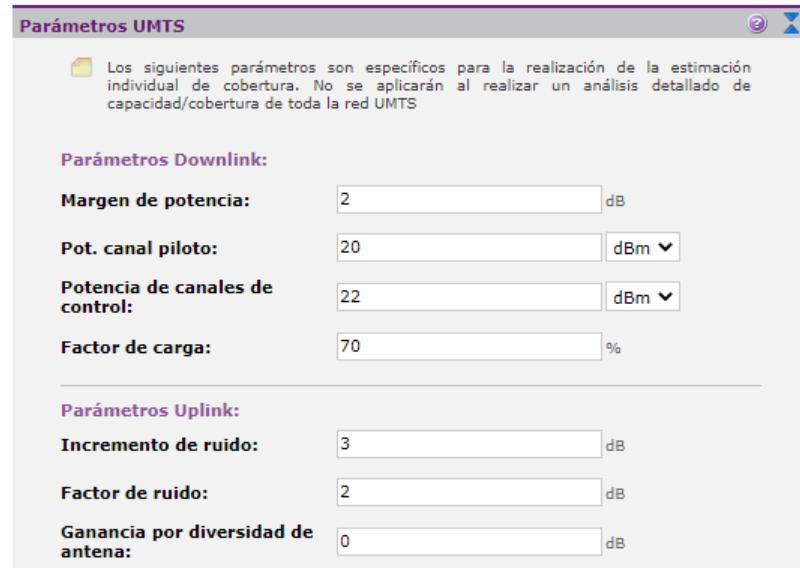
Físicamente, el significado del término I es que se requiere una mayor potencia media en transmisión para obtener la misma potencia media en recepción, comparado con un sistema sin control de potencia rápido. La potencia adicional transmitida se invierte no en incrementar la potencia media recibida, sino en que la potencia recibida tenga menos variaciones. Este término toma habitualmente valores entre 0 y 3 dB, dependiendo de las condiciones de propagación (principalmente de la velocidad de desplazamiento del usuario).

- **Ganancia SHO por sombras.** Al evaluar la cobertura de la célula puede suponerse que los usuarios ubicados en el borde de la misma están en situación de traspaso con continuidad (*soft handover*) con otra u otras células vecinas, de modo que son recibidos simultáneamente en varias bases. Como consecuencia, existe una mejora por diversidad de recepción. Uno de los efectos de esta diversidad es que el margen necesario para tener en cuenta el desvanecimiento por sombra es inferior al que existiría con una sola base. Existe por tanto un término de ganancia, que debe restarse al margen log-normal calculado de la forma usual. Si en el cálculo de dicho margen ya se ha tenido en cuenta este efecto no es necesario aplicar ninguna corrección.

PARÁMETROS UMTS / CDMA DEL SECTOR

Todos los parámetros UMTE / CDMA del sector, inicialmente se encuentran configurados por defecto al seleccionar el servicio (tecnología) del estudio, con valores adecuados o típicos del tipo de simulación a realizar. Se recomienda, aun así, ser revisados y precisados por parte del usuario para adecuar su simulación a la realidad de los equipos que se pretenden simular.

Los parámetros UMTE / CDMA únicamente están presentes cuando se utiliza un servicio radioeléctrico de tercera y cuarta generación del grupo de "Servicio móvil".



En función del tipo de trayecto (ascendente o descendente) que se pretenda simular se utilizarán en el cálculo o bien los parámetros *Downlink* o *Uplink* especificados en los parámetros UMTE / CDMA.

Los siguientes parámetros no están presentes en todos los servicios, ya que en algunos de ellos carecen de significado:

- **Régimen binario (Kbps).** Tasa de fuente o tasa percibida por el usuario, sin incluir codificación de canal u otros procesos que modifican la tasa binaria.
- **Margen de potencia (dB).** Los sistemas CDMA utilizan un control rápido de potencia para compensar los desvanecimientos multitrayecto. El valor máximo "efectivo" de la potencia promediada respecto a las variaciones rápidas se obtiene como la potencia de pico menos un margen de potencia. Típicamente entre 0 y 8 dB.
- **Potencia de canal piloto.** Potencia de la señal piloto del sector.
- **Potencia de canal de control.** Potencia del canal de control.
- **Relación EB/N0 necesaria (dB).** En sistemas CDMA se especifica el valor de relación EB/N0 necesario para declarar un punto como cubierto, en vez de umbral de recepción y su valor representa el nivel de señal necesario por encima de señales interferentes necesario para establecerse la comunicación.
- **Factor de carga (%).** Relación entre el número de usuarios admitidos por célula y el máximo teórico correspondiente a la capacidad asintótica (número máximo de usuarios que puede admitir la célula si se permite un incremento de ruido arbitrariamente grande). Este parámetro está comprendido entre 0 (célula descargada, distancia de cobertura máxima) y 100% (célula completamente cargada, el área de cobertura se ha reducido a un único punto). En la práctica suele limitarse superiormente a valores entre 50% y 75%.

- **Factor de ruido (dB).** Factor de ruido del sector.
- **Ganancia por SHO sombra (dB).** Al evaluar la cobertura de la célula puede suponerse que los usuarios ubicados en el borde de la misma están en situación de traspaso con continuidad (*soft handover*) con otra u otras células vecinas, de modo que son recibidos simultáneamente en varias bases. Como consecuencia, existe una mejora por diversidad de recepción. Uno de los efectos de esta diversidad es que el margen necesario para tener en cuenta el desvanecimiento por sombra es inferior al que existiría con una sola base. Existe por tanto un término de ganancia, que debe restarse al margen log-normal calculado de la forma usual. Si en el cálculo de dicho margen ya se ha tenido en cuenta este efecto no es necesario aplicar ninguna corrección.
- **Ganancia por SHO multirayecto (dB).** Otro de los efectos de la diversidad de recepción asociada al traspaso es una disminución en la relación EB/N0 necesaria. Igual que en el caso anterior, si el valor de EB/N0 especificado ya tiene en cuenta la ganancia por traspaso no es necesario aplicar ninguna corrección. Los valores típicos para esta ganancia se sitúan entre 0 y 2 dB.
- **Ganancia por diversidad de antena receptora(dB).** En el caso de utilizar más de una antena en recepción del sector.
- **Sensibilidad (dBm).** Potencia necesaria en recepción, se calcula a partir de los parámetros anteriores al pulsar el enlace "Calcular sensibilidad".

PARÁMETROS UMTS / CDMA DEL TERMINAL MÓVIL

Todos los parámetros UMTS / CDMA del terminal móvil, inicialmente se encuentran configurados por defecto al seleccionar el servicio (tecnología) del estudio, con valores adecuados o típicos del tipo de simulación a realizar. Se recomienda, aun así, ser revisados y precisados por parte del usuario para adecuar su simulación a la realidad de los equipos que se pretenden simular.

Los parámetros UMTS / CDMA únicamente están presentes cuando se utiliza un servicio radioeléctrico de tercera y cuarta generación del grupo de "Servicio móvil".

The screenshot shows a software interface titled 'Parámetros UMTS'. A note at the top states: 'Los siguientes parámetros son específicos para la realización de la estimación individual de cobertura. No se aplicarán al realizar un análisis detallado de capacidad/cobertura de toda la red UMTS'. Below this, there are two sections: 'Parámetros Uplink:' with a 'Margen de potencia:' field set to 4 dB, and 'Parámetros Downlink:' with 'Factor de ruido:' set to 7 dB and 'Sensibilidad RSCP-CPICH:' set to -110 dBm.

| Parámetro | Valor | Unidad |
|--------------------------|-------|--------|
| Margen de potencia: | 4 | dB |
| Factor de ruido: | 7 | dB |
| Sensibilidad RSCP-CPICH: | -110 | dBm |

En función del tipo de trayecto (ascendente o descendente) que se pretenda simular se utilizarán en el cálculo o bien los parámetros *Downlink* o *Uplink* especificados en los parámetros UMTS / CDMA.

Los siguientes parámetros no están presentes en todos los servicios, ya que en algunos de ellos carecen de significado:

- **Régimen binario (Kbps).** Tasa de fuente o tasa percibida a la que transmite el terminal móvil, sin incluir codificación de canal u otros procesos que modifican la tasa binaria.
- **Margen de potencia (dB).** Los sistemas UMTS / CDMA utilizan un control rápido de potencia para compensar los desvanecimientos multitrayecto. El valor máximo "efectivo" de la potencia promediada respecto a las variaciones rápidas se obtiene como la potencia de pico menos un margen de potencia. Típicamente entre 0 y 4 dB.
- **Relación EB/N0 necesaria (dB).** En sistemas UMTS / CDMA se especifica el valor de relación EB/N0 necesario para declarar un punto como cubierto, en vez de umbral de recepción y su valor representa el nivel de señal necesario por encima de señales interferentes necesario para establecerse la comunicación.
- **Factor de carga (%).** Representa el promedio del factor de carga en la célula. Es usual considerar valores ligeramente más grandes que en enlace ascendente.
- **Factor de ruido (dB).** Factor de ruido del terminal móvil.
- **Ganancia por SHO multitrayecto (dB).** Otro de los efectos de la diversidad de recepción asociada al traspaso es una disminución en la relación EB/N0 necesaria. Igual que en el caso anterior, si el valor de EB/N0 especificado ya tiene en cuenta la ganancia por traspaso no es necesario aplicar ninguna corrección. Los valores típicos para esta ganancia se sitúan entre 0 y 2 dB.
- **Sensibilidad (dBm).** Potencia necesaria en recepción, se calcula a partir de los parámetros anteriores al pulsar el enlace "Calcular sensibilidad".

COMUNICACIONES MÓVILES LTE

Este apartado presenta algunos de los aspectos específicos vinculados a la planificación de redes celulares de LTE en **Xirio**. Las [características de LTE y LTE-A](#) y la complejidad de su interfaz radio requieren afrontar la planificación de este tipo de sistemas de modo diferente a otros sistemas móviles.

Una adecuada planificación de LTE implica el análisis tanto de la cobertura de la red como de la capacidad del sistema ante la demanda de tráfico de los usuarios. La presencia de una mayor carga de tráfico limita el comportamiento del sistema ya que los recursos radio para atender la demanda son limitados. De igual modo se genera un mayor nivel de interferencia entre las celdas a medida que aumenta la carga de las mismas.

Cuando se parte de cargas de tráfico conocidas, la simulación de red LTE puede realizarse de forma estática, obteniendo niveles de cobertura e interferencia en todo el área de servicio. En el caso de no disponer de datos reales sobre la carga de tráfico, es necesario realizar un estudio de capacidad para determinar éstos.

Los estudios de capacidad pueden basarse en generadores de tráfico aleatorios (tipo Monte Carlo), sin embargo, este tipo de simulaciones son especialmente costosas en tiempo de computación y no siempre recrean con fidelidad el comportamiento del sistema. El cálculo de capacidad introducido por **Xirio** supone una evolución dentro de las actuales simulaciones de comunicaciones móviles centrándose en la obtención de un comportamiento medio global de la red en un tiempo de cálculo muy reducido.

En **Xirio** se pueden realizar los siguientes cálculos referentes a LTE en función de los requisitos del usuario:

- **Cobertura estática** de la red. Al igual que en la planificación de comunicaciones móviles de 3G, Si no se desea acometer el estudio de interferencia y capacidad, es posible obtener estimaciones de la cobertura de la red mediante un estudio simplificado basado en técnicas clásicas, es decir, balances de enlace y cálculos de atenuación de propagación. Este análisis tiene algunas limitaciones, y sus resultados son menos exactos.
- Análisis estático de **interferencia SINR (Signal-to-Interference-plus-Noise Ratio)**. Inicialmente la carga de tráfico soportada por cada estación base no es conocida. De este modo se realiza un análisis estático de interferencia SINR a partir de la carga de tráfico configurada en los [parámetros LTE de los sectores](#).

Este cálculo proporciona, mediante una mancha de cobertura y sin necesidad de un análisis de capacidad, una idea aproximada de la cobertura de la red en las condiciones de carga definidas por el usuario.

- Análisis de **capacidad**. A partir de una distribución de usuarios en entornos y el análisis estático de interferencias SINR previo, **Xirio** obtiene un resultado aproximado de la demanda de recursos de la red.

A continuación, se enumeran los pasos del proceso de planificación destacando en cada uno de ellos, y cuando resulte necesario, los puntos a los que el usuario debe prestar una especial atención de cara a la planificación de redes LTE.

ANÁLISIS DE NECESIDADES - CONFIGURACIÓN

- **Cartografía**. Dependiendo de la zona de servicio para la red a planificar este tipo de estudios puede requerir del empleo de cartografía rural, urbana o mixta.

Cuando las estaciones están ubicadas en zonas rurales suelen emplearse modelos del terreno de entre 100 y 25 metros de resolución. Para simular el efecto de pérdidas por multirayecto, en la cobertura de estas estaciones sobre zonas urbanas, suele recurrirse a una capa de morfología con la que incluir pérdidas de *clutter* asociadas a cada núcleo urbano.

Si las estaciones están ubicadas en el interior de un casco urbano, es aconsejable utilizar cartografía urbana para la planificación radioeléctrica. Un modelo del terreno de entre 1 y 2 metros de resolución es adecuado. En este caso no se añadirían ningún tipo de pérdidas adicionales a la propagación.

Por último, también es posible emplear múltiples capas de altimetría para realizar cálculos mixtos, donde la estación está ubicada en las proximidades de un núcleo urbano y se quiere analizar la propagación hacia el interior del mismo.

- **Métodos de cálculo.** Las distintas tecnologías de comunicaciones móviles funcionan en bandas de frecuencias muy dispares y requieren bastantes particularizaciones a la hora de definir un método de cálculo aplicable a su planificación. A continuación se presentan algunas propuestas concretas para entornos y tecnologías determinadas:

- **Entorno rural.** La planificación en este tipo de entornos suele realizarse empleando métodos determinísticos como la [Rec. UIT-R P.526](#) o el [método de Deygout](#) siempre y cuando se disponga de cartografía rural de la zona de despliegue de red. Es necesario tener en cuenta en estos casos que los resultados de la simulación aseguran los niveles superados en el 50% de tiempo y ubicaciones, por lo que, de cara a asegurar porcentajes superiores será necesario emplear el "Margen de Desvanecimiento" configurable en los parámetros del [método de cálculo](#).

Conjuntamente con estos métodos, y si se dispone de capas morfográficas, es habitual introducir unas pérdidas adicionales asociadas al terreno, especialmente para contemplar los efectos de multitrayecto en entornos urbanos.

En los casos en los que no se disponga de cartografía precisa de la zona de servicio, es posible emplear métodos empíricos tales como [Okumura-Hata](#), particularizado para entornos rurales.

- **Entorno urbano.** La planificación en áreas urbanas o mixtas (rural-urbano) pueden realizarse mediante métodos empíricos (el [método de Okumura-Hata](#) supone una aproximación suficiente del alcance de la señal en un radio respecto a la estación base) o determinísticos si se dispone de cartografía urbana suficientemente precisa (1 ó 2 metros de resolución). Como métodos determinísticos es posible utilizar métodos como la [Rec. UIT-R P.1411](#), [Xia-Bertoni](#) o el [método Okumura-Hata modulado](#) para obtener una simulación de propagación en ciudad teniendo en cuenta las difracciones sobre los tejados de los edificios, y los efectos de reflexión en edificios.

Tanto si se emplean métodos empíricos, como cartografía urbana de detalle, se desaconseja utilizar correcciones debido al uso del suelo (*clutter*), ya que se estaría introduciendo una corrección redundante sobre las estimaciones de propagación.

Los objetivos de calidad para este tipo de redes imponen asegurar un mínimo de cobertura para unos determinados porcentajes de tiempo y ubicaciones. Estos porcentajes mínimos se traducen en un margen de señal, respecto al valor medio estimado en las simulaciones, que se obtiene a partir de una distribución estadística que simula los efectos de desvanecimiento de la señal recibida por el terminal móvil en un determinado entorno de propagación, por lo que, de cara a asegurar porcentajes superiores será necesario emplear el "Margen de Desvanecimiento" configurable en los parámetros del [método de cálculo](#).

PARAMETRIZACIÓN DE ESTACIONES

- **Balance de enlace.** Dado que en el estudio simplificado basado en balances de enlaces y cálculo de atenuación debe llevarse a cabo por separado para cada sentido de transmisión, es decir, para los enlaces ascendentes y descendentes, **Xirio** incorpora en los estudios de cobertura y de enlace radioeléctrico la posibilidad de seleccionar el trayecto en estudio, además de incorporar parámetros específicos (carga de la estación base, número de usuarios, etc.) en [sectores](#) y [receptores](#) de servicios de comunicaciones LTE para el cálculo dinámico de la sensibilidad de recepción a partir de ellos.
- **Estaciones y sectores.** Las redes de comunicaciones LTE se componen típicamente de una distribución de estaciones en forma de malla celular. Cada una de las

estaciones puede estar compuesta de uno o varios sectores. La forma de definir estas entidades en **Xirio** es definiendo un emplazamiento como ubicación de la estación y tantos objetos transmisores como sectores. En el caso de comunicaciones LTE es necesario especificar parámetros del tipo régimen binario, factor de carga, etc. para establecer una sensibilidad de forma dinámica que caracterice el cálculo.

PARAMETRIZACIÓN DE REDES

- **Mejor servidor por señal.** El usuario debe indicar qué criterio empleará **Xirio** para determinar el sector deseado (mejor servidor) en cada punto. Éste es el sector al que se vincularía el móvil en cada punto en condiciones normales. Lo habitual es trabajar con un criterio de mejor servidor por señal, esto es, el móvil se vincularía al sector del que recibe un mayor nivel de señal.

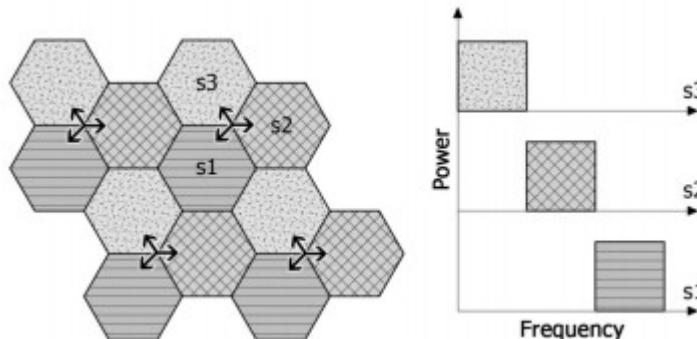
El resultado obtenido es una mancha estática de nivel de señal. En escenarios con una baja demanda de tráfico, por ejemplo en entornos rurales, el resultado obtenido en este paso puede ser suficiente. En caso contrario será necesario realizar un estudio de la interferencia y capacidad de la red.

INTERFERENCIA DE LA RED, SINR

- **Parámetros específicos de la red LTE.** Para obtener una mancha de señal estática basada en balances de enlaces basta con definir algunos parámetros de los sectores. Sin embargo, para realizar un cálculo de interferencias es necesario establecer cómo se interrelacionan las estaciones de la red entre si.

En los parámetros de LTE del estudio de cobertura multitransmisor se configuran estos parámetros específicos. También es necesario configurar algunos parámetros de los sectores y del terminal móvil que no son necesarios en el cálculo básico de señal.

En caso de utilizar ICIC estático a la hora de paramentear las estaciones será necesario configurar cada sector con una etiqueta de ICIC estático diferente. De este modo se consigue mitigar el efecto de la interferencia intercelular.



Este cálculo está especialmente optimizado para estaciones base formadas por tres sectores. Si se trata de estaciones compuestas por un único sector es aconsejable procurar en la medida de lo posible que células adyacentes tengan etiquetas diferentes.

El resultado de interferencia LTE consta de una serie de manchas de cobertura globales junto a unos informes y gráficas individuales para cada sector.

CAPACIDAD DE LA RED

- **Cartografía.** En el caso de realizar cálculos en entornos urbanos es aconsejable utilizar un modelo digital de elevación adicional en los cálculos de capacidad. Normalmente la distribución de terminales en el escenario de estudio varía de indoor a outdoor y será necesario disponer de la cartografía adecuada para tener en cuenta este efecto. Desde el estudio de cobertura multitransmisor se puede acceder a configurar esta cartografía.

- **Parámetros de capacidad LTE.** La distribución de usuarios/terminales en el escenario de estudio se realiza mediante la definición de entornos. En cada entorno es posible configurar los distintos tipos usuarios/terminales con sus respectivas densidades para indoor y outdoor. La configuración de estos parámetros de capacidad LTE se realiza desde la ventana de parámetros del estudio de cobertura multitransmisor.

El resultado de capacidad consta de un informe y una gráfica detallada de la demanda de recursos de la red.

Una vez realizado el cálculo de capacidad es recomendable obtener la mancha de cobertura SINR definitiva. Para ello hay que realizar un segundo cálculo de interferencias ajustando la carga de tráfico de los sectores en función de las estadísticas de capacidad obtenidas.

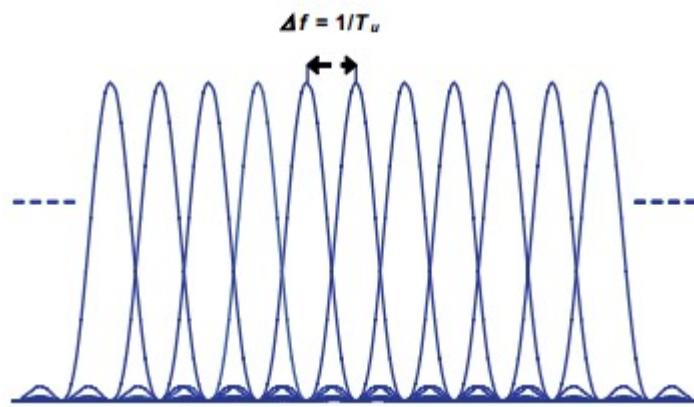
CARACTERÍSTICAS DE LTE Y LTE-A

LTE y LTE-A poseen una serie de características que permiten la explotación de las condiciones instantáneas del canal radio de una forma extremadamente eficiente. El resultado es un incremento importante de la capacidad del sistema optimizando la potencia necesaria.

Como contrapartida la simulación de este tipo de sistemas se dificulta. Se hace necesario un enfoque diferente al utilizado en otros tipos de sistemas móviles para abordar la planificación de este tipo de redes.

Las principales características de LTE y LTE-A son:

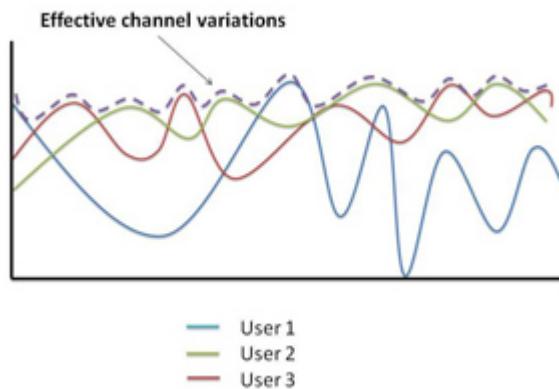
- Utilización de **OFDMA** (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access*) en el enlace **descendente**, una tecnología que permite el acceso múltiple dividiendo el canal en un conjunto de subportadoras (*subcarriers*) ortogonales que se reparten en grupos en función de la necesidad de cada uno de los usuarios.



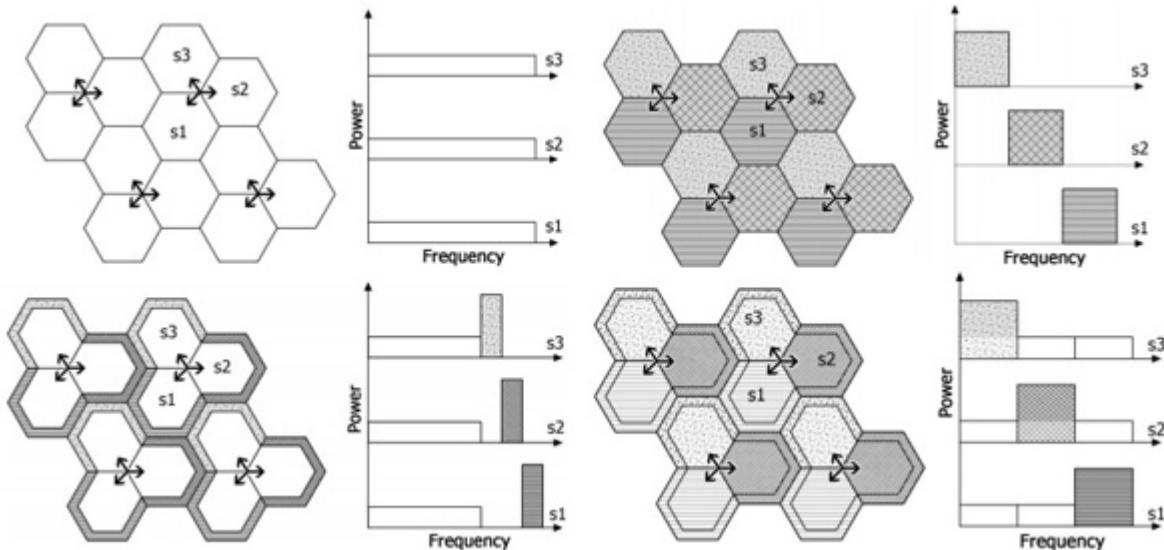
- Utilización de **SC-FDMA** (*Single-Carrier OFDMA*) en el enlace **ascendente**. Una desventaja de OFDMA es la existencia de importantes variaciones de potencia en las señales de salida. Por ello es necesaria la utilización de amplificadores especialmente lineales, que poseen una baja eficiencia. El consumo de potencia es especialmente importante para el enlace ascendente por lo que se utiliza SC-FDMA, una alternativa más eficiente en términos de potencia que conserva la mayoría de las ventajas de OFDMA.
- **Flexibilidad del espectro.** Es una de las características clave. La existencia de distintos marcos regulatorios dependiendo de la zona geográfica de despliegue, así como la coexistencia con otros operadores u otros servicios y sistemas, hacen necesaria la flexibilidad en el ancho de banda usado dentro de la banda de despliegue. Idealmente, además, cualquier ancho de banda puede ser utilizado dentro de esta banda (en pasos de 180 kHz correspondientes a la anchura de banda de un PRB). En LTE se definen unos anchos de banda nominales posibles de 1.4 MHz, 3 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz y 20 MHz.

LTE y LTE-A además son capaces de operar tanto en bandas pareadas (**FDD**) como no pareadas (**TDD**).

El sistema permite además un uso óptimo del espectro radioeléctrico por medio de técnicas de **Asignación Dinámica del Espectro** (*Dynamic Spectrum Assignment*, DSA). Básicamente el sistema es capaz, en función de las condiciones del canal en cada bloque de frecuencia e instante de tiempo, de seleccionar los usuarios en mejores condiciones.



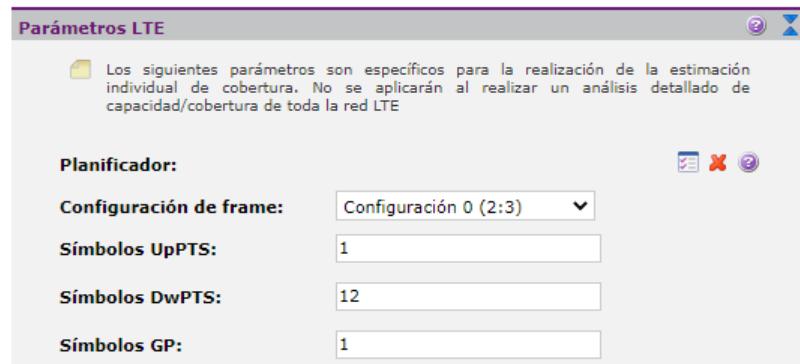
- La utilización de **múltiples antenas**. Los beneficios del uso de este tipo de técnicas son muy variados:
 - Protección adicional a los desvanecimientos del canal radio por medio de técnicas de **diversidad espacial** o **diversidad de polarización**.
 - Posibilidad de "moldear" los diagramas de radiación resultantes en transmisión y recepción consiguiendo, por ejemplo, aumentar la ganancia en una dirección deseada, cancelar alguna interferencia, etc.
 - Obtención de muy altas tasas de datos mediante la utilización de múltiples canales en paralelo (multiplexación espacial), también denominadas técnicas **MIMO** (*Multiple Input - Multiple Output*).
- **Control de potencia en el enlace ascendente**. Consiguiendo mejorar la capacidad del sistema y reducir el consumo de energía.
- **Coordinación de interferencia intercelular** (*Inter-Cell Interference Coordination*, ICIC). LTE permite la coordinación entre las distintas estaciones base con el objetivo de identificar que usuarios se encuentran en el centro o en el borde de la celda. La utilización de diferentes esquemas de reutilización de frecuencias permite reducir la interferencia intercelular.



Todo lo anteriormente expuesto es válido tanto de LTE como de LTE-A, si bien las características de LTE-A permiten mayor flexibilidad en el uso del espectro gracias a la técnica *carrier aggregation*.

PARÁMETROS LTE DEL SECTOR

Todos los parámetros LTE del sector, inicialmente se encuentran configurados por defecto al seleccionar el servicio (tecnología) del estudio, con valores adecuados o típicos del tipo de simulación a realizar. Se recomienda, aun así, ser revisados y precisados por parte del usuario para adecuar su simulación a la realidad de los equipos que se pretenden simular.



- **Planificador:** El algoritmo que implementa el [planificador](#) se encarga de distribuir los recursos del canal de LTE (frecuencia y tiempo) de forma dinámica entre los distintos usuarios del sistema. En **Xirio** se dispone de tres tipos de algoritmos teóricos de planificador para realizar los cálculos de capacidad: Proportional Fair, Round Robin y Maximum Rate.
- **Configuración de frame:** Permite seleccionar el tipo de estructura de trama. Este parámetro sólo se tiene en cuenta en servicios LTE-TDD. Puesto que en el servicio TDD se utiliza la misma frecuencia tanto para *downlink* como para *uplink*, la estación base del sector y el terminal necesitan cambiar de transmisión a recepción y vice versa. El cambio entre *downlink* y *uplink* ocurre en la subtrama especial, compuesta por 14 símbolos y que se divide en tres partes: una parte para *downlink* (DwPTS), un período de guarda (GP), y una parte para *uplink* (UpPTS). Si bien la parte DwPTS de la subtrama especial se utiliza para la transmisión de datos, la parte UpPTS no, dada su corta duración. En cambio, UpPTS se puede usar para evaluar las características del canal (*channel sounding*) o como período de guarda extra.
- **Símbolos UpPTS:** Número de símbolos dedicados al enlace ascendente dentro de la subtrama especial. Este valor no afecta en los cálculos de *uplink*; únicamente en los de *downlink*, puesto que son símbolos no disponibles para el enlace descendente.
- **Símbolos DwPTS:** Número de símbolos dedicados al enlace descendente dentro de la subtrama especial.
- **Símbolos GP:** Número de símbolos de período de guarda dedicados para el cambio entre transmisión *downlink* y *uplink* y viceversa. En estos símbolos no hay transmisión de datos.

Configuración ICIC

El principal objetivo de la coordinación de interferencia intercelular (inter-cell interference coordination, ICIC) es evitar altas interferencias debidas a usuarios ubicados en los bordes de las celdas adyacentes. Puede ser *estático* o *dinámico*.

ICIC estático

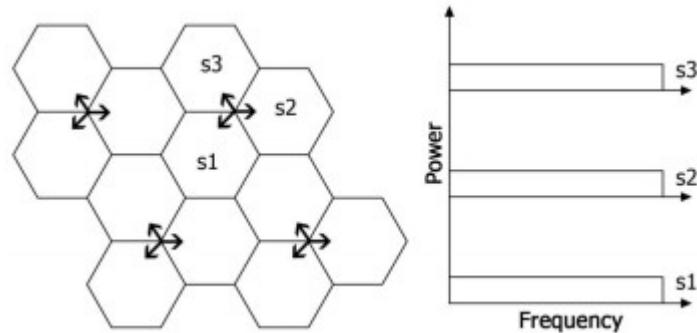
Los recursos utilizados por cada célula son prefijados. En **Xirio** se dispone de distintos esquemas de reutilización de frecuencias en función de la ubicación de los usuarios en

el centro o en el borde de la celda.

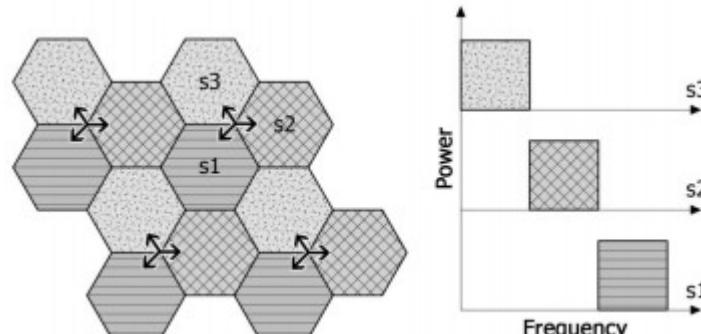
| Configuración ICIC: | |
|---------------------------------------------------------|-------------------------|
| Tipo ICIC de red: | Estático |
| Tipo ICIC estático: | Partial frequency reuse |
| Etiqueta ICIC estático: | ID 1 |
| <input type="checkbox"/> Considerar ICIC en la estación | |
| Potencia en borde de celda: | 50 % |
| Umbral borde de celda: | 6 dB |
| Número de PRBs borde de celda: | 15 |

- **Tipo ICIC estático:** El usuario puede simular los siguientes esquemas de reutilización de frecuencias [1]:

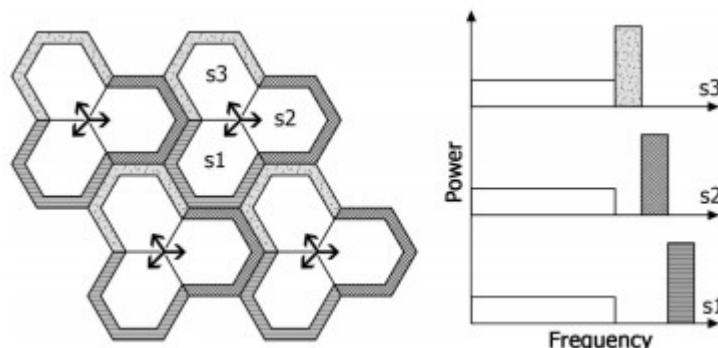
- Reutilización de factor 1 (*Frequency Reuse of 1, FR1*)



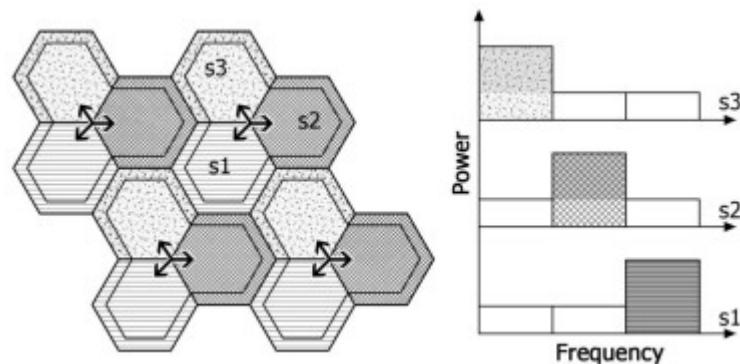
- Reutilización de factor 3 (*Frequency Reuse of 3, FR3*)



- Reutilización parcial de frecuencias (*Partial Frequency Reuse, PFR*)



- Reutilización soft de frecuencias (*Soft Frequency Reuse, SFR*)



- Etiqueta ICIC estático:** La etiqueta ICIC estática define el grupo de recursos que una estación base dedica a los usuarios en el borde de la celda, de este modo dos estaciones que comparten la misma etiqueta de ICIC estático dedican los mismos recursos a estos usuarios. Este parámetro sólo es configurable para los esquemas FR3, PFR y SFR.

Cuando se están simulando estaciones sectoriales cada uno de los sectores deberá utilizar una etiqueta de ICIC estático diferente.

- Potencia en borde de celda (%):** Este parámetro establece la cantidad de potencia dedicada a los recursos destinados a los usuarios ubicados en el borde la celda. Este parámetro sólo es configurable para los esquemas PFR y SFR.
- Umbral borde de celda:** Determina si un usuario se encuentra en el centro o en el borde de la celda. Cuando el margen de la señal deseada respecto a la interferente es mayor que este valor se considera que el usuario se encuentra en el centro de la celda. En caso contrario se encuentra en el borde. Este parámetro sólo es configurable para los esquemas PFR y SFR.
- Número de PRBs borde de celda:** El número de PRBs (*Physical Radio Blocks*) reservados para el borde de la celda. Este parámetro sólo es configurable para el esquema PFR. Los esquemas de reutilización de frecuencias utilizados consideran únicamente 3 sectores por lo que este parámetro deberá ser múltiplo de 3.

La siguiente tabla muestra el número de PRBs utilizable para las distintas canalizaciones:

| Canalización | 1.4 MHz | 3 MHz | 5 MHz | 10 MHz | 15 MHz | 20 MHz |
|--------------|---------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Nº de PRBs | 6 | 15 | 25 | 50 | 75 | 100 |

ICIC dinámico

Los recursos utilizados por cada célula se evalúan dinámicamente para mejorar la interferencia intercelular.

| Configuración ICIC: | |
|---------------------------------------------------------|----------|
| Tipo ICIC de red: | Dinámico |
| Eficiencia ICIC dinámico: | 50 % |
| <input type="checkbox"/> Considerar ICIC en la estación | |

- Eficiencia ICIC dinámico (%):** En lugar de una gestión estática de los recursos es posible que está se haga de forma totalmente dinámica. Esto supone una mejora de la interferencia intercelular presente en las comunicaciones. La eficiencia de ICIC dinámico define esta reducción de la interferencia tomando valores desde el 0% (toda la señal se considera interferente) hasta el 100% (no hay interferencia).

Parámetros Downlink

| Parámetros Downlink: | |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Configuración Pb: | Configuración 1 |
| Pa: | 0 dB |
| Número de símbolos PDCCH: | 2 |
| MIMO DL: | MIMO 2x2 |
| SINR mínima para MIMO: | 8.5 dB |
| Tipo de ganancia MIMO: | <input checked="" type="radio"/> Fija <input type="radio"/> Variable <input type="radio"/> Curva de eficiencia espectral |
| Ganancia MIMO DL: | 1.48 |
| Carga de tráfico: | 70 % |

- Configuración P_b :** En LTE se puede asignar mayor potencia a ciertos recursos, típicamente a las señales de referencia (RS). Para ello se utiliza el concepto de Offset de potencia, que establece una relación entre la potencia de los recursos que transmiten PDSCH en los símbolos donde se transmiten RS y la potencia de los recursos que transmiten PDSC, en los símbolos donde no se transmiten RS. La siguiente tabla resume esta relación de potencias para las distintas configuraciones disponibles en **Xirio**:

| Configuración P_b | p_a/p_b | |
|---------------------|-----------|---------------|
| | 1 antena | 2 o 4 antenas |
| 0 | 1 | 5/4 |
| 1 | 4/5 | 1 |
| 2 | 3/5 | 3/4 |
| 3 | 2/5 | 1/2 |

- P_a :** Relación entre la potencia del PDSCH en símbolos sin señal de referencia (RS) con respecto a las RS propiamente dichas. Este valor se da en dB.
- Número de símbolos PDCCH:** Indica el número de símbolos dedicados al canal de control por subtrama. Para las canalizaciones de 3 MHz a 20 MHz puede tomar los valores 1, 2 o 3. Para la canalización de 1.4 MHz puede tomar valores de 2, 3 o 4. Esto se debe a que al haber pocas subportadoras en el dominio de la frecuencia, es necesario más espacio en el dominio del tiempo.

- **MIMO DL:** Permite activar o desactivar la utilización de MIMO en el sentido descendente. En **Xirio** están disponibles las opciones de MIMO de 2x2, 4x2, 4x4, y 8x8 en caso de LTE-A. El uso de este tipo de técnicas permite la obtención de tasas muy altas de datos mediante la utilización de múltiples canales en paralelo.
- **Ganancia MIMO DL:** Este parámetro cuantifica la ganancia obtenida en el caso de utilizar técnicas de MIMO en el sentido descendente.
- **Considerar ganancia por diversidad de antena:** Si se activa, se incluirá la ganancia por diversidad de antena atendiendo a la configuración MIMO seleccionada.
- **Carga de tráfico (%):** Define el porcentaje utilizado del total de los recursos disponibles en el sector. Sirve para modelar el efecto de la interferencia intercelular producido entre las estaciones. En **Xirio** se ofrecen resultados para tres escenarios de estudio:
 - Estaciones sin carga (0 %)
 - Estaciones con carga definida por el usuario
 - Estaciones a plena carga (100 %)

Para el cálculo de la interferencia SINR **Xirio** utiliza este parámetro. Si el usuario no dispone de estimaciones de este valor es recomendable configurarlo al 100% para situarse en el peor de los casos. Tras la realización de un cálculo de capacidad el usuario obtendrá valores de carga de tráfico que permitirán realimentar el cálculo de interferencia SINR y obtener una mancha definitiva de cobertura.

Parámetros Uplink

| Parámetros Uplink: | |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Incremento de ruido: | 3 dB |
| P₀ (control de potencia): | -90 dBm |
| Alpha (control de potencia): | 1 |
| Factor de ruido: | 2 dB |
| MIMO UL: | MIMO 2x2 |
| Tipo de ganancia MIMO UL: | <input checked="" type="radio"/> Fija <input type="radio"/> Variable <input type="radio"/> Curva de eficiencia espectral |
| Ganancia MIMO UL: | 1.48 |

- **Incremento de ruido:** Este parámetro cuantifica la interferencia recibida en la estación base en el sentido ascendente.
- **P₀ y α (control de potencia):** La potencia transmisionada por el terminal móvil se limita, debido a un mecanismo de control de potencia, a un valor de $P_0 + \alpha \cdot PL_{DL}$, donde PL_{DL} son las pérdidas en el trayecto, α es el factor de compensación de estas pérdidas y P_0 es la potencia deseada en la estación base que se obtiene a partir de la SINR objetivo definida por el usuario.
- **Factor de ruido (dB):** Factor de ruido del sector.
- **MIMO UL:** Permite activar o desactivar la utilización de MIMO en el sentido ascendente en el caso de LTE-A. En **Xirio** están disponibles las opciones de MIMO de 1x2, 1x4, 1x8, 2x2, 2x4, 2x8, 4x4, y 4x8. El uso de este tipo de técnicas permite la obtención de altas tasas de datos en el sentido ascendente.

- **Ganancia MIMO UL:** Este parámetro cuantifica la ganancia obtenida en el caso de utilizar técnicas de MIMO en el sentido ascendente para el caso de LTE-A.

REFERENCIAS

[1] 4GPP, WP4, "Inter-Cell Interference Coordination".

PARÁMETROS DEL PLANIFICADOR LTE

En **Xirio** se dispone de dos modelos de cálculo para el planificador de LTE: a partir de las [curvas de eficiencia espectral](#) definidas en los terminales de usuario o a partir de las curvas definidas en el propio planificador.

Planificador

| Planificador | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipo de planificador | Proportional Fair (PF) <input type="button" value="▼"/> | | | | | | | | |
| Ganancia PF scheduler DL | 6 <input type="text"/> dB | | | | | | | | |
| Ganancia PF scheduler UL | 6 <input type="text"/> dB | | | | | | | | |
| <input checked="" type="radio"/> Curvas de eficiencia espectral definidas en el terminal de usuario | | | | | | | | | |
| <p> El comportamiento del planificador se evalúa utilizando la ganancia MIMO del sector y las curvas de eficiencia espectral definidas en los terminales de usuario. Para el cálculo de interferencia se utilizan las curvas por defecto del 3GPP en su lugar.</p> | | | | | | | | | |
| <input type="radio"/> Curvas de eficiencia espectral definidas en el planificador | | | | | | | | | |
| <p> El comportamiento del planificador se evalúa utilizando las siguientes curvas de eficiencia espectral.</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Curva Eficiencia Espectral DL</td> <td style="width: 20%; text-align: center;"><input type="checkbox"/> <input type="button" value="X"/> <input type="button" value="?"/></td> </tr> <tr> <td>Curva Eficiencia Espectral DL con MIMO</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> <input type="button" value="X"/> <input type="button" value="?"/></td> </tr> <tr> <td>Curva Eficiencia Espectral UL</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> <input type="button" value="X"/> <input type="button" value="?"/></td> </tr> <tr> <td>Curva Eficiencia Espectral UL con MIMO</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> <input type="button" value="X"/> <input type="button" value="?"/></td> </tr> </table> | | Curva Eficiencia Espectral DL | <input type="checkbox"/> <input type="button" value="X"/> <input type="button" value="?"/> | Curva Eficiencia Espectral DL con MIMO | <input type="checkbox"/> <input type="button" value="X"/> <input type="button" value="?"/> | Curva Eficiencia Espectral UL | <input type="checkbox"/> <input type="button" value="X"/> <input type="button" value="?"/> | Curva Eficiencia Espectral UL con MIMO | <input type="checkbox"/> <input type="button" value="X"/> <input type="button" value="?"/> |
| Curva Eficiencia Espectral DL | <input type="checkbox"/> <input type="button" value="X"/> <input type="button" value="?"/> | | | | | | | | |
| Curva Eficiencia Espectral DL con MIMO | <input type="checkbox"/> <input type="button" value="X"/> <input type="button" value="?"/> | | | | | | | | |
| Curva Eficiencia Espectral UL | <input type="checkbox"/> <input type="button" value="X"/> <input type="button" value="?"/> | | | | | | | | |
| Curva Eficiencia Espectral UL con MIMO | <input type="checkbox"/> <input type="button" value="X"/> <input type="button" value="?"/> | | | | | | | | |
| <input type="button" value="Aceptar"/> <input type="button" value="Aplicar"/> <input type="button" value="Recargar"/> <input type="button" value="Cancelar"/> | | | | | | | | | |

Curvas de eficiencia espectral definidas en el terminal de usuario

Por medio de esta opción, el comportamiento del planificador se evalúa a partir de la configuración del planificador, la configuración MIMO del sector ([parámetros LTE del sector](#)) y las curvas de eficiencia espectral definidas en los terminales de usuario ([parámetros LTE del terminal móvil](#)). En **Xirio** se dispone de tres tipos de algoritmos teóricos de planificador para realizar los cálculos de capacidad: "*Proportional Fair*", "*Round Robin*" y "*Maximum Rate*". Para los planificadores "*Proportional Fair*" y "*Maximum Rate*" se definen las ganancias que se aplicarán en el cálculo por el hecho de utilizar dichos planificadores:

- **Ganancia PF scheduler DL:** Ganancia en el sentido descendente que define el planificador "*Proportional Fair*".
- **Ganancia PF scheduler UL:** Ganancia en el sentido ascendente que define el planificador "*Proportional Fair*" para el caso de LTE-A.
- **Ganancia MR scheduler DL:** Ganancia en el sentido descendente que define el planificador "*Maximum Rate*".
- **Ganancia MR scheduler UL:** Ganancia en el sentido ascendente que define el planificador "*Maximum Rate*" para el caso de LTE-A.

Curvas de eficiencia espectral definidas en el planificador

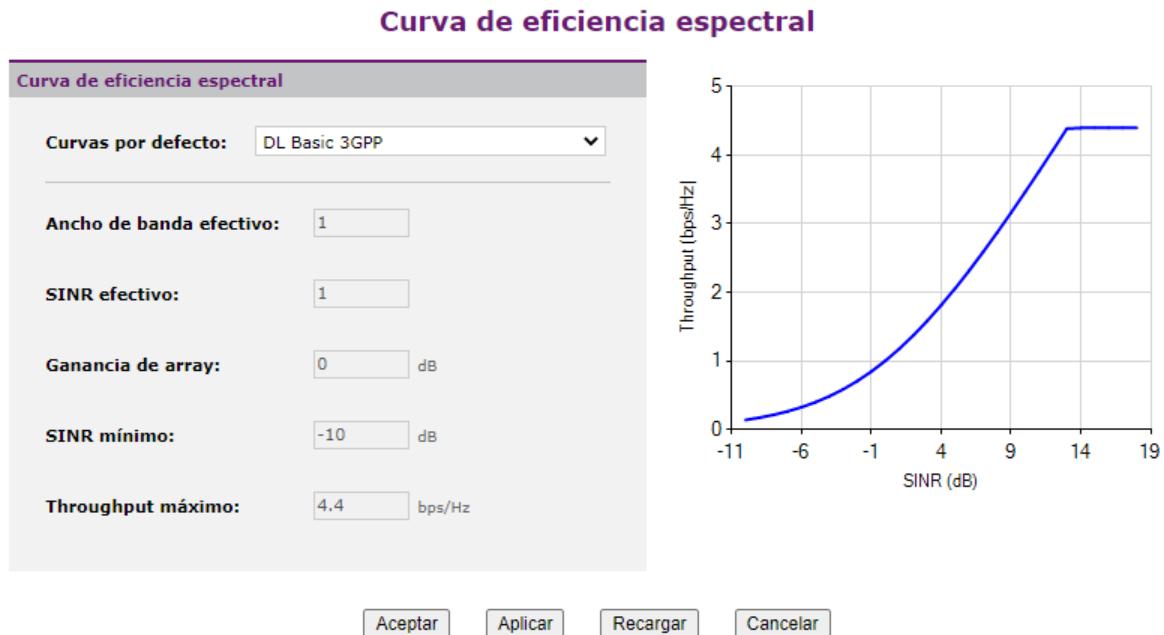
Por medio de esta opción, el comportamiento del planificador de LTE queda definido exclusivamente por las curvas de eficiencia espectral definidas en este propio diálogo.

Estas curvas deben incorporar la ganancia derivada de utilizar un determinado planificador y de utilizar una determinada configuración MIMO. Es necesario definir las curvas de eficiencia espectral:

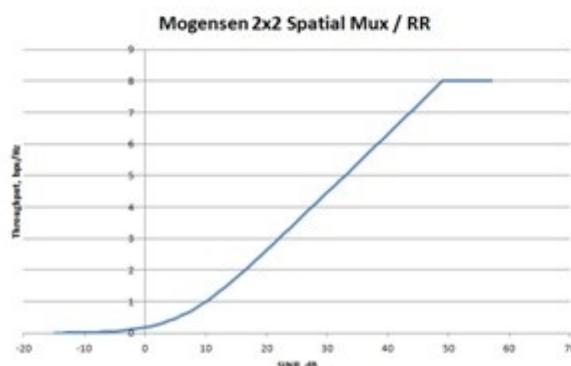
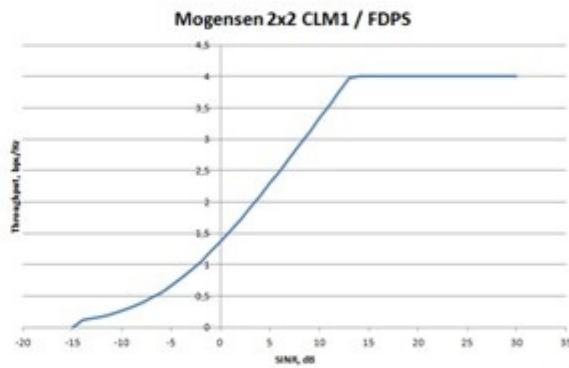
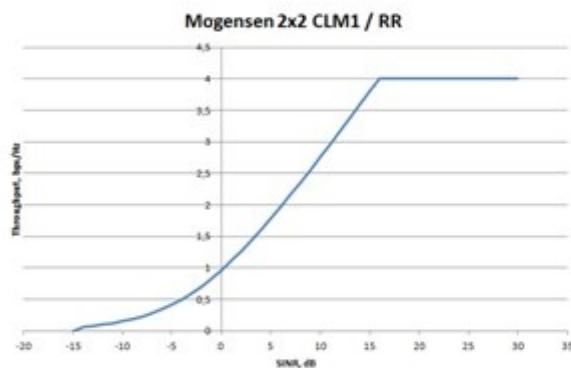
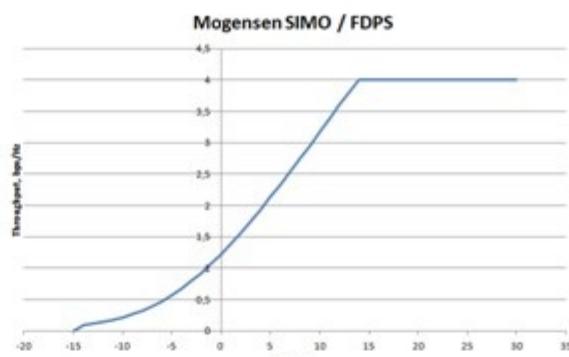
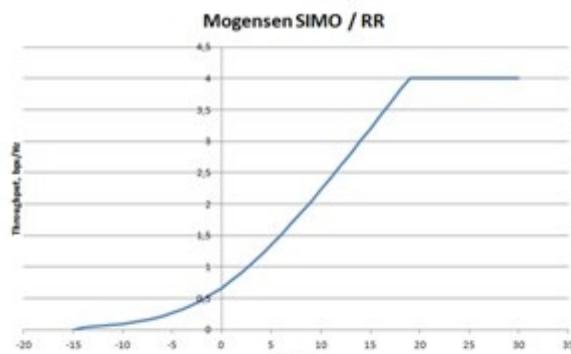
- **Curva Eficiencia Espectral DL:** Curva de eficiencia espectral para el sentido descendente sin hacer uso de MIMO.
- **Curva Eficiencia Espectral DL con MIMO:** Curva de eficiencia espectral para el sentido descendente haciendo uso de configuración MIMO.
- **Curva Eficiencia Espectral UL:** Curva de eficiencia espectral para el sentido ascendente sin hacer uso de MIMO.
- **Curva Eficiencia Espectral UL con MIMO:** Curva de eficiencia espectral para el sentido ascendente haciendo uso de configuración MIMO en el caso de LTE-A.

CURVAS DE EFICIENCIA ESPECTRAL

Desde este dialogo el usuario pueden configurar las curvas de eficiencia espectral del [usuario/servicio](#) (para un estudio de cobertura multitransmisor) o del [planificador de LTE](#). Estas curvas nos relacionan la tasa binaria requerida con el ancho de banda necesario para una determinada relación SINR.



- **Curvas por defecto.** En **Xirio** existen una serie de curvas definidas por defecto. Estas curvas consideran diferentes modalidades de MIMO (SIMO, 2x2 CLM1, 2x2 multiplexación espacial) y planificadores de usuarios (RR, FDPS) [1]. Al cambiar la curva seleccionada se actualizan automáticamente los parámetros de la curva. También es posible que el usuario defina sus propios parámetros de configuración.
- **Ancho de banda efectivo.** Ajusta la eficiencia del sistema respecto al ancho de banda [1].
- **SINR efectiva.** Ajusta la eficiencia del sistema respecto al ancho de banda [1].
- **Ganancia (dB).** Cuantifica la ganancia obtenida debido a la utilización de esquemas de múltiples antenas (MIMO) [1].
- **SINR mínimo (dB).** Por debajo de este valor de SINR se considera que el throughput obtenido es 0 bps/Hz [1].
- **Throughput máximo (bps/Hz).** Máximo throughput que se puede alcanzar con la curva de eficiencia espectral [1].



REFERENCIAS

- [1] P. Mogensen *et al.*, "LTE Capacity Compared to the Shannon Bound," *2007 IEEE 65th Vehicular Technology Conference - VTC2007-Spring*, Dublin, 2007, pp. 1234-1238. doi: 10.1109/VETECS.2007.260

PARÁMETROS LTE DEL TERMINAL MÓVIL

Todos los parámetros LTE del terminal móvil, inicialmente se encuentran configurados por defecto al seleccionar el servicio (tecnología) del estudio, con valores adecuados o típicos del tipo de simulación a realizar. Se recomienda, aun así, ser revisados y precisados por parte del usuario para adecuar su simulación a la realidad de los equipos que se pretenden simular.

The screenshot shows a software interface titled 'Parámetros LTE'. At the top, there is a note: 'Los siguientes parámetros son específicos para la realización de la estimación individual de cobertura. No se aplicarán al realizar un análisis detallado de capacidad/cobertura de toda la red LTE'. Below this, there are two sections: 'Parámetros Uplink' and 'Parámetros Downlink'. In the 'Parámetros Uplink' section, there is a field for 'Margen de potencia' with a value of '0' and units 'dB'. In the 'Parámetros Downlink' section, there is a field for 'Factor de ruido' with a value of '7' and units 'dB'. There is also a checked checkbox for 'MIMO activo'. Below these, there is a field for 'Sensibilidad RSRP' with a value of '-112' and units 'dBm'.

En función del tipo de trayecto (ascendente o descendente) que se pretenda simular se utilizarán en el cálculo o bien los parámetros *Downlink* o *Uplink* especificados en los parámetros LTE.

- **Factor de ruido (dB).** Factor de ruido del terminal móvil.
- **MIMO Activo.** Indica si el terminal móvil es capaz de aprovechar la configuración MIMO del sector.
- **Umbral RSRP (dBm).** Potencia necesaria en recepción de señal RSRP. El rango de valores de señal RSRP que el terminal puede reportar al sector varía desde -140 dBm a 44 dBm. El usuario deberá seleccionar un umbral apropiado para las simulaciones.

ENTORNO LTE

Un entorno queda definido a partir de una lista de tipos de terminales o servicios y su distribución geográfica en el escenario de estudio por medio de unas densidades (terminales/km²) tanto en indoor como en outdoor.

Entorno

| Entorno | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------|------|
| Nombre: <input type="text" value="Urban environment"/> | | | |
| <input checked="" type="radio"/> Definir número total de usuarios <input type="radio"/> Definir densidad de usuarios | | | |
| | | | |
| Nombre | Número usuarios indoor | Número usuarios outdoor | |
| Voice, 3 km/h | 500.00 | 500.00 | |
| Web, Phone, 3 km/h | 15.00 | 15.00 | |
| Web, Phone, 50 km/h | 5.00 | 5.00 | |
| Web, PC Card | 10.00 | 5.00 | |
| Streaming, Phone, 3 km/h | 10.00 | 10.00 | |
| Streaming, PC Card | 2.50 | 0.00 | |
| Voice, 50 km/h | 0.00 | 100.00 | |
| Streaming, Phone, 50 km/h | 2.50 | 2.50 | |

Desde esta ventana el usuario puede añadir nuevos tipos de terminales al entorno , eliminar terminales ya existentes , modificar los parámetros de los terminales y modificar la densidad de estos dentro del entorno .

USUARIOS FIJOS LTE

Un grupo de usuarios fijos queda definido a partir de una lista de tipos de [servicios](#) o terminales.

Grupo de usuarios

Grupo de usuarios

| | |
|--------------------------------|------------------------|
| Nombre | Grupo Usuarios Fijos 1 |
| + Nombre Video Streaming | |
| X | |

Desde esta ventana el usuario puede añadir nuevos tipos de servicios al entorno , eliminar servicios ya existentes  y modificar los parámetros de los servicios .

PARÁMETROS DE USUARIO LTE

Desde este dialogo se puede configurar un tipo de usuario dentro del [entorno](#) seleccionado para un [estudio de cobertura multitransmisor](#) con tecnología LTE.

Usuario

| Usuario | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Nombre | Voice, 3 km/h |
| Tipo de usuario | Conversacional |
| Garantizado | Sí |
| Tipo de Terminal | Genérico |
| <input type="checkbox"/> Usar ganancia específica | |
| Ganancia específica: | 0 dB |
| Duración media de llamada DL | 90 s |
| Llamadas por hora DL | 1 |
| Factor de actividad DL | 0.5 |
| Tasa binaria DL | 12000 bps |
| Duración media de llamada UL | 90 s |
| Llamadas por hora UL | 1 |
| Factor de actividad UL | 0.5 |
| Tasa binaria UL | 12000 bps |
| Curva Eficiencia Espectral DL | |
| Curva Eficiencia Espectral UL | |
| Potencia | 24 dBm |
| Factor de ruido | 8 dB |
| Pérdidas | 3 dB |
| MIMO activo: | No |
| <input type="button" value="Aceptar"/> <input type="button" value="Aplicar"/> <input type="button" value="Recargar"/> <input type="button" value="Cancelar"/> | |

- **Nombre.** Nombre del usuario.
- **Tipo de usuario.** Tipo de servicio que implementa el usuario (conversacional o datos).
- **Garantizado.** Es posible definir un usuario como garantizado (prioritario) si su tráfico debe ser cursado preferentemente. Por ejemplo, servicios de voz frente a datos.
- **Duración media de llamadas (s).** Se define tanto para el enlace ascendente como el descendente. Se utiliza únicamente para el tipo de usuario conversacional.
- **Llamadas por hora.** Se define tanto para el enlace ascendente como el descendente. Se utiliza únicamente para el tipo de usuario conversacional.
- **Factor de actividad.** Tasa del tiempo de la comunicación durante la que se hace uso del canal. Puede tomar valores entre 0 y 1. Se define tanto para el enlace ascendente como el descendente. Se utiliza únicamente para el tipo de usuario conversacional.
- **Tasa binaria (bps).** Se define tanto para el enlace ascendente como el descendente. Se utiliza únicamente para el tipo de usuario conversacional.

- **Datos por sesión (Mbits).** Se define tanto para el enlace ascendente como el descendente. Se utiliza únicamente para el tipo de usuario de datos.
- **Sesiones por hora.** Se define tanto para el enlace ascendente como el descendente. Se utiliza únicamente para el tipo de usuario de datos.
- **Curvas de eficiencia espectral.** Definen el *throughput* del usuario en función de la SINR. Es necesario definir las [curvas de eficiencia espectral](#) tanto para el enlace ascendente como para el enlace descendente.
- **Antena.** Queda definida a partir de su ganancia y su diagrama de radiación copolar. Seleccionando el icono  se puede acceder a la ventana de [configuración de antena](#). Si no se define ninguna antena por defecto se utiliza la definida en los parámetros del terminal de la cobertura.
- **Potencia.** Potencia máxima de emisión del terminal móvil.
- **Factor de ruido.** Factor de ruido del terminal móvil.
- **Perdidas.** Debidas tanto a elementos pasivos del terminal móvil como a las perdidas asociadas al cuerpo del usuario.

PARÁMETROS DE CAPACIDAD LTE

A la hora de realizar cálculos de interferencia y capacidad en LTE es necesario configurar los siguientes parámetros.

PARÁMETROS DE CAPACIDAD

Con el objetivo de realizar cálculos que se ajusten fielmente al comportamiento real de la red, el usuario debe configurar sus propias distribuciones de usuarios. Para ello es posible definir entornos de usuarios móviles, que permiten simular diferentes comportamientos para cada cobertura del estudio, y grupos de usuarios, los cuales se distribuyen en puntos fijos distribuidos por el área de estudio.

Estos parámetros no son necesarios cuando se realizan cálculos de interferencia.

Desde la lista de entornos de los parámetros de capacidad de LTE el usuario puede crear nuevos entornos , modificarlos , eliminarlos  y vincular dichos entornos con las coberturas del estudio . Estos entornos se pueden asignar a las zonas de cobertura de las estaciones o a una capa morfográfica.

En la lista de grupos de usuarios fijos, el usuario puede crear nuevos grupos de usuarios , modificarlos , eliminarlos  y asignar su ubicación geográfica con la importación de coordenadas desde fichero en formato KMZ, KML o formato de texto .

CARTOGRAFÍA

A la hora de configurar los entornos del estudio es posible definir densidades indoor y outdoor de terminales. Para que estas distribuciones tengan efecto en el cálculo es necesario utilizar una cartografía que distinga entre estos dos tipos de escenarios.

La cartografía del estudio de cobertura multitransmisor le ofrece al usuario la posibilidad de utilizar modelos del terreno capaces de recoger este efecto, además de obtener unos resultados de interferencia más exactos.

COMUNICACIONES MÓVILES 5G

Este apartado presenta algunos de los aspectos específicos vinculados a la planificación de redes celulares de 5G en **Xirio**. Las [características de LTE y LTE-A](#) y la complejidad de su interfaz radio requieren afrontar la planificación de este tipo de sistemas de modo diferente a otros sistemas móviles.

Una adecuada planificación de 5G implica el análisis tanto de la cobertura de la red como de la capacidad del sistema ante la demanda de tráfico de los usuarios. La presencia de una mayor carga de tráfico limita el comportamiento del sistema ya que los recursos radio para atender la demanda son limitados. De igual modo se genera un mayor nivel de interferencia entre las celdas a medida que aumenta la carga de las mismas.

Cuando se parte de cargas de tráfico conocidas, la simulación de red 5G puede realizarse de forma estática, obteniendo niveles de cobertura e interferencia en todo el área de servicio. En el caso de no disponer de datos reales sobre la carga de tráfico, es necesario realizar un estudio de capacidad para determinar éstos.

Los estudios de capacidad pueden basarse en generadores de tráfico aleatorios (tipo Monte Carlo), sin embargo, este tipo de simulaciones son especialmente costosas en tiempo de computación y no siempre recrean con fidelidad el comportamiento del sistema. El cálculo de capacidad introducido por **Xirio** supone una evolución dentro de las actuales simulaciones de comunicaciones móviles centrándose en la obtención de un comportamiento medio global de la red en un tiempo de cálculo muy reducido.

En **Xirio** se pueden realizar los siguientes cálculos referentes a LTE en función de los requisitos del usuario:

- **Cobertura estática** de la red. Al igual que en la planificación de comunicaciones móviles de 4G, Si no se desea acometer el estudio de interferencia y capacidad, es posible obtener estimaciones de la cobertura de la red mediante un estudio simplificado basado en técnicas clásicas, es decir, balances de enlace y cálculos de atenuación de propagación. Este análisis tiene algunas limitaciones, y sus resultados son menos exactos.
- Análisis estático de **interferencia SINR (Signal-to-Interference-plus-Noise Ratio)**. Inicialmente la carga de tráfico soportada por cada estación base no es conocida. De este modo se realiza un análisis estático de interferencia SINR a partir de la carga de tráfico configurada en los [parámetros 5G de los sectores](#).

Este cálculo proporciona, mediante una mancha de cobertura y sin necesidad de un análisis de capacidad, una idea aproximada de la cobertura de la red en las condiciones de carga definidas por el usuario.

- Análisis de **capacidad**. A partir de una distribución de usuarios en entornos y el análisis estático de interferencias SINR previo, **Xirio** obtiene un resultado aproximado de la demanda de recursos de la red.

A continuación, se enumeran los pasos del proceso de planificación destacando en cada uno de ellos, y cuando resulte necesario, los puntos a los que el usuario debe prestar una especial atención de cara a la planificación de redes LTE.

ANÁLISIS DE NECESIDADES - CONFIGURACIÓN

- **Cartografía**. Dependiendo de la zona de servicio para la red a planificar este tipo de estudios puede requerir del empleo de cartografía rural, urbana o mixta.

Cuando las estaciones están ubicadas en zonas rurales suelen emplearse modelos del terreno de entre 100 y 25 metros de resolución. Para simular el efecto de pérdidas por multirayecto, en la cobertura de estas estaciones sobre zonas urbanas, suele recurrirse a una capa de morfología con la que incluir pérdidas de *clutter* asociadas a cada núcleo urbano.

Si las estaciones están ubicadas en el interior de un casco urbano, es aconsejable utilizar cartografía urbana para la planificación radioeléctrica. Un modelo del terreno de entre 1 y 2 metros de resolución es adecuado. En este caso no se añadirían ningún tipo de pérdidas adicionales a la propagación.

Por último, también es posible emplear múltiples capas de altimetría para realizar cálculos mixtos, donde la estación está ubicada en las proximidades de un núcleo urbano y se quiere analizar la propagación hacia el interior del mismo.

- **Métodos de cálculo.** Las distintas tecnologías de comunicaciones móviles funcionan en bandas de frecuencias muy dispares y requieren bastantes particularizaciones a la hora de definir un método de cálculo aplicable a su planificación. A continuación se presentan algunas propuestas concretas para entornos y tecnologías determinadas:

- **Entorno rural.** La planificación en este tipo de entornos suele realizarse empleando métodos determinísticos como la [Rec. UIT-R P.526](#) o el [método de Deygout](#) siempre y cuando se disponga de cartografía rural de la zona de despliegue de red. Es necesario tener en cuenta en estos casos que los resultados de la simulación aseguran los niveles superados en el 50% de tiempo y ubicaciones, por lo que, de cara a asegurar porcentajes superiores será necesario emplear el "Margen de Desvanecimiento" configurable en los parámetros del [método de cálculo](#).

Conjuntamente con estos métodos, y si se dispone de capas morfográficas, es habitual introducir unas pérdidas adicionales asociadas al terreno, especialmente para contemplar los efectos de multitrayecto en entornos urbanos.

En los casos en los que no se disponga de cartografía precisa de la zona de servicio, es posible emplear métodos empíricos tales como [Okumura-Hata](#), particularizado para entornos rurales.

- **Entorno urbano.** La planificación en áreas urbanas o mixtas (rural-urbano) pueden realizarse mediante métodos empíricos (el [método de Okumura-Hata](#) supone una aproximación suficiente del alcance de la señal en un radio respecto a la estación base) o determinísticos si se dispone de cartografía urbana suficientemente precisa (1 ó 2 metros de resolución). Como métodos determinísticos es posible utilizar métodos como la [Rec. UIT-R P.1411](#), [Xia-Bertoni](#) o el [método Okumura-Hata modulado](#) para obtener una simulación de propagación en ciudad teniendo en cuenta las difracciones sobre los tejados de los edificios, y los efectos de reflexión en edificios.

Tanto si se emplean métodos empíricos, como cartografía urbana de detalle, se desaconseja utilizar correcciones debido al uso del suelo (*clutter*), ya que se estaría introduciendo una corrección redundante sobre las estimaciones de propagación.

Los objetivos de calidad para este tipo de redes imponen asegurar un mínimo de cobertura para unos determinados porcentajes de tiempo y ubicaciones. Estos porcentajes mínimos se traducen en un margen de señal, respecto al valor medio estimado en las simulaciones, que se obtiene a partir de una distribución estadística que simula los efectos de desvanecimiento de la señal recibida por el terminal móvil en un determinado entorno de propagación, por lo que, de cara a asegurar porcentajes superiores será necesario emplear el "Margen de Desvanecimiento" configurable en los parámetros del [método de cálculo](#).

PARAMETRIZACIÓN DE ESTACIONES

- **Balance de enlace.** Dado que en el estudio simplificado basado en balances de enlaces y cálculo de atenuación debe llevarse a cabo por separado para cada sentido de transmisión, es decir, para los enlaces ascendentes y descendentes, **Xirio** incorpora en los estudios de cobertura y de enlace radioeléctrico la posibilidad de seleccionar el trayecto en estudio, además de incorporar parámetros específicos (carga de la estación base, número de usuarios, etc.) en [sectores](#) y [receptores](#) de servicios de comunicaciones 5G para el cálculo dinámico de la sensibilidad de recepción a partir de ellos.
- **Estaciones y sectores.** Las redes de comunicaciones 5G se componen típicamente de una distribución de estaciones en forma de malla celular. Cada una de las

estaciones puede estar compuesta de uno o varios sectores. La forma de definir estas entidades en **Xirio** es definiendo un emplazamiento como ubicación de la estación y tantos objetos transmisores como sectores. En el caso de comunicaciones LTE es necesario especificar parámetros del tipo régimen binario, factor de carga, etc. para establecer una sensibilidad de forma dinámica que caracterice el cálculo.

PARAMETRIZACIÓN DE REDES

- **Mejor servidor por señal.** El usuario debe indicar qué criterio empleará **Xirio** para determinar el sector deseado (mejor servidor) en cada punto. Éste es el sector al que se vincularía el móvil en cada punto en condiciones normales. Lo habitual es trabajar con un criterio de mejor servidor por señal, esto es, el móvil se vincularía al sector del que recibe un mayor nivel de señal.

El resultado obtenido es una mancha estática de nivel de señal. En escenarios con una baja demanda de tráfico, por ejemplo en entornos rurales, el resultado obtenido en este paso puede ser suficiente. En caso contrario será necesario realizar un estudio de la interferencia y capacidad de la red.

INTERFERENCIA DE LA RED, SINR

- **Parámetros específicos de la red 5G.** Para obtener una mancha de señal estática basada en balances de enlaces basta con definir algunos parámetros de los sectores. Sin embargo, para realizar un cálculo de interferencias es necesario establecer cómo se interrelacionan las estaciones de la red entre sí.

En los parámetros de 5G del estudio de cobertura multitransmisor se configuran estos parámetros específicos. También es necesario configurar algunos parámetros de los sectores y del terminal móvil que no son necesarios en el cálculo básico de señal.

El resultado de interferencia 5G consta de una serie de manchas de cobertura globales junto a unos informes y gráficas individuales para cada sector.

CAPACIDAD DE LA RED

- **Cartografía.** En el caso de realizar cálculos en entornos urbanos es aconsejable utilizar un modelo digital de elevación adicional en los cálculos de capacidad. Normalmente la distribución de terminales en el escenario de estudio varía de indoor a outdoor y será necesario disponer de la cartografía adecuada para tener en cuenta este efecto. Desde el estudio de cobertura multitransmisor se puede acceder a configurar esta cartografía.
- **Parámetros de capacidad 5G.** La distribución de usuarios/terminales en el escenario de estudio se realiza mediante la definición de entornos. En cada entorno es posible configurar los distintos tipos usuarios/terminales con sus respectivas densidades para indoor y outdoor. La configuración de estos parámetros de capacidad 5G se realiza desde la ventana de parámetros del estudio de cobertura multitransmisor.

El resultado de capacidad consta de un informe y una gráfica detallada de la demanda de recursos de la red.

Una vez realizado el cálculo de capacidad es recomendable obtener la mancha de cobertura SINR definitiva. Para ello hay que realizar un segundo cálculo de interferencias ajustando la carga de tráfico de los sectores en función de las estadísticas de capacidad obtenidas.

CARÁCTERISTICAS DE 5G

Estas son las características más relevantes del acceso radio 5G:

- Flexibilidad del espectro:
 - Espaciado entre subportadoras:
 - Por debajo de la banda de 6GHz: 15 kHz, 30 kHz y 60 kHz.
 - Por encima de la banda de 6GHz: 60 kHz, 120 kHz y 240 kHz.
 - Mínimo y máximo ancho de banda:
 - Por debajo de la banda de 6GHz: 5 MHz /100 MHz
 - Por encima de la banda de 6GHz: 50 MHz / 400 MHz
- Agregación de portadoras: hasta 16 portadoras
- Forma de onda:
 - Forma de onda DL: OFDM. OFDM con prefijo cíclico (CP-OFDM).
 - Forma de onda UL: OFDM o SC-FDMA
- OFDM enfocado para escenarios de alto throughput. OFDM con prefijo cíclico (CP-OFDM), u OFDM con preprocesado (DFT-S-OFDM).
- SC-FDMA enfocado para escenarios de potencia limitada.
- Acceso múltiple: Orthogonal Multiple Access o Non-Orthogonal Multiple Access (NOMA). Transmisión en parejas:
 - Emparejadas (Paired), con FDD.
 - No emparejadas (Impaired), con TDD.
- MIMO masivo:
 - 8 puertos de antena para SU-MIMO
 - 16 puertos de antena para MU-MIMO
- Esquemas de codificación de canal:
 - Codificación LDPC (Datos)
 - Codificación Polar (Control)
- Modulaciones:
 - CP-OFDM (UL/DL): QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM
 - DFT-S-DFDM (UL): π/2-BPSK, QAM, 64QAM, 256QAM
- Posibilidad de utilizar múltiples haces directivos de radiación: configuración de haces (beamforming), cuando se emplean las bandas de ondas milimétricas para compensar la mayor pérdida de propagación en estas bandas.

PARÁMETROS 5G DEL SECTOR

Todos los parámetros 5G del sector, tienen inicialmente una configuración por defecto al seleccionar el tipo de servicio (tecnología) del estudio, con valores adecuados o típicos del tipo de simulación a realizar. Se recomienda, aun así, ser revisados y precisados por parte del usuario para adecuar su simulación a la realidad de los equipos que se pretenden simular.

The screenshot shows a software interface titled 'Parámetros 5G'. It includes a note about specific parameters for coverage estimation. The configuration is divided into sections:

- Planificador:** Set to 'No TDD'. Options include 'Numerología (μ)' set to 0, and a checkbox for 'Considerar ICIC en la estación' which is unchecked.
- Configuración de slots:** Set to '0' dB.
- Parámetros downlink:**
 - 'Carga de tráfico:' set to 70 %.
 - 'MIMO DL:' set to 'MIMO 2x2'.
 - 'SINR mínima para MIMO:' set to 8.5 dB.
 - 'Tipo de ganancia MIMO:' has 'Fija' selected (radio button is checked).
 - 'Ganancia MIMO DL:' set to 1.48.
- Parámetros Uplink:**
 - 'Incremento de ruido:' set to 3 dB.
 - 'Factor de ruido:' set to 2 dB.
 - 'Alpha (control de potencia):' set to 1.
 - 'P0 (control de potencia):' set to -90 dBm.
 - 'MIMO UL:' set to 'MIMO 2x2'.
 - 'Tipo de ganancia MIMO UL:' has 'Fija' selected (radio button is checked).
 - 'Ganancia MIMO UL:' set to 1.48.

- **Planificador:** El algoritmo que implementa el planificador se encarga de distribuir los recursos del canal 5G (frecuencia y tiempo) de forma dinámica entre los distintos usuarios del sistema. Su funcionamiento es similar al explicado para el planificador LTE.
- **Configuración de slots:** Indica como se usan cada uno de los símbolos de un slot, definiendo qué símbolos se usan para uplink y cuales para downlink dentro de un slot específico.

En servicios TDD el 3GPP establece 62 combinaciones de símbolos predefinidas en un slot, tal y como se puede observar en la siguiente tabla.

D : Downlink, U : Uplink, F : Flexible

| Format | Symbol Number in a slot | | | | | | | | | | | | | |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 0 | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D |
| 1 | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U |
| 2 | F | F | F | F | F | F | F | F | F | F | F | F | F | F |
| 3 | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | F |
| 4 | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | F | F |
| 5 | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | F | F | F |
| 6 | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | F | F | F | F |
| 7 | D | D | D | D | D | D | D | D | D | F | F | F | F | F |
| 8 | F | F | F | F | F | F | F | F | F | F | F | F | F | U |
| 9 | F | F | F | F | F | F | F | F | F | F | F | F | U | U |
| 10 | F | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U |
| 11 | F | F | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U |
| 12 | F | F | F | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U |
| 13 | F | F | F | F | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U |
| 14 | F | F | F | F | F | U | U | U | U | U | U | U | U | U |
| 15 | F | F | F | F | F | F | U | U | U | U | U | U | U | U |
| 16 | D | F | F | F | F | F | F | F | F | F | F | F | F | F |
| 17 | D | D | F | F | F | F | F | F | F | F | F | F | F | F |
| 18 | D | D | D | F | F | F | F | F | F | F | F | F | F | F |
| 19 | D | F | F | F | F | F | F | F | F | F | F | F | F | U |
| 20 | D | D | F | F | F | F | F | F | F | F | F | F | F | U |
| 21 | D | D | D | F | F | F | F | F | F | F | F | F | F | U |
| 22 | D | F | F | F | F | F | F | F | F | F | F | F | U | U |
| 23 | D | D | F | F | F | F | F | F | F | F | F | F | U | U |
| 24 | D | D | D | F | F | F | F | F | F | F | F | F | U | U |
| 25 | D | F | F | F | F | F | F | F | F | F | F | U | U | U |
| 26 | D | D | F | F | F | F | F | F | F | F | F | U | U | U |
| 27 | D | D | D | F | F | F | F | F | F | F | F | U | U | U |
| 28 | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | F | U | U |
| 29 | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | F | F | U |
| 30 | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | F | F | U |
| 31 | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | F | U | U |
| 32 | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | F | U | U |
| 33 | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | F | F | U | U |
| 34 | D | F | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U |
| 35 | D | D | F | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U |
| 36 | D | D | D | F | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U |
| 37 | D | F | F | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U |
| 38 | D | D | F | F | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U |
| 39 | D | D | D | F | F | U | U | U | U | U | U | U | U | U |
| 40 | D | F | F | F | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U |
| 41 | D | D | F | F | F | U | U | U | U | U | U | U | U | U |
| 42 | D | D | D | F | F | F | U | U | U | U | U | U | U | U |
| 43 | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | F | F | U |
| 44 | D | D | D | D | D | D | F | F | F | F | F | F | F | U |
| 45 | D | D | D | D | D | D | F | F | U | U | U | U | U | U |
| 46 | D | D | D | D | D | F | U | D | D | D | D | D | D | F |
| 47 | D | D | F | U | U | U | U | D | D | D | F | U | U | U |
| 48 | D | F | U | U | U | U | U | D | F | U | U | U | U | U |
| 49 | D | D | D | D | F | F | U | D | D | D | D | D | F | F |
| 50 | D | D | F | F | U | U | U | D | D | D | F | F | U | U |
| 51 | D | F | F | U | U | U | U | D | F | F | U | U | U | U |
| 52 | D | F | F | F | F | F | U | D | F | F | F | F | F | F |
| 53 | D | D | F | F | F | F | U | D | D | F | F | F | F | F |
| 54 | F | F | F | F | F | F | f | D | D | D | D | D | D | D |
| 55 | D | D | F | F | F | F | U | U | D | D | D | D | D | D |
| 62-254 | Reserved | | | | | | | | | | | | | |
| 255 | UE determines the slot format for the slot based on tdd-UL-DL-ConfigurationCommon, or tdd-ULDL-ConfigurationDedicated and, if any, on detected DCI formats | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: https://www.sharetechnote.com/html/5G/5G_FrameStructure.html

- **Numerología:** Permite definir el espaciado entre las subportadoras y la longitud del símbolo. En LTE, sólo se permite un tipo de espaciado entre subportadoras (15kHz), mientras que en NR varios tipos de espaciado entre subportadoras es permitido: 15kHz, 30kHz, 60kHz, 120kHz y 240kHz.

La siguiente tabla muestra las posibles configuraciones de numerología con los respectivos espaciados entre subportadoras.

| μ | $\Delta f = 2^\mu \cdot 15$ [kHz] | Prefijo cíclico | Uso para datos | Uso para sincronización |
|-------|-----------------------------------|-------------------|----------------|-------------------------|
| 0 | 15 | Normal | Sí | Sí |
| 1 | 30 | Normal | Sí | Sí |
| 2 | 60 | Normal, Extendido | Sí | No |
| 3 | 120 | Normal | Sí | Sí |
| 4 | 240 | Normal | No | Sí |

- **Carga de tráfico:** Define qué porcentaje de recursos se están utilizando del total de recursos disponibles en un sector. Sirve para el cálculo de la interferencia SINR en Xirio. Cuantos más recursos se usen en un sector, mayor será la interferencia que se genere.
- **MIMO DL:** Permite activar o desactivar el uso de MIMO en el canal descendente. Las opciones disponibles en Xirio de MIMO son 2x2, 4x2, 4x4, 8x8, 8x2 y 8x4. El uso de este tipo de técnicas permite la obtención de tasas muy altas de datos mediante la utilización de múltiples canales en paralelo.
- **Ganancia MIMO DL:** Este parámetro cuantifica la ganancia obtenida en el caso de utilizar técnicas de MIMO en el sentido descendente.
- **Incremento de ruido:** El incremento de ruido cuantifica la interferencia recibida en la estación base en el sentido ascendente.
- **Factor de ruido:** Factor de ruido del sector.
- **Alpha (control de potencia):** es el factor de compensación de las pérdidas en el trayecto que usa el terminal móvil como mecanismo de control de potencia.
- **P0 (control de potencia):** es la potencia deseada en la estación base que se obtiene a partir de la SINR objetivo definida por el usuario.
- **MIMO UL:** Permite activar o desactivar el uso de MIMO en el canal descendente. Las opciones disponibles en Xirio de MIMO son 1x8, 2x8, 4x8 y 8x8.
- **Ganancia MIMO UL:** Este parámetro cuantifica la ganancia obtenida en el caso de utilizar técnicas de MIMO en el sentido ascendente.

PARÁMETROS 5G DEL TERMINAL MÓVIL

Todos los parámetros 5G del sector, tienen inicialmente una configuración por defecto al seleccionar el tipo de servicio (tecnología) del estudio, con valores adecuados o típicos del tipo de simulación a realizar. Se recomienda, aun así, ser revisados y precisados por parte del usuario para adecuar su simulación a la realidad de los equipos que se pretenden simular.

The screenshot shows a software interface titled 'Parámetros 5G'. A note at the top states: 'Los siguientes parámetros son específicos para la realización de la estimación individual de cobertura. No se aplicarán al realizar un análisis detallado de capacidad/cobertura de toda la red 5G'. Below this, under 'Parámetros downlink:', there are four input fields: 'Margen de potencia' (0 dB), 'Factor de ruido' (7 dB), 'MIMO activo' (checked), and 'SS-RSRP threshold' (-112 dBm).

En función del tipo de trayecto (ascendente o descendente) que se pretenda simular se utilizarán en el cálculo o bien los parámetros Downlink o Uplink especificados en los parámetros 5G.

- **Factor de ruido:** Factor de ruido del terminal móvil.
- **MIMO activo:** Indica si el terminal móvil del usuario tiene la posibilidad de soportar las técnicas de MIMO del sector.
- **Umbral SS-RSRP:** Potencia mínima necesaria en recepción de señal SS-RSRP.

BANDA ANCHA INALÁMBRICA

Este apartado presenta algunos de los aspectos específicos vinculados a la planificación de redes de acceso para dar servicio de banda ancha inalámbrica tales como WiMAX, LMDS, WiFi, etc.. Este tipo de redes consisten en un sistema punto-multipunto donde las estaciones cubren un área con N posibles usuarios fijos.

El proceso de planificación está basado en los pasos comunes especificados en el apartado de [planificación de redes de acceso](#), si bien, aquí se particularizan algunos aspectos para una mejor adaptación al tipo de redes en proyecto.

A continuación, se enumeran los pasos del proceso de planificación de red de acceso destacando en cada uno de ellos, y cuando resulte necesario, los puntos a los que el usuario debe prestar una especial atención de cara a la planificación de estas redes.

ANÁLISIS DE NECESIDADES - CONFIGURACIÓN

- **Cartografía.** Este tipo de tecnologías requieren, en la mayor parte de los casos, asegurar prácticamente la existencia de línea de vista entre las estaciones transmisora y receptora. Por esta razón, es importante disponer de una cartografía muy detallada que podrá diferir dependiendo de la zona de servicio para la red a planificar, requiriendo en cada caso cartografía rural, urbana o ambas.

Cuando las estaciones están ubicadas en zonas rurales suelen emplearse modelos del terreno de entre 50 y 5 metros de resolución. Los modelos del terreno presentan valores de cotas del terreno (suelo) sobre el nivel del mar, por lo que no contemplan la presencia de edificaciones ni vegetación. Con el fin de asegurar el correcto comportamiento de la red en un caso extremo, es posible emplear una capa morfológica e introducir determinados incrementos de cota en función de las distintas zonas de vegetación o edificadas.

En las zonas urbanas, donde los edificios pueden obstaculizar el rayo directo entre las estaciones, es aconsejable el empleo de modelos del terreno con edificios a resoluciones de 1 ó 2 metros.

Cuando las estaciones están ubicadas en proximidades a un núcleo urbano, es posible emplear múltiples capas de altimetría para analizar la propagación hacia el interior del mismo teniendo en cuenta los obstáculos que puedan suponer sus edificios.

- **Métodos de cálculo.** La mayor parte de las tecnologías de banda ancha inalámbrica tales como LMDS, WiMAX, etc. trabajan a frecuencias superiores a 2 GHz y suelen requerir línea de vista o unas pérdidas mínimas por difracción en obstáculos del trayecto para su correcto funcionamiento.

- El [método de Línea de Vista](#) de **Xirio** estima las pérdidas por espacio libre de un trayecto siempre y cuando esté libre de obstáculos.
- En los casos en los que la tecnología permite la recepción de señal en presencia de obstáculos en el trayecto pueden emplearse los métodos de Difracción urbana, cuando se disponga de cartografía urbana de precisión, o los métodos comunes de difracción como la [Rec. UIT-R P.526](#) o el [método de Deygout](#) en entornos rurales.

Por último, si se dispone de capas morfológicas, puede resultar útil realizar un incremento de las cotas sobre determinados tipos de terreno, como por ejemplo vegetación o zonas urbanas. De esta forma es posible tener en cuenta la hipotética presencia de obstáculos en el trayecto que no están reflejados en el modelo digital del terreno.

PARAMETRIZACIÓN DE ESTACIONES

- **Balance de enlace.** De forma previa a la planificación de red, el usuario debe realizar su cálculo de balance de enlace y determinar cuál es el trayecto crítico entre ascendente (*uplink*) y descendente (*downlink*). Debido a que las pérdidas del trayecto son idénticas en ambos sentidos, **Xirio** simula únicamente el trayecto descendente. Sin embargo, si el usuario detecta que el *uplink* es el trayecto crítico, puede simular éste con tan sólo intercambiar los parámetros de potencia y sensibilidad de la Estación Base y la Estación Cliente en los objetos transmisor y parámetros radio de recepción.
- **Estaciones y sectores.** Las redes de comunicaciones móviles se componen típicamente de una distribución de estaciones en forma de malla celular. Cada una de las estaciones puede estar compuesta de uno o varios sectores. La forma de definir estas entidades en **Xirio** es definiendo un emplazamiento como ubicación de la estación y tantos objetos transmisores como sectores.

PLANIFICACIÓN DE REDES

- **Mejor servidor por señal.** El usuario debe indicar qué criterio empleará **Xirio** para determinar el transmisor deseado (mejor servidor) en cada punto. Éste es el transmisor al que se vincularía el móvil en cada punto en condiciones normales. Lo habitual es trabajar con un criterio de mejor servidor por señal, esto es, el móvil se vincularía al transmisor del que recibe un mayor nivel de señal.
- **Orientación de los receptores.** Es importante destacar que, los receptores vinculados a cada estudio de cobertura, orientan automáticamente su antena hacia su transmisor asociado en dicho estudio de cobertura. En este tipo de redes, en el que la antena del terminal de usuario es muy directiva, este aspecto es importante dado que el nivel de señal de su transmisor asociado entra con máxima ganancia de la antena receptora mientras que el resto de señales entrarán atenuadas desde otros azimutales.

MÉTODOS DE CÁLCULO

Los métodos de cálculo de **Xirio** están basados en una serie de modelos básicos o estándares, generalmente promovidos por recomendaciones de carácter internacional, a los que se añade la posibilidad de configurar determinados parámetros para un ajuste más preciso debido a circunstancias concretas de la planificación. Los parámetros a configurar en la ventana correspondiente al método de cálculo dependerán del método de propagación básico seleccionado por el usuario.

Los métodos de propagación básicos son los siguientes:

- **Rec. UIT-R P.526**. Método determinístico basado en difracción. Válido para frecuencias mayores de 30 MHz. Empleado en todos los servicios radioeléctricos en entornos rurales y mixtos siempre que se disponga de cartografía de media o alta resolución.
- **Deygout**. Método determinístico basado en difracción. Válido para frecuencias mayores de 30 MHz. Empleado en todos los servicios radioeléctricos en entornos rurales y mixtos siempre que se disponga de cartografía de media o alta resolución.
- **Línea de vista**. Método de cálculo que proporciona predicción del nivel de señal únicamente en condiciones de despejamiento del trayecto, aplicando la atenuación por espacio libre.
- **Rec. UIT-R P.1546**. Método empírico para la gama de frecuencias de 30 MHz a 1 GHz. Válido en entornos rurales para cualquier servicio radioeléctrico, pero especialmente recomendado para radiodifusión sonora y audiovisual cuando no se dispone de cartografía precisa o a distancias superiores a los 100 km.
- **Okumura-Hata**. Método empírico válido en la gama 150 MHz a 2 GHz. Recomendado para servicios de móviles y de acceso de banda ancha en entornos rurales y urbanos cuando no se disponga de cartografía de alta resolución.
- **Okumura-Hata modulado**. Método híbrido válido en la gama 150 MHz a 2 GHz. Basado en el método de Okumura-Hata, realiza una corrección en función de las perdidas de difracción, aprovechando la cartografía de alta resolución en entornos urbanos.
- **Xia-Bertoni**. Método determinístico válido en la gama de frecuencias de 800 MHz a 2 GHz. Recomendado para entornos urbanos en servicios móviles y acceso de banda ancha. Requiere cartografía urbana con información de edificios ([MDE](#)).
- **Rec. UIT-R P.1411**. Método determinístico válido en la gama de frecuencias de 800 MHz a 5 GHz. Recomendado para entornos urbanos en servicios móviles y acceso de banda ancha. Requiere cartografía urbana con información de edificios ([MDE](#)).
- **COST 231**. Método determinístico válido en la gama de frecuencias de 800 MHz a 2 GHz. Recomendado para entornos urbanos en servicios móviles y acceso de banda ancha. Requiere cartografía urbana con información de edificios ([MDE](#)).
- **Stanford University Interim**. Método empírico válido para frecuencias menores de 11 GHz. Recomendado para el servicios móviles y de acceso a banda ancha (especialmente WiMAX) cuando no se dispone de cartografía urbana con edificios ([MDE](#)).
- **Rec. UIT-R P.1812**. Método determinístico válido en la gama de frecuencias de 30 MHz a 3 GHz. Empleado en entornos rurales y mixtos para todos los servicios radioeléctricos, y especialmente radiodifusión, siempre que se disponga de cartografía de media o alta resolución.
- **Rec. UIT-R P.452**. Método de cálculo determinístico válido en la gama de frecuencias de 700 MHz a 50 GHz. Especialmente recomendado para el cálculo de interferencias en radioenlaces del servicio fijo.

- **Rec. UIT-R P.530.** Método de cálculo determinístico válido para frecuencias mayores de 30 MHz. Incorpora el análisis de viabilidad de radioenlaces digitales del servicio fijo.
- **Definido por el usuario.** Método de cálculo configurable por el usuario, en el cual es posible definir la pérdida básica asociada a la propagación de la señal mediante una expresión configurada manualmente por el usuario. En los términos de dicha expresión podrán combinarse términos en los que intervenga la distancia (Km), la frecuencia (MHz), la altura del transmisor (m), la altura del receptor (m), la altura efectiva de transmisor (m) y las pérdidas por difracción (dB).
- **Curvas de superficie.** Método de cálculo de propagación por onda de superficie. Válido para frecuencias menores de 30 MHz. Es recomendable el uso de cartografía morfográfica de conductividades del terreno.
- **Método Indoor.** Método de cálculo 2.5D empírico para la predicción de propagación en interiores. Compatible con escenarios de propagación indoor-outdoor, outdoor-indoor y entre diferentes plantas.
- **Rec. UIT-R P.528.** Método de cálculo empírico válido en la gama de frecuencias de 125 MHz - 15.5 GHz. Recomendado para servicios móvil aeronáutico y de radionavegación aeronáutica que utilizan las bandas de ondas métricas, decimétricas y centimétricas.
- **Rec. UIT-R P.1147.** Método empírico de predicción destinado a la gama de frecuencias comprendidas entre 150 y 1700 kHz aproximadamente, para longitudes de trayecto entre 50 y 12000 km.
- **Rec. UIT-R P.533.** Método empírico de predicción de frecuencias disponibles, de niveles de la señal y de la fiabilidad prevista para los sistemas con modulación analógica y digital en ondas decamétricas.

REC. UIT-R P.526-11

DESCRIPCIÓN

La Recomendación UIT-R P.526 [1] presenta varios modelos que evalúan el efecto de la difracción en la intensidad de campo recibida. Los modelos se aplican a diferentes tipos de obstáculos y a diversas geometrías de trayecto.

DESARROLLO

Tipos de Terreno

Dependiendo del tamaño de las irregularidades del terreno, pueden distinguirse tres tipos de terreno:

- a) Terreno liso: La superficie de la Tierra puede considerarse lisa si las irregularidades del terreno son del orden de $0,1R$ o inferiores a ese valor, donde R corresponde al máximo valor del radio de la primera zona de Fresnel en el trayecto de propagación. En este caso, el modelo de predicción se basa en la difracción sobre Tierra esférica (ver Sección 3).
- b) Obstáculos aislados: El perfil del terreno del trayecto de propagación está compuesto de uno o más obstáculos aislados. En este caso, dependiendo del número de obstáculos y de la idealización utilizada para caracterizar los mismos, deben utilizarse los modelos de predicción descritos en las Secciones 4-7.
- c) Terreno ondulado: El perfil está compuesto de varias colinas pequeñas, ninguna de las cuales representa un obstáculo mayor. En esta gama de frecuencias, la [Rec. UIT R P.1546](#) es la más adecuada para predecir la intensidad de campo pero no sirve como método de propagación por difracción.

Difracción sobre una Tierra esférica

El cálculo depende del tipo de trayecto, su distancia, la frecuencia y las características eléctricas de la superficie de la Tierra.

Para largas distancias transhorizonte, el valor relativo de la intensidad de campo por difracción, E , con respecto a la intensidad de campo en el espacio libre, E_0 , viene dado por la fórmula siguiente:

$$20 \log \frac{E}{E_0} = F(X) + G(Y_1) + G(Y_2) \quad \text{dB} \quad (1)$$

donde X es la longitud normalizada del trayecto entre las antenas de alturas normalizadas Y_1 y Y_2 (y donde $20 \log E / E_0$ es generalmente negativa).

Para este tipo de trayectos, el factor normalizado de admitancia de superficie K es relevante. Las fórmulas para el cálculo de este parámetro se encuentran en [1]. La Fig. 1 muestra una representación gráfica del mismo.

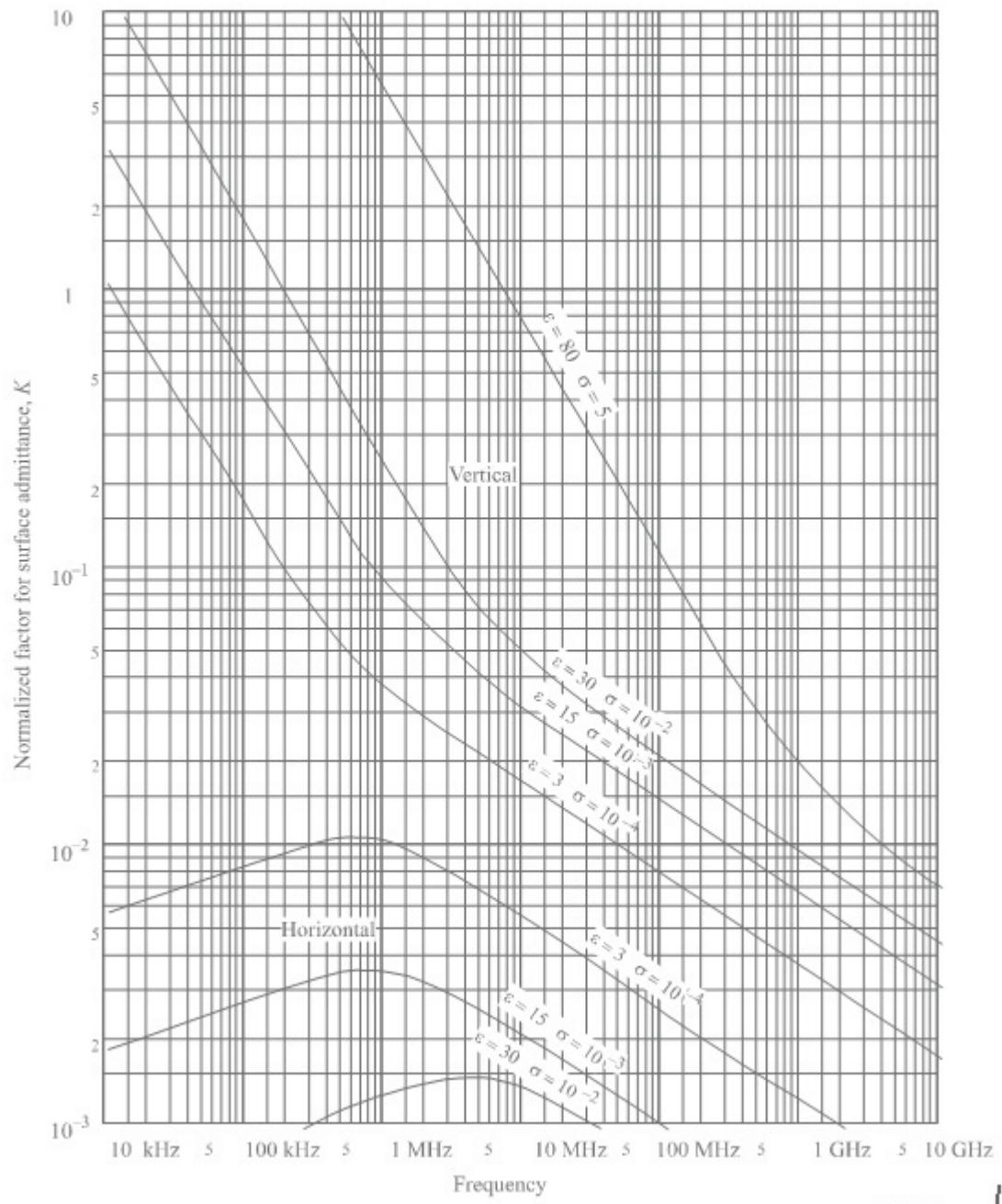


Fig. 1. Factor normalizado de admitancia de superficie K.

Los cálculos detallados para X, Y, F y G pueden encontrarse en [1]. Las expresiones no se reproducen en este documento debido a su complejidad y a la amplia disponibilidad de las recomendaciones de la UIT.

En el caso de trayectos con visibilidad directa (LOS) con difracción subtrayecto sobre Tierra esférica, puede utilizarse una interpolación lineal entre el límite de la zona de difracción (punto en que está libre de obstáculos el 60% del radio de la primera zona de Fresnel), donde la atenuación correspondiente al espacio libre es cero, y el horizonte radioeléctrico. Conforme a este procedimiento, las pérdidas por difracción se calculan en función del radio de la primera zona de Fresnel, R_1 , con la siguiente ecuación:

$$A(\text{dB}) = \left[1 - \frac{5}{3} \frac{h}{R_1} \right] A_h \quad (2)$$

donde:

h : trayecto libre de obstáculos entre 0 y $0,6 R_1$

A_h : pérdidas por difracción en el horizonte radioeléctrico

Obstáculo único en arista en filo de cuchillo

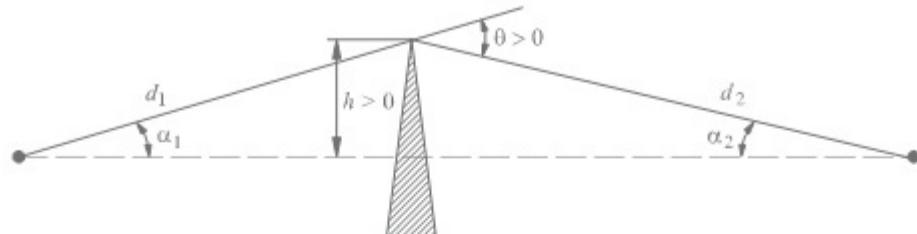
En este caso extremadamente idealizado (ver Fig. 2), todos los parámetros geométricos se agrupan en un solo parámetro adimensional, que normalmente se designa por v y que puede tomar distintas formas equivalentes según los parámetros geométricos elegidos. Por ejemplo:

$$v = h \sqrt{\frac{2}{\lambda} \left(\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} \right)} \quad (3)$$

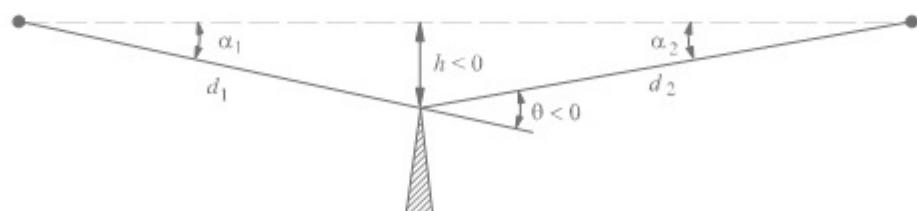
donde:

h : altura de la cima del obstáculo sobre la recta que une los dos extremos del trayecto. Si la cima queda por debajo de esa línea, h es negativa. El parámetro v tiene el mismo signo que h

d_1 y d_2 : distancias desde los dos extremos del trayecto a la cima del obstáculo



a)



b)

Fig. 2 Ilustración de un obstáculo idealizado con arista en filo de cuchillo.

Puede observarse que $v = \sqrt{2} \cdot (h/R_1)$ donde R_1 es el radio de la primera zona de Fresnel. La pérdida provocada por la presencia del obstáculo, $J(v)$, depende únicamente de v . Para la mayor parte de los casos prácticos ($v > -0.78$) puede calcularse como:

$$J(v) = 6.9 + 20 \log \left(\sqrt{(v - 0.1)^2 + 1} + v - 0.1 \right) \quad (4)$$

La Fig. 3 representa una ilustración gráfica de $J(v)$.

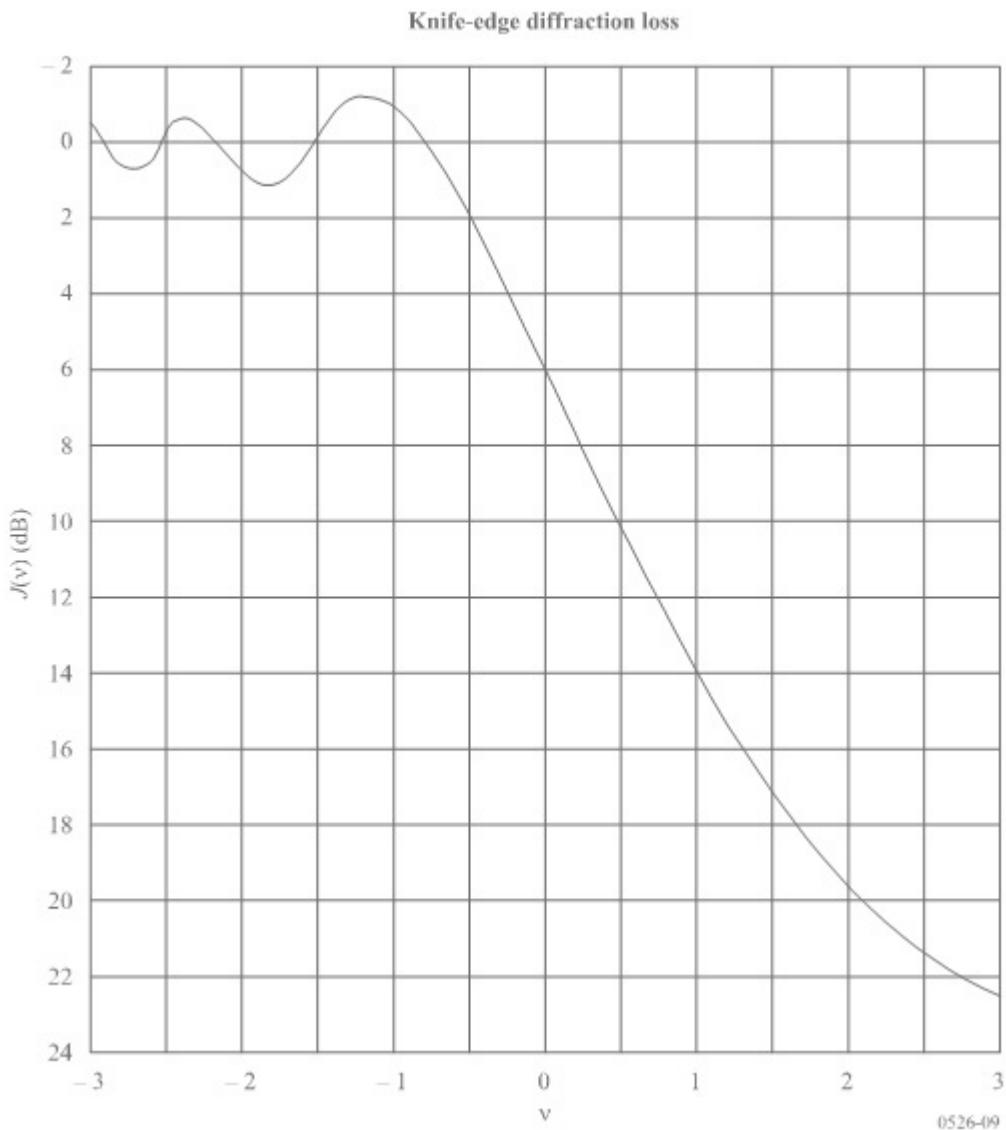


Fig. 3. Pérdidas por difracción en una arista en filo de cuchillo.

Obstáculo único de forma redondeada

En la Fig. 4 se indica la geometría de un obstáculo de forma redondeada de radio R . Obsérvese que las distancias d_1 y d_2 , y la altura h por encima de la línea de base, se miden con respecto al vértice formado por la intersección de la proyección de los rayos sobre el obstáculo. La pérdida por difracción de esta geometría puede calcularse mediante la siguiente expresión:

$$A = J(v) + T(m,n) \quad \text{dB} \quad (5)$$

donde $J(v)$ es la pérdida de Fresnel-Kirchoff debida a una arista en filo de cuchillo equivalente cuya cresta esté en el vértice y $T(m,n)$ es la atenuación adicional debida a la curvatura del obstáculo. Las expresiones para el cálculo completo pueden encontrarse en la Recomendación [1].

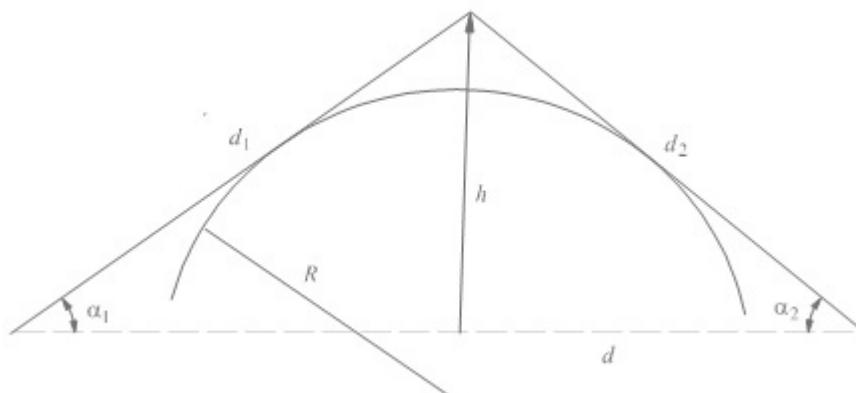


Fig. 4. Representación geométrica de un obstáculo redondeado.

Dos aristas aisladas

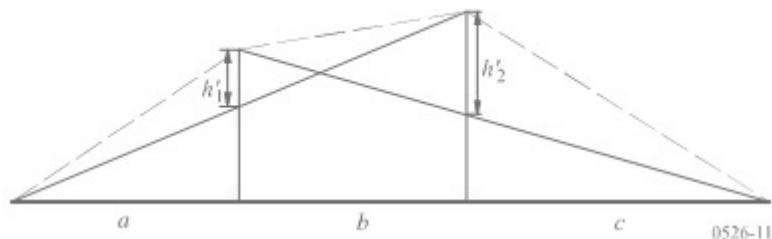
Un primer método consiste en aplicar sucesivamente la teoría de la difracción en arista de filo de cuchillo a los dos obstáculos; la parte superior del primer obstáculo actúa como fuente de difracción sobre el segundo (ver Fig. 5). El primer trayecto de difracción, definido por las distancias a y b y la altura h'_1 produce una pérdida L_1 (dB); el segundo trayecto de difracción, definido por las distancias b y c y la altura h'_2 produce una pérdida L_2 (dB). L_1 y L_2 se calculan utilizando las fórmulas de la Sección 4.1. Adicionalmente, debe añadirse un término de corrección L_c (dB) para tener en cuenta la separación b entre las dos aristas. L_c puede estimarse por la siguiente fórmula:

$$L_c = 10 \log \left[\frac{(a+b)(b+c)}{b(a+b+c)} \right] \quad (6)$$

válida cuando L_1 y L_2 son ambas superiores a unos 15 dB. La pérdida por difracción total viene dada entonces por:

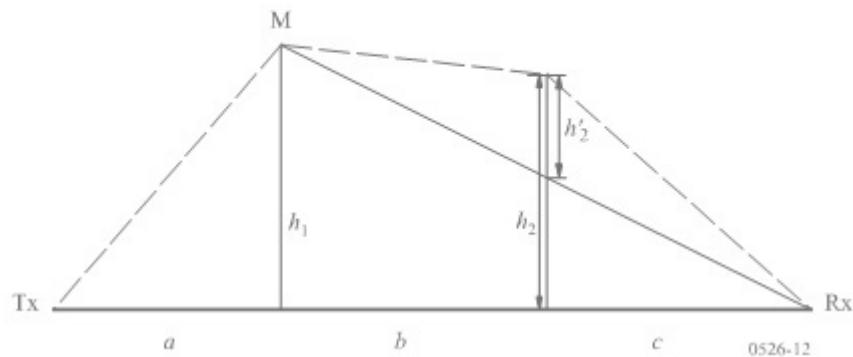
$$L = L_1 + L_2 + L_c \quad (7)$$

El método anterior es particularmente útil cuando ambas aristas producen pérdidas similares.

Método para dos aristas aisladas**Fig. 5. Dos aristas aisladas con pérdidas similares.**

Si predomina una arista (ver Fig. 6), el primer trayecto de difracción viene definido por las distancias a y $b + c$ y la altura h_1 . El segundo trayecto de difracción viene definido por las distancias b y c y la altura h'_2 .

Esta figura muestra el obstáculo principal y el secundario

**Fig. 6. Dos aristas aisladas con un obstáculo predominante**

El método consiste en aplicar sucesivamente la teoría de la difracción en una arista en filo de cuchillo a los dos obstáculos. En primer lugar, la mayor relación h/R_1 determina el obstáculo principal, M , donde h es la altura de la arista medida desde el trayecto directo Tx-Rx como muestra la Fig. 6, y R_1 es el radio del primer elipsoide de Fresnel que viene dado por la ecuación (2). A continuación se utiliza h'_2 que es la altura del segundo obstáculo desde el subtrayecto MR, para calcular las pérdidas causadas por este obstáculo secundario. Se debe restar un factor de corrección, T_c (dB), para tener en cuenta la separación entre las dos aristas así como su altura [1]. Por tanto, las pérdidas por difracción total vienen dadas por:

$$L = L_1 + L_2 - T_c \quad (8)$$

Este mismo método puede aplicarse a los obstáculos de forma redondeada, con las fórmulas correspondientes a este tipo de obstáculos.

Método de cilindros en cascada

Para calcular la pérdida por difracción sobre obstáculos múltiples, el método parte del supuesto de que cada obstáculo puede representarse mediante un cilindro cuyo radio es igual al radio de curvatura de la parte superior del obstáculo; este método es el que conviene utilizar cuando se dispone del perfil vertical detallado de la cumbre. La Fig. 7 muestra una representación gráfica del método.

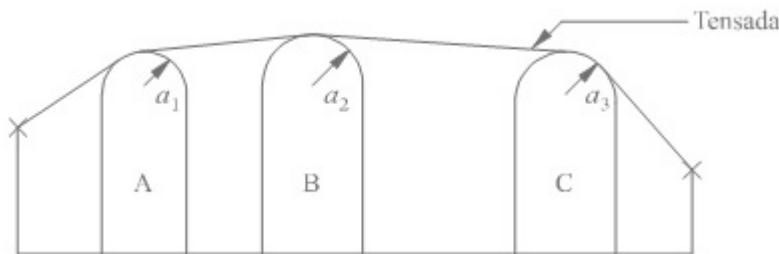


Fig. 7. Representación del método de cilindro en cascada.

Tras haber modelado el perfil de esta manera, las pérdidas por difracción para el trayecto se calculan como la suma de tres términos:

- la suma de las pérdidas por difracción en los cilindros;
- la suma de la difracción del subtrayecto entre cilindros (y entre cilindros y terminales adyacentes);
- un término de corrección.

Método de aristas en filo de cuchillo en cascada

Este método se basa en el [método Deygout](#) limitado a un máximo de tres aristas. La arista principal p en el trayecto define a su vez dos subtrayectos, con aristas dominantes t y r. El exceso de pérdida por difracción en el trayecto viene dado por:

$$L = J(v_p) + T [J(v_t) + J(v_r) + C] \quad \text{for } v_p > -0.78 \quad (9)$$

donde:

$J(V_p)$: pérdida por difracción en arista en filo de cuchillo en el obstáculo dominante p

$J(V_p)$, $J(V_r)$: pérdidas por difracción en aristas en filo de cuchillo en los obstáculos dominantes t y r, en los dos subtrayectos

C: corrección empírica

$$C = 10.0 + 0.04 D$$

D: longitud total del trayecto (km)

y

$$T = 1.0 - \exp [-J(V_p) / 6.0]$$

REFERENCIAS

- [1] ITU-R Recommendation P.526-10, "Propagation by diffraction", ITU, Geneva, Switzerland, 2007.

REC. UIT-R P.526-15

DESCRIPCIÓN

La Recomendación UIT-R P.526-15 [1] presenta varios modelos que evalúan el efecto de la difracción en la intensidad de campo recibida. Los modelos se aplican a diferentes tipos de obstáculos y a diversas geometrías de trayecto.

DESARROLLO

Método para un trayecto terrenal general

Este modelo se basa en la construcción de Bullington, pero también utiliza el modelo de difracción de la Tierra esférica. Estos modelos se combinan de forma que, para un trayecto totalmente liso, el resultado sea el mismo que el del modelo de la Tierra esférica.

El método incluye dos submodelos:

1. el método de difracción de Bullington utilizado con una corrección que se va ajustando para facilitar una transición suave entre la visión directa y la transhorizonte.
2. el método de la Tierra esférica.

Modelo de Bullington

En las siguientes ecuaciones se calculan las pendientes en m/km en relación con la línea que une las alturas del nivel del mar en el transmisor y en el receptor. La distancia y altura del punto de perfil i -ésimo son d_i km y h_i m sobre el nivel del mar respectivamente, el valor i varía entre 1 y n siendo n el número de puntos de perfil, y la longitud total del trayecto es d km. Por conveniencia, los terminales al principio y al final del perfil se consideran como el transmisor y el receptor con alturas en m sobre el nivel del mar h_{ts} y h_{rs} , respectivamente. La curvatura ficticia de la Tierra C_e km $^{-1}$ viene dada por $1/r_e$ siendo r_e el radio ficticio de la Tierra en km. Las longitudes de onda en metros se representan por λ .

El punto intermedio del perfil con la mayor pendiente de la línea que separa al transmisor del punto viene dado por:

$$S_{tim} = \max \left[\frac{h_i + 500 C_e d_i (d - d_i) - h_{ts}}{d_i} \right] \quad \text{m/km} \quad (1)$$

donde el índice i del perfil toma los valores 2 a $n - 1$.

La pendiente de la línea desde el transmisor al receptor se calcula suponiendo un trayecto de visión directa:

$$S_{tr} = \frac{h_{rs} - h_{ts}}{d} \quad \text{m/km} \quad (2)$$

A continuación se deben considerar dos casos.

Caso 1. El trayecto es de visión directa

Si $S_{tim} < S_{tr}$ el trayecto es de visión directa.

El punto intermedio del perfil con el mayor parámetro de difracción v viene dado por:

$$v_{max} = \max \left\{ \left[h_i + 500 C_e d_i (d - d_i) - \frac{h_s (d - d_i) + h_n d_i}{d} \right] \sqrt{\frac{0.002 d}{i d_i (d - d_i)}} \right\} \quad (3)$$

donde el índice i del perfil toma los valores 2 a $n - 1$.

En este caso, las pérdidas de arista en filo de cuchillo para el punto de Bullington vienen dadas por:

$$L_{uc} = J(v_{max}) \quad \text{dB} \quad (4)$$

donde la función J se obtiene del modelo de difracción en un único obstáculo en filo de cuchillo.

Caso 2. Trayecto transhorizonte

Si $S_{tim} \geq S_{tr}$ el trayecto es transhorizonte.

El punto intermedio del perfil con la mayor pendiente de la línea entre el receptor y el punto viene dado por:

$$S_{rim} = \max \left[\frac{h_i + 500 C_e d_i (d - d_i) - h_n}{d - d_i} \right] \quad \text{m/km} \quad (5)$$

donde el índice del perfil i toma los valores 2 a $n - 1$.

La distancia del punto de Bullington desde el transmisor se calcula mediante:

$$d_b = \frac{h_{ts} - h_{ts} + S_{rim} d}{S_{tim} + S_{rim}} \quad \text{km} \quad (6)$$

El parámetro de difracción, v_b , para el punto de Bullington se calcula mediante:

$$v_b = \left[h_{ts} + S_{tim} d_b - \frac{h_s (d - d_b) + h_n d_b}{d} \right] \sqrt{\frac{0.002 d}{i d_b (d - d_b)}} \quad (7)$$

En este caso, las pérdidas de arista en filo de cuchillo para el punto de Bullington vienen dadas por:

$$L_{uc} = J(v_b) \quad \text{dB} \quad (8)$$

Para las pérdidas L_{uc} calculadas utilizando la ecuación (4) o la ecuación (8), las pérdidas de difracción de Bullington para el trayecto vienen dadas ahora por:

$$L_b = L_{uc} + [1 - \exp(-L_{uc}/6)](10 + 0.02 d) \quad (9)$$

Método completo

Para un perfil del terreno y alturas de antena reales se utiliza el método de Bullington que se acaba de presentar. Las pérdidas de difracción de Bullington resultantes para el trayecto real L_{ba} dB, se fijan a L_b como indica la ecuación (9).

A continuación se hallan las alturas ficticias del transmisor y del receptor relativas a una superficie lisa ajustadas al perfil.

Los valores provisionales iniciales para las alturas de una superficie lisa en los extremos transmisor y receptor del trayecto se calculan de la siguiente forma:

$$v_1 = \sum_{i=2}^n (d_i - d_{i-1})(h_i + h_{i-1}) \quad (10)$$

$$v_2 = \sum_{i=2}^n (d_i - d_{i-1})[h_i(2d_i + d_{i-1}) + h_{i-1}(d_i + 2d_{i-1})] \quad (11)$$

$$h_{strip} = \left(\frac{2v_1d - v_2}{d^2} \right) \quad (12a)$$

$$h_{strip} = \left(\frac{v_2 - v_1d}{d^2} \right) \quad (12b)$$

Para encontrar la mayor altura de obstrucción sobre la línea de visión del trayecto desde el transmisor y el receptor h_{obs} , y los ángulos de elevación sobre el horizonte α_{obt} , α_{obr} , se calculan a partir de la geometría de Tierra plana:

$$h_{obs} = \max \{h_{obi}\} \quad \text{m} \quad (13a)$$

$$\alpha_{obt} = \max\{h_{obi}/d_i\} \quad \text{mrad} \quad (13b)$$

$$\alpha_{obr} = \max\{h_{obi}/(d - d_i)\} \quad \text{mrad} \quad (13c)$$

donde:

$$h_{obi} = h_i - [h_{ts}(d - d_i) + h_{rs}d_i]/d \quad \text{m} \quad (13d)$$

y el índice i del perfil toma los valores 2 a (n-1).

Para calcular los valores provisionales de las alturas de una superficie lisa en los extremos transmisor y receptor del trayecto se utiliza:

Si h_{obs} es menor o igual a cero, entonces:

$$h_{stp} = h_{stip} \quad \text{masl} \quad (14a)$$

$$h_{srp} = h_{srp} \quad \text{masl} \quad (14b)$$

en otro caso:

$$h_{stp} = h_{stip} - h_{obs}g_t \quad \text{masl} \quad (14c)$$

$$h_{srp} = h_{srp} - h_{obs}g_r \quad \text{masl} \quad (14d)$$

donde:

$$g_t = \alpha_{obt}/(\alpha_{obt} + \alpha_{obr}) \quad (14e)$$

$$g_r = \alpha_{obr}/(\alpha_{obt} + \alpha_{obr}) \quad (14f)$$

Para el cálculo de los valores finales de las alturas de la superficie lisa en los extremos transmisor y receptor del trayecto:

Si h_{stp} es mayor que h_1 entonces:

$$h_{st} = h_1 \quad \text{masl} \quad (15a)$$

en otro caso:

$$h_{st} = h_{srp} \quad \text{masl} \quad (15b)$$

Si h_{srp} es mayor que h_n entonces:

$$h_{sr} = h_n \quad \text{masl} \quad (15c)$$

en otro caso:

$$h_{sr} = h_{srp} \quad \text{masl} \quad (15d)$$

Para un perfil liso se utiliza el método de Bullington fijando todas las alturas de perfil h_i a cero, y con alturas de antena modificadas:

$$h'_{ts} = h_{ts} - h_{st} \quad \text{masl} \quad (16a)$$

$$h'_{rs} = h_{rs} - h_{sr} \quad \text{masl} \quad (16b)$$

Las pérdidas de difracción de Bullington resultantes para el trayecto liso, L_{bs} dB, se fijan a L_b mediante la ecuación (9).

Para la longitud de trayecto real d km se utiliza el método de difracción sobre Tierra esférica con:

$$h_1 = h'_{ts} \quad \text{m} \quad (17a)$$

$$h_2 = h'_{rs} \quad \text{m} \quad (17b)$$

Las pérdidas de difracción de Tierra esférica resultantes se fijan en L_{sph} dB.

Las pérdidas de difracción para el trayecto general vienen dadas por:

$$L = L_{ba} + \max\{L_{sph} - L_{bs}, 0\} \quad \text{dB} \quad (18)$$

REFERENCIAS

- [1] ITU-R Recommendation P.526-15, "Propagation by diffraction", ITU, Geneva, Switzerland, 2019.

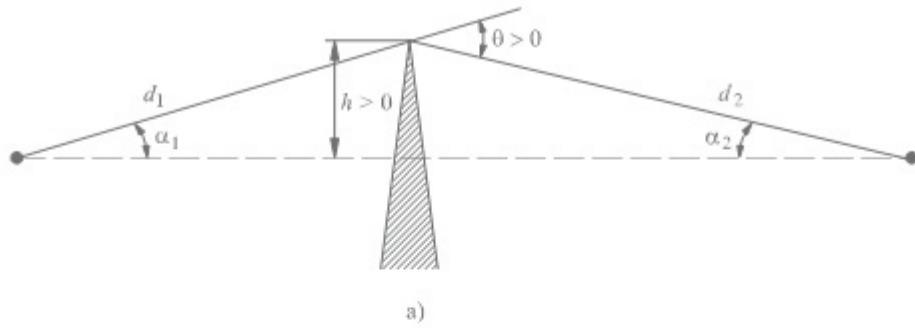
DEYGOUT

DESCRIPCIÓN

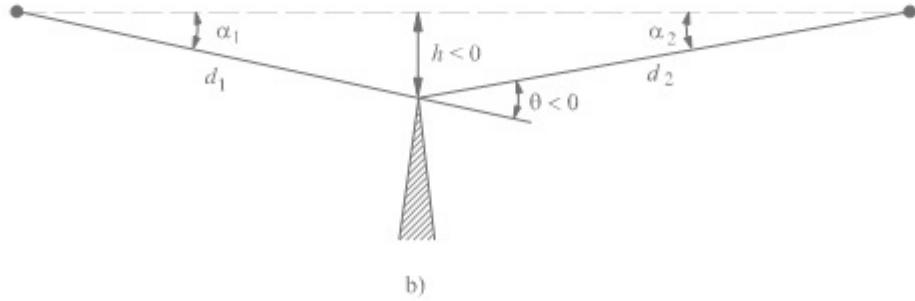
Este modelo se basa en el propuesto en [1] por el investigador Deygout, actualizado por el equipo de desarrollo de **Xirio** para tener en cuenta algunos aspectos no previstos en el documento original.

Se supone que los obstáculos son del tipo "filo de cuchillo". Se utiliza un algoritmo recursivo generalizado, que permite abordar el cálculo de las pérdidas por difracción para cualquier número de obstáculos.

Como complemento, se recomienda consultar la ayuda relativa a los modelos de la [Rec. UIT-R P.526](#), ya que en ella se presentan algunos conceptos generales sobre la difracción que pueden ser de utilidad para la comprensión de este método.



a)



b)

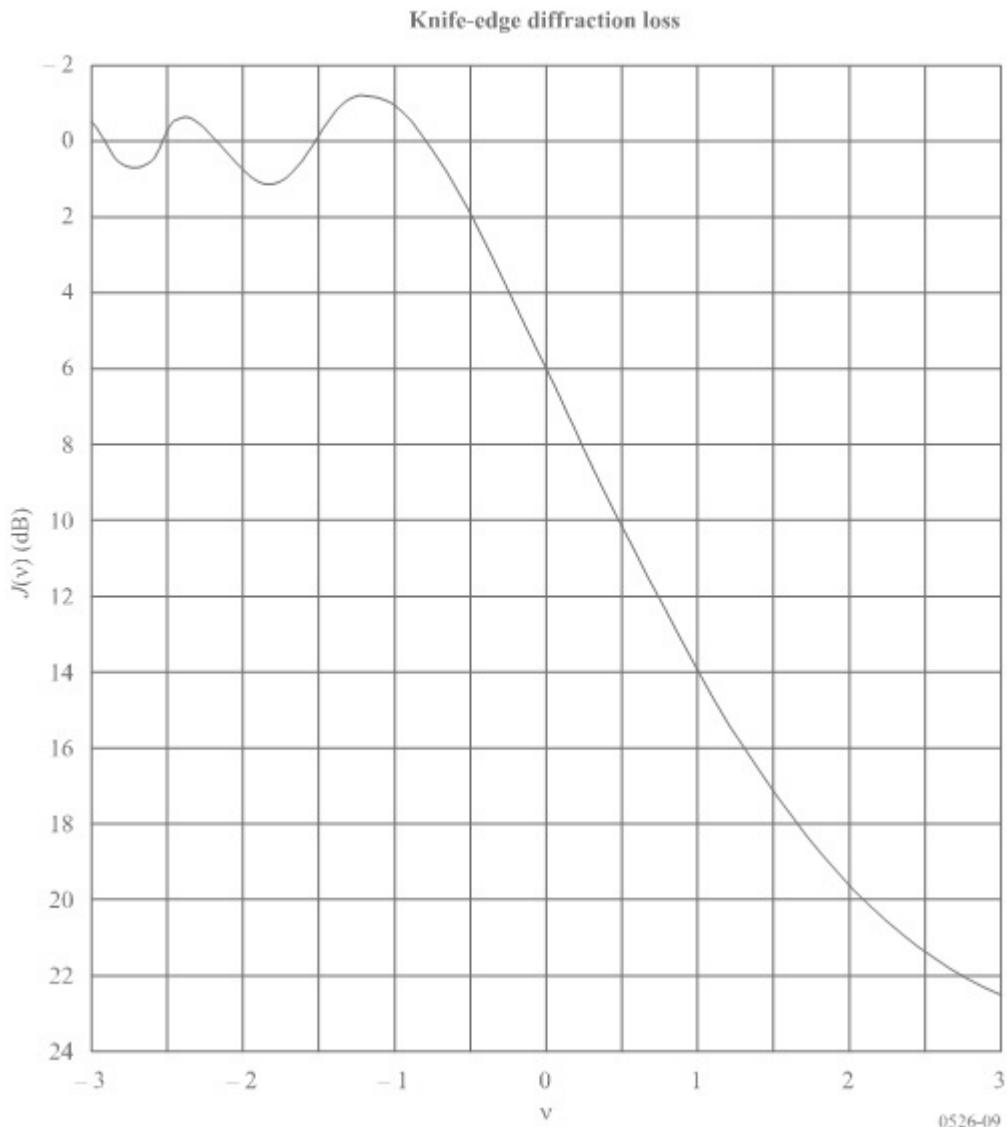
Ilustración de un obstáculo idealizado con arista en filo de cuchillo.

DESARROLLO

En el primer paso se identifica el obstáculo principal en el trayecto, aquel para el que la variable de difracción, denominada V_p en este caso, toma el valor más alto. Se calculan las pérdidas por difracción $J(V_p)$ que provoca la presencia de este obstáculo en el trayecto total.

Si el obstáculo bloquea el rayo ($V_p > 0$), se definen dos subtrayectos, entre los dos extremos del trayecto principal y el obstáculo. Para cada uno de ellos se identifica el obstáculo principal, con variable de difracción V_t y r , calculando a continuación las pérdidas por difracción que produce cada uno de estos obstáculos, $J(V_p)$ y $J(V_r)$, en el subtrayecto en que está ubicado.

Si alguno de estos dos obstáculos secundarios bloquea el rayo ($V_{t,r} > 0$) en el subrayecto, se utiliza como referencia para definir dos nuevos subrayectos de forma similar al paso anterior. El proceso continúa de manera recursiva hasta que no existe ningún obstáculo que bloquee el rayo en ninguno de los subrayectos resultantes. Las pérdidas que producen los obstáculos que interceptan la primera zona de Fresnel, sin llegar a bloquear el rayo, dentro del mismo subrayecto, se suman entre sí (método EMP).



Pérdidas por difracción en una arista en filo de cuchillo.

REFERENCIAS

- [1] J. Deygout, "Multiple knife-edge diffraction of microwaves," in *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 14, no. 4, pp. 480-489, Jul 1966. doi: 10.1109/TAP.1966.1138719

LÍNEA DE VISTA

DESCRIPCIÓN

El modelo LOS (modelo *Line-Of-Sight*) describe el canal de propagación como aquél en el cuál, dado un transmisor y un receptor situado a una distancia dada, se transmite una señal radioeléctrica a través de espacio libre. El modelo asume un escenario sin obstrucciones físicas entre el transmisor y el receptor, además de considerar que la señal se propaga a lo largo de una línea recta entre ambos extremos. Si existen obstáculos en el trayecto de propagación, la señal recibida es cero. En otras palabras, el modelo no tiene en cuenta efectos de difracción.

En realidad el trayecto seguido por el rayo es curvo, debido a las variaciones en el índice de refracción de la troposfera. Para lograr una representación del trayecto en términos de una propagación rectilínea, se emplea el concepto de radio efectivo de la Tierra, empleando el factor k con un valor típico de $4/3$, aunque puede también utilizarse cualquier otro valor especificado por el diseñador del radioenlace. El factor k es un valor constante para cada trayecto en particular, que permite modificar el radio de la Tierra y modelar así la curvatura en la trayectoria de la señal radioeléctrica.

DESARROLLO

Como se ha mencionado previamente, el modelo LOS requiere que la visibilidad entre transmisor y receptor sea completa y libre de obstáculos. Este análisis puede llevarse a cabo analizando el perfil del terreno a lo largo del cual se extiende el trayecto de propagación, en el cual debe verificarse que existe línea de vista directa entre ambos extremos del enlace.

Si el trayecto entre transmisor y receptor está bloqueado, se asume que el nivel de señal recibida es nulo. En caso contrario, la propagación en condiciones de espacio libre se calcula, de acuerdo con alguna de las expresiones de la Rec. UIT-R P.525-2 [1], como se indica a continuación. Todas ellas conducen a los mismos resultados.

Enlaces punto a área

La intensidad de campo, e , en un punto situado a una cierta distancia del transmisor, se calcula mediante la expresión:

$$e = \sqrt{30} \frac{\sqrt{p}}{d} \quad (1)$$

donde:

e : intensidad de campo eficaz [V/m]

p : potencia isótropa radiada equivalente (PIRE) del transmisor en la dirección del punto considerado [W]

d : distancia del transmisor al punto considerado [m]

La ecuación (1) puede expresarse en unidades logarítmicas dBu (dB μ V/m) de la siguiente manera:

$$E(\text{dBu}) = 74,8 + P(\text{dBW}) - 20\log d(\text{km}) \quad (2)$$

Enlaces punto a punto

La pérdida de espacio libre, I_{bf} , es función de la frecuencia y la distancia del transmisor al punto de referencia (receptor), y viene dada por:

$$I_{bf} = \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2 \quad (3)$$

Esta ecuación puede expresarse en unidades logarítmicas de la siguiente manera:

$$L_{bf} (\text{dB}) = 32.45 + 20 \log f(\text{MHz}) + 20 \log d(\text{km}) \quad (4)$$

REFERENCIAS

- [1] ITU-R Recommendation P.525-2, "Calculation of free-space attenuation", ITU, Geneva, Switzerland, 1994.

REC. UIT-R P.1546

DESCRIPCIÓN

La Recomendación UIT-R P.1546 [1] describe un método de predicción de propagación radioeléctrica punto-a-zona para servicios terrenales en el rango de frecuencias de 30 a 3000 MHz. Su uso está pensado para enlaces radioeléctricos troposféricos sobre trayectos terrestres, marítimos y/o mixtos (terrestre-marítimo), cuyas longitudes se encuentren entre 1-1000 km, para alturas de antena de transmisión efectivas menores de 3000 m. El método se basa en la interpolación/extrapolación de curvas de intensidad de campo deducidas empíricamente, en función de la distancia, la altura de la antena, la frecuencia y el porcentaje de tiempo. El procedimiento de cálculo incluye además una serie de factores de corrección para los resultados obtenidos mediante este procedimiento de interpolación/extrapolación, que toman en cuenta además las posibles obstrucciones en el despejamiento del terreno y efectos de *clutter* en el terminal.

Los resultados obtenidos con el método convergen con los del [modelo de Okumura-Hata](#), en la zona en que los rangos de aplicación de ambos se superponen.

El modelo es válido para:

- f: 30 a 3000 [MHz]
- h1: = 3000 [m]
- h2: > 1 (terrestre), > 3 m (marino) [m]
- d: 1 a 1000 [km]

El modelo se describe brevemente en la siguiente sección. Los cálculos no se describen en detalle debido a su complejidad y a la amplia disponibilidad de las recomendaciones de la UIT para consulta directa. En este caso, los procedimientos de cálculo detallados pueden encontrarse en [1].

DESARROLLO

Los siguientes datos de entrada son necesarios:

- Frecuencia f [MHz].
- Distancia d [km].
- Altura de la antena transmisora/estación base, h1 [m]. Su valor depende de la longitud y del tipo de trayecto. Para trayectos marítimos, la altura corresponde a la altura de la antena sobre el nivel del mar. Para trayectos terrestres la altura efectiva de la antena de la estación base, heff, se define como su altura sobre el nivel medio del terreno para distancias comprendidas entre 3 y 15 km desde el transmisor en la dirección de la antena receptora. Para trayectos terrestres cuya longitud sea superior a 15 km, se considera h1 = heff. Los cálculos necesarios para trayectos más cortos se pueden encontrar en [1].
- Altura de la antena receptora/móvil h2 [m]. Se considera la altura de la antena sobre el terreno local.
- Porcentaje de tiempo T%. Se calcula la intensidad de campo excedida para este porcentaje de tiempo.
- Porcentaje de ubicaciones L%. Se calcula la intensidad de campo excedida en este porcentaje de ubicaciones.
- Datos del terreno: Deben identificarse los tipos de área presentes a lo largo del trayecto: terrestre, marítima (sobre mar frío o mar cálido). El cálculo de h1 requiere información detallada sobre la altitud del terreno así como el "ángulo de

"despejamiento del terreno" (*terrain clearance angle*) en caso de que este factor de corrección vaya a ser usado.

- Datos de *clutter*: En caso de que se fuera a usar la corrección por *clutter* en el receptor, deben identificarse las áreas urbanas y suburbanas presentes en el trayecto.

Las curvas de intensidad de campo vs. distancia se presentan en [1] para las siguientes condiciones:

- Distancia: 1 a 1000 km.
- Frecuencia: 100, 600 y 2000 MHz.
- 1%, 10% y 50% de tiempo.
- Área terrestre, mar frío y mar cálido.
- Altura de antena transmisora/estación base estación h_1 : ocho valores normalizados desde 10 a 1200 metros.
- Altura de antena receptora/móvil h_2 equivalente a la altura representativa de *clutter*.
- 50% de las ubicaciones.

En [1] se incluyen un total de 24 figuras i.e. 8 por cada frecuencia de referencia. De cada conjunto de figuras, 2 corresponden al 50% del tiempo (trayectos terrestres y marítimos) y hay 3 (tierra, mar frío, mar cálido) para cada uno de los restantes porcentajes. En cada figura se incluyen 8 curvas, que corresponden a cada uno de los valores normalizados de h_1 .

Si el trayecto comprende secciones mixtas i.e. terrestres y marítimas, se debe aplicar un procedimiento especial para este tipo de trayectos.

En [1] se presenta un procedimiento de interpolación/extrapolación para calcular la intensidad de campo para valores no-normalizados de h_1 . Se proveen diferentes métodos de cálculo para los casos de rangos de h_1 comprendidos entre 10 m y 3000 m, $0 \text{ m} < h_1 < 10 \text{ m}$ y valores negativos de h_1 .

Si la frecuencia de interés es diferente a cualquiera de los valores normalizados, se utiliza un procedimiento de interpolación/extrapolación. A partir de los datos a 100 y 600 MHz, se obtiene la intensidad de campo para frecuencias entre 30 y 600 MHz. De manera similar, a partir de los datos a 600 y 2000 MHz, pueden calcularse valores de intensidad de campo para frecuencias entre 600 MHz y 3000 MHz.

Si el porcentaje de tiempo es diferente a los valores normalizados, se proporciona un método de interpolación para calcular la intensidad de campo para cualquier porcentaje de tiempo comprendido entre 1% y 50%. No se permite ningún proceso de extrapolación para obtener valores fuera de este rango.

Todos los procedimientos expuestos en párrafos anteriores, tienen en común el uso de curvas para obtener valores mediante interpolación/extrapolación. Una vez se han aplicado, el valor de la intensidad de campo resultante corresponde al estimado a la distancia requerida, frecuencia, altura h_1 , porcentaje de tiempo y tipo de trayecto (terrestre/marítimo). Las curvas de intensidad de campo vs. distancia no son utilizadas en lo sucesivo. A partir de aquí, se aplican una serie de factores de corrección.

En caso de existir disponibilidad de información local sobre el terreno situado alrededor de la antena del receptor/móvil, puede calcularse un "ángulo de despejamiento del terreno" (*terrain clearance angle*) y emplearlo para tomar en cuenta la difracción de la señal en obstáculos que se encuentren en sus cercanías.

Se provee además un método detallado para calcular la intensidad de campo debido a *scattering troposférico*, dado que los métodos previamente descritos podrían no tomar en cuenta en su totalidad el efecto de este mecanismo de propagación. En caso de que este

nuevo cálculo produjera como resultado un valor superior al calculado previamente, debe usarse el mayor.

Las curvas en el modelo han sido calculadas para alturas de antena receptora/móvil, h_2 , igual a h_R , la altura de representativa de *clutter*. Se puede aplicar un factor de corrección al valor real de h_2 , si éste es diferente del de referencia.

La variabilidad en localizaciones se modela mediante una distribución normal, cuyo valor medio es el valor de la intensidad de campo calculada en los pasos previos. La desviación estándar σ_L (dB) puede estimarse a partir de la siguiente expresión [1]:

$$\sigma_L = K + 1.3 \log(f) \quad (1)$$

donde:

$K = 1.2$, para receptores con antenas por debajo de la altura de *clutter* en entornos urbanos o suburbanos de sistemas móviles con antenas omnidireccionales colocadas en la parte superior del coche

$K = 1.0$, para receptores con antenas en el tejado cerca de la altura *clutter*

$K = 0.5$, para receptores en áreas rurales

f : frecuencia requerida (MHz)

Para sistemas de radiodifusión en VHF y UHF, se considera usualmente $\sigma_L = 5.5$ dB para sistemas digitales y $\sigma_L = 8.3$ dB y 9.5 dB para sistemas analógicos en 100 y 600 MHz, respectivamente.

Este procedimiento de corrección puede ser empleado para porcentajes de localizaciones entre el 1% y el 99%.

Algunas combinaciones realizadas con estas correcciones, podrían llevar en algún caso a valores de intensidad de campo que exceden los valores máximos que pueden ser físicamente alcanzables. En este caso, la intensidad de campo resultante debe verificarse con el valor máximo de intensidad de campo, calculado bajo condiciones de propagación en espacio libre, considerando además el posible refuerzo de señal en porcentajes pequeños de tiempo en trayectos marítimos.

REFERENCIAS

[1] ITU-R Recommendation P.1546-4, "Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3000 MHz", ITU, Geneva, Switzerland, 2009.

OKUMURA-HATA

DESCRIPCIÓN

A partir de una extensa campaña de medidas llevada a cabo en Tokyo, en el rango de 100 MHz a 1920 MHz, Okumura *et al.* [1] publicaron uno de los modelos más utilizados para la predicción de la pérdida de propagación en áreas urbanas. El principal resultado del trabajo de Okumura fue un conjunto de curvas que proporcionan el nivel de atenuación media relativa al espacio libre, en función de la frecuencia, la distancia entre transmisor y receptor, la altura de las antenas de la estación base y la estación móvil, además de varios factores de corrección específicos para diferentes tipos de trayecto. Este modelo está considerado entre los más simples y mejores en términos de su precisión en el cálculo de las pérdidas en el trayecto y se ha convertido en el método de planificación de sistemas móviles en Japón.

Con el objetivo de hacer que este método fuera más fácil de aplicar, Hata [2] estableció una serie de relaciones numéricas que describen el método gráfico propuesto por Okumura. Dichas expresiones de carácter empírico, son conocidas bajo el nombre de modelo de Okumura-Hata, también llamado modelo de Hata.

El principal resultado que proporciona el modelo es el valor mediano de la pérdida básica de propagación, en función de la frecuencia, la distancia, y las alturas de las antenas de la estación base y el móvil. Aunque éste no incluye ninguno de los factores de corrección por tipo de trayecto, los cuales sí están en el modelo de Okumura, las ecuaciones propuestas por Hata tienen un importante valor práctico.

El modelo de Okumura-Hata está restringido a los siguientes límites:

- f: 150 a 1500 MHz
- h_b : 30 a 200 m
- h_m : 1 a 10 m
- d: 1 a 20 km

DESARROLLO

El modelo de Okumura-Hata expresa la pérdida básica de propagación, L_b , de la siguiente manera [3]:

$$L_b = 69.55 + 26.16 \log f - 13.82 \log h_b - a(h_m) + (44.9 - 6.55 \log h_b) \log d_m \quad (1)$$

donde $a(h_m)$ es un factor de corrección que depende de la altura del móvil y que se calcula como sigue:

1) para áreas urbanas:

a) para ciudades pequeñas o medianas:

$$a(h_m) = (1.1 \log f - 0.7)h_m - (1.56 \log f - 0.8) \quad (2)$$

donde $1 \leq h_m \leq 10$ m

b) para ciudades grandes:

$$\alpha(h_m) = \begin{cases} 8.29(\log 1.54h_m)^2 - 1.1 & f \leq 200 \text{ MHz} \\ 3.2(\log 11.75h_m)^2 - 4.97 & f \geq 400 \text{ MHz} \end{cases} \quad (3)$$

2) para áreas suburbanas:

$$L_b = L_b(\text{urban}) - 2[\log(f/28)]^2 - 5.4 \quad (4)$$

3) para áreas rurales:

$$L_b = L_b(\text{urban}) - 4.78 \log(f)^2 + 18.33 \log f - 40.94 \quad (5)$$

De manera general, este método de cálculo proporciona buenos resultados en entornos urbanos y suburbanos, pero no así en áreas rurales, ya que no tiene en cuenta la ondulación del terreno ni los efectos derivados del grado de urbanización a lo largo del trayecto.

REFERENCIAS

- [1] Y. Okumura, E. Ohmori, T. Kawano and K. Fukuda, "Field strength and its variability in the VHF and UHF land mobile radio service", *Review of the Electrical Communications Laboratories*, vol. 16, no. 9/10, pp. 825-73, Sep 1968.
- [2] M. Hata, "Empirical formula for propagation loss in land mobile radio services," in *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 29, no. 3, pp. 317-325, Aug 1980. doi: 10.1109/T-VT.1980.23859
- [3] J. D. Parsons, "The Mobile Radio Propagation Channel", New York: John Wiley & Sons, 1992.

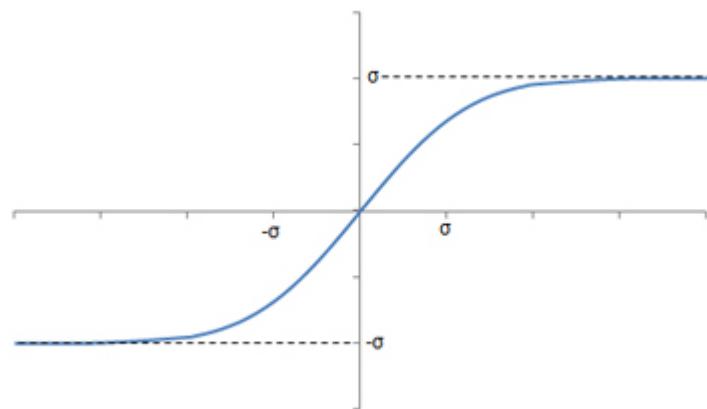
OKUMURA-HATA MODULADO

DESCRIPCIÓN

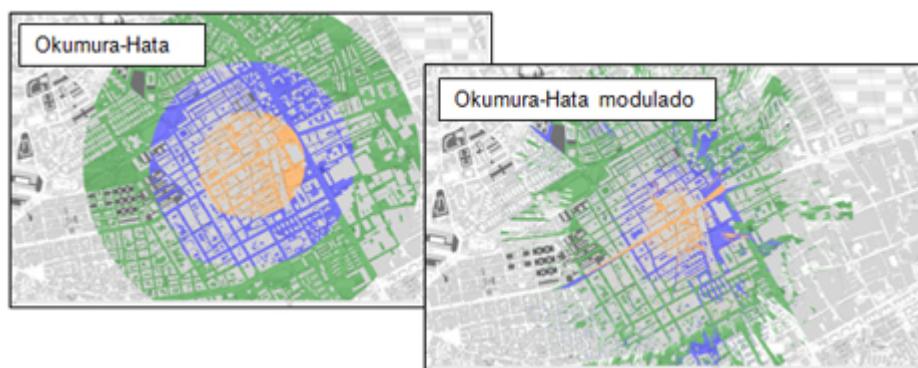
Este modelo se basa en el [método de Okumura-Hata](#) para la predicción del valor de señal en un punto, por lo que presenta las mismas aplicaciones y las mismas restricciones. Se trata por tanto de un modelo híbrido especialmente útil para analizar la propagación de servicios móviles.

El método original es bastante impreciso ya que no tiene en cuenta los efectos de los elementos determinísticos (terreno, edificios, ancho de calles, etc). Para ello se introduce una corrección en función del terreno, utilizando las perdidas de difracción calculadas mediante la [Rec. UIT-R P.526](#) como referencia.

Se considera que el valor medio del error ofrecido por Okumura-Hata es 0. El objetivo será modificar este valor en un entorno de $\pm\sigma$ en función del error cometido con las perdidas de difracción. Para ello se utiliza la función de distribución normal, con una desviación típica σ , convirtiendo valores de error entre $-\infty$ y $+\infty$ en valores comprendidos entre $-\sigma$ y $+\sigma$.



De esta manera se obtiene un resultado de Okumura Hata ajustado de una manera precisa al escenario estudiado. En las siguientes capturas puede observarse una comparación de la cobertura de una estación base calculada con ambos métodos.



APLICACIONES

- Las mismas que [Okumura-Hata](#), es decir, está recomendado para servicios móviles.
- Recomendado cuando se dispone de información detallada de los edificios.

XIA-BERTONI

DESCRIPCIÓN

El modelo Xia-Bertoni [1-4] es un modelo analítico que permite estimar la pérdida básica de propagación en entornos urbanos y suburbanos. En comparación con modelos de propagación similares, como Walfish-Bertoni o [COST 231](#), el modelo Xia-Bertoni puede ser empleado en escenarios en los que la antena de la estación base se encuentra por encima, por debajo o a una altura similar a la altura media de los tejados de los edificios.

El modelo identifica tres mecanismos importantes que intervienen en la propagación de señales radio en entornos urbanos y suburbanos:

- 1) Propagación en condiciones de espacio libre.
- 2) Difracción tejado-calle entre el edificio de difracción final (EDF) y la estación móvil.
- 3) Difracción multipantalla debida a la interacción de la onda con los edificios interpuestos entre la estación base y el EDF.

El principal aporte del modelo es el método analítico empleado para resolver la difracción multipantalla. Las hileras de edificios son aproximadas como pantallas absorbentes de manera que la propagación sobre los edificios se trata como un proceso de difracción múltiple producido por pantallas.

La Fig. 1 muestra un perfil típico del trayecto de propagación estudiado por el modelo, así como los parámetros geométricos que intervienen en el proceso de cálculo. El modelo no toma en cuenta el ángulo de incidencia formado por el rayo directo y la orientación de la calle.

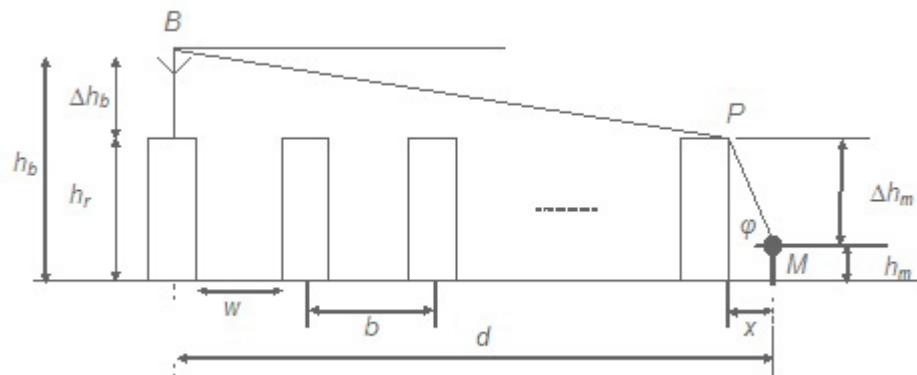


Figura 1: Perfil de propagación típico en el modelo Xia-Bertoni para $\Delta h_b \gg 0$.

DESARROLLO

Considerando los procesos de propagación previamente mencionados, la pérdida básica de propagación, L_b , se expresa como la suma de tres términos independientes:

$$L_b (\text{dB}) = L_0 + L_{rts} + L_{msd} \quad (1)$$

donde L_0 es la pérdida en condiciones de espacio libre, L_{rts} es la pérdida de difracción tejado-calle, y L_{msd} es la pérdida debido a difracción multipantalla.

Pérdida en condiciones de espacio libre, L_0

La pérdida en condiciones de espacio libre, L_0 , es función de la frecuencia y la distancia entre el transmisor y el receptor. A continuación se presentan las expresiones para tres diferentes escenarios:

- i) Altura de antena de estación base por encima del nivel de los tejados, $h_b \gg h_r$

$$L_0(dB) = 32,45 + 20\log f + 20\log d \quad (2)$$

donde f está expresada en MHz y d en km.

- ii) Altura de antena de estación base muy cerca del nivel de los tejados, $h_b \approx h_r$

Se añade un factor empírico igual a $\sqrt{2}$ (3 dB) que tiene en cuenta la contribución de los rayos originados por dispersión local (*local scattering*) desde los edificios próximos a la estación base, que producen, en término medio, un refuerzo de la emisión hacia el receptor. La ecuación (2) se reescribe como:

$$L_0(dB) = 29,45 + 20\log f + 20\log d \quad (3)$$

- iii) Altura de antena de estación base por debajo del nivel de los tejados, $h_b < h_r$

El valor de L_0 se calcula empleando la ecuación (3).

Pérdida tejado a techo, L_{rst}

El análisis y cálculo de la pérdida de difracción tejado-calle, L_{rst} , se realiza a través de la Teoría Geométrica de Difracción (*Geometrical Theory of Diffraction*, GTD). Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$L_{rst}(dB) = -10\log \left[\frac{\lambda}{2\pi^2 r} \left(\frac{1}{\varphi} - \frac{1}{2\pi + \varphi} \right)^2 \right] \quad (4)$$

donde:

$$\begin{aligned}\varphi &= \operatorname{tg}^{-1} \left(\frac{\Delta h_m}{x} \right) \\ r &= \left[(\Delta h_m)^2 + x^2 \right]^{1/2} \\ \Delta h_m &= h_r - h_m\end{aligned}$$

r : distancia del punto de difracción P a la estación móvil M

Δh_m : diferencia entre el nivel de altura media de los tejados (h_r) y la altura del móvil (h_m)

x : distancia horizontal de la estación móvil al edificio donde se produce la última difracción. En general, $x=w/2$, donde w representa el ancho de la calle

Desarrollando la ecuación (4) y expresándola en función de la frecuencia f (MHz), resulta:

$$L_{rs}(dB) = -27.78 + 10\log r + 10\log f + 20\log [\varphi(2\pi + \phi)] \quad (5)$$

Pérdidas por difracción multipantalla, L_{msd}

La pérdida por difracción multipantalla L_{msd} se evalúa mediante la siguiente expresión genérica:

$$L_{msd}(dB) = -10\log |Q_M|^2 \quad (6)$$

El parámetro Q_M se calcula mediante un proceso de integración múltiple que incluye en su resolución el uso de las funciones de Boersma [1].

i) Altura de antena de estación base por encima del nivel de los tejados, $h_b \gg h_r$

El valor del parámetro Q_M se aproxima mediante la siguiente expresión:

$$Q_M \approx 2.35 \left(\frac{\Delta h_b}{d} \sqrt{\frac{b}{\lambda}} \right)^{0.9} \quad (7)$$

donde:

$$\Delta h_b = h_b - h_r$$

En base a una serie de campañas de medida realizada por los autores del modelo, la expresión (7) se modifica de la siguiente manera:

$$Q_M \approx 2.35 \left(\Delta h_b \sqrt{\frac{b}{\lambda}} \right)^{0.9} \cdot \frac{1}{d^{1-4 \cdot 10^{-3} \Delta h_b}} \quad (8)$$

Reemplazando (8) en (6), se obtiene la expresión para la pérdida por difracción multipantalla L_{msd} :

$$L_{msd}(dB) = 14.9 - 18 \log \Delta h_b - 9 \log b - 9 \log f + 20(1 - 4 \cdot 10^{-3} \Delta h_b)(3 + \log d) \quad (9)$$

donde d está en km, b en m y f en MHz.

ii) Altura de antena de estación base muy cerca del nivel de los tejados $h_b \approx h_r$

Este escenario corresponde a estaciones base cuyas antenas se encuentran 2-3 m por encima del nivel medio de los tejados. El parámetro Δh_b se approxima como $\Delta h_b \approx 0$ y la

solución propuesta por Xia-Bertoni para Q_M es la siguiente:

$$Q_M \approx \frac{b}{d} \quad (10)$$

obteniéndose así:

$$L_{msd}(dB) = 60 + 20 \log d - 20 \log b \quad (11)$$

donde la distancia d está expresada en km y b en m.

iii) Altura de antena de estación base por debajo del nivel de los tejados $h_b < h_r$

Este caso corresponde a estaciones base cuyas antenas se encuentran por debajo del nivel medio de los tejados, las cuales son generalmente empleadas en aplicaciones microcelulares, donde la antena está ubicada en la fachada de los edificios, por tanto se verifica que $\Delta_{hb} < 0$ (ver Fig. 2).

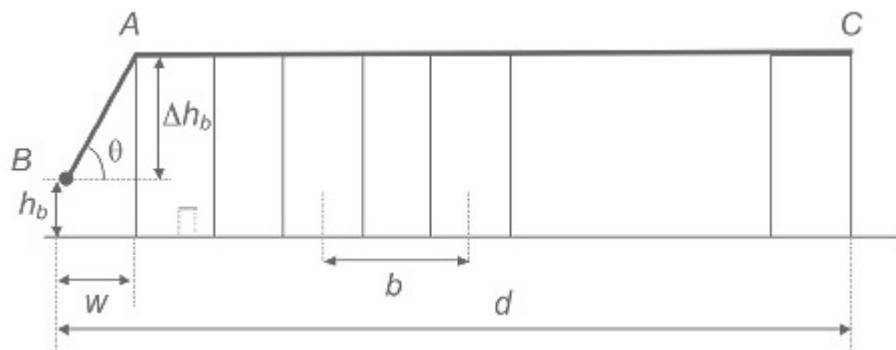


Figura 2: Escenario típico de propagación para $\Delta_{hb} < 0$.

El análisis de la difracción múltiple puede ser separado en dos procesos de difracción individuales. En primer lugar, la radiación emitida por la estación base es difractada por la primera hilera de edificios (ver trayecto BA en Fig. 2), cuya solución se basa en la teoría de difracción GTD, al igual que en el caso de la difracción tejado-calle previamente estudiada. En segundo lugar, un proceso de difracción múltiple que ocurre debido a la influencia de las hileras de edificios restantes (ver trayecto AC en Fig. 2), el cual se approxima analíticamente como la difracción múltiple causada por una serie de filas de pantallas absorbentes. Un análisis detallado [1] permite obtener el término Q^2_M :

$$Q^2_M = \left[\frac{d}{2\pi(d-b)} \right]^2 \cdot \frac{\lambda}{\sqrt{(\Delta h_b)^2 + b^2}} \left(\frac{1}{\theta} - \frac{1}{2\pi + \theta} \right)^2 \quad (12)$$

Sustituyendo el valor de Q^2_M en (6), con la simplificación $d-b \approx d$, la pérdida por difracción multipantalla, L_{msd} , se escribe mediante la siguiente ecuación:

$$r' = \left[w^2 + (\Delta h_b)^2 \right]^{1/2} \quad \theta = -\tan^{-1}\left(\frac{\Delta h_b}{w}\right) \quad \Delta h_b = h_b - h_r \quad (13)$$

donde d está en km, f en MHz, r' y b en m, y el ángulo θ en radianes, siendo:

$$r' = \left[w^2 + (\Delta h_b)^2 \right]^{1/2} \quad \theta = -\tan^{-1}\left(\frac{\Delta h_b}{w}\right) \quad \Delta h_b = h_b - h_r$$

Pérdida básica de propagación, L_b

En base al análisis previo sobre las pérdidas parciales que intervienen en el cálculo de la pérdida básica de propagación, las expresiones que se presentan a continuación (14 - 16) resumen el método de cálculo de la pérdida básica de propagación, L_b, para los tres diferentes escenarios:

- i) Altura de antena de estación base por encima del nivel de los tejados h_b >> h_r

$$L_b(\text{dB}) = 79.6 - 0.24\Delta h_b(\text{m}) - 18\log \Delta h_b - 9\log b + 21\log f + 10\log r + 20\log [\varphi(2\pi + \varphi)] + 40[1 - 2 \cdot 10^{-3} \Delta h_b] \log d \quad (14)$$

REFERENCIAS

- [1] H. H. Xia and H. L. Bertoni, "Diffraction of cylindrical and plane waves by an array of absorbing half-screens," in *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 40, no. 2, pp. 170-177, Feb 1992. doi: 10.1109/8.127401
- [2] H. H. Xia, "A simplified analytical model for predicting path loss in urban and suburban environments," in *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 46, no. 4, pp. 1040-1046, Nov 1997. doi: 10.1109/25.653077
- [3] L. R. Maciel, H. L. Bertoni and H. N. Xia, "Unified approach to prediction of propagation over buildings for all ranges of base station antenna height," in *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 42, no. 1, pp. 41-45, Feb 1993. doi: 10.1109/25.192385
- [4] H. H. Xia, H. L. Bertoni, L. R. Maciel, A. Lindsay-Stewart and R. Rowe, "Microcellular propagation characteristics for personal communications in urban and suburban environments," in *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 43, no. 3, pp. 743-752, Aug 1994. doi: 10.1109/25.312772

REC. UIT-R P.1411

DESCRIPCIÓN

La Recomendación P.1411 del UIT-R [1] proporciona directrices sobre la propagación de corto alcance en exteriores en la gama de frecuencias comprendida entre 300 MHz y 100 GHz. Facilita además información sobre modelos de pérdida de trayecto para entornos con visibilidad directa (LoS) y sin visibilidad directa (NLoS). Los modelos de propagación son aplicables para distancias de hasta 1 km, en trayectos afectados principalmente por los edificios y los árboles, más que por las variaciones en la elevación del terreno. El efecto de los edificios es predominante, ya que la mayor parte de los enlaces de corto alcance están situados en áreas urbanas y suburbanas. Los modelos de propagación de estos métodos son simétricos, pues tratan los terminales radioeléctricos de ambos extremos de la misma manera. Desde el punto de vista del modelo, no importa cuál de los terminales es el transmisor y cuál es el receptor.

DESARROLLO

Entornos de funcionamiento físico y definición de los tipos de célula

La Recomendación identifica cinco entornos: Urbano de construcción muy alta, urbano de construcción alta, urbano de construcción baja/suburbano, residencial y rural. Para cada uno de los cinco entornos distintos se consideran dos casos posibles de los móviles. De esta manera, se dividen los usuarios según se trate de peatones o de vehículos. Para estas dos aplicaciones la velocidad del móvil es bastante distinta, dando lugar a derivas Doppler diferentes.

El tipo de mecanismo de propagación dominante depende también de la altura de la antena de la estación base en relación a los edificios de alrededor. En la Tabla 1 se listan los tipos de celda típicos que son relevantes para la propagación de corto alcance en exteriores.

| Tipo de célula | Radio de la célula | Posición típica de la antena de la estación de base |
|--------------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Microcélula | 0,05 a 1 km | Exteriores; montada por encima del nivel medio de los tejados; las alturas de algunos edificios circundantes pueden ser superiores a la de la antena de la estación de base |
| Microcélula urbana densa | 0,05 a 0,5 km | Exteriores; montada por debajo del nivel medio de los tejados |
| Picocélula | Hasta 50 m | Interiores o exteriores (montada por debajo del nivel máximo de los tejados) |

Tabla 1: Definición de tipos de célula

Categorías de trayecto

En esta Recomendación se pueden considerar tres niveles para la ubicación de las estaciones. A saber: 1) por encima de los tejados; 2) por debajo de los tejados pero por encima del nivel de la cabeza; y 3) al mismo nivel o por debajo del nivel de la cabeza. De una manera detallada y en función de la ubicación de las estaciones, se pueden considerar seis tipos diferentes de enlace, pudiendo ser cada uno de ellos LoS o NLoS. Los parámetros relevantes para un enlace NLoS en un trayecto por encima de los tejados se definen a continuación y se representan en la Figura 1.

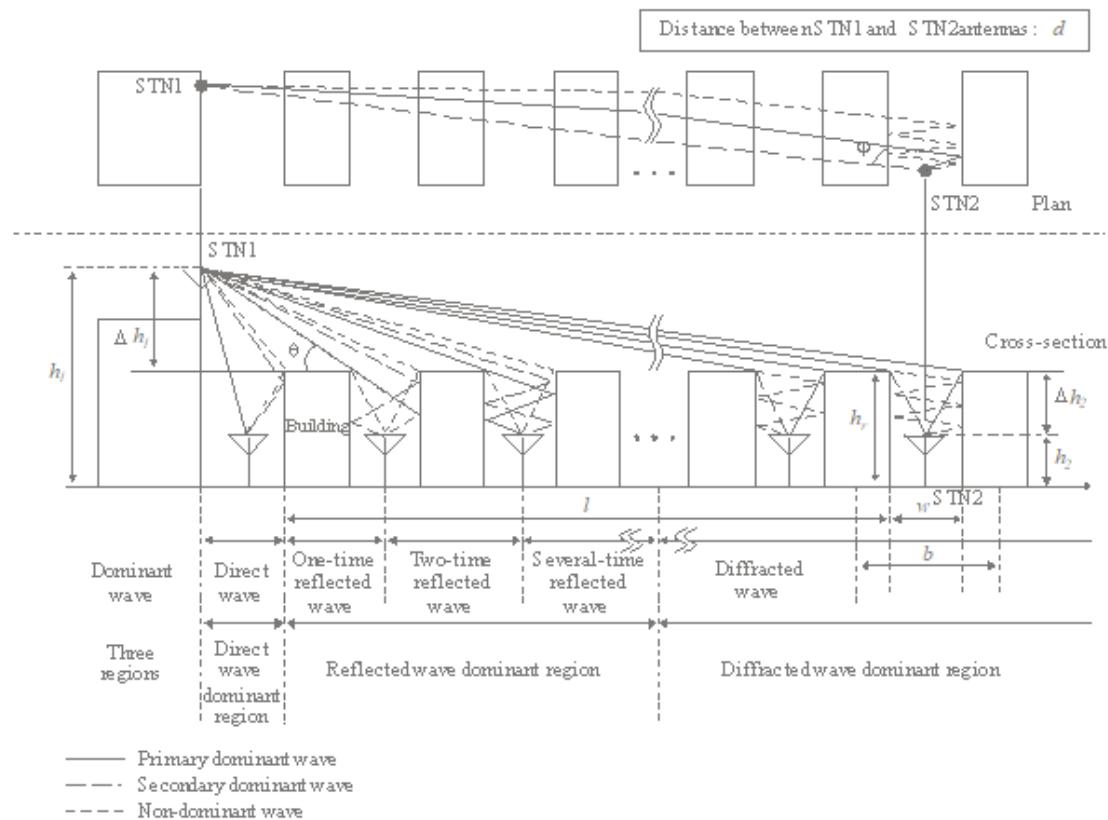


Figura 1: Definición de parámetros para un trayecto NLoS. Fuente: Rec. UIT-R P.1411

Los parámetros pertinentes de esta situación son:

- h_r : altura media de los edificios (m)
- w : anchura de la calle (m)
- b : separación media entre edificios (m)
- ϕ : orientación de la calle respecto al trayecto directo (grados)
- h_1 : altura de la antena de la Estación 1 (m)
- h_2 : altura de la antena de la Estación 2 (m)
- λ : longitud del trayecto cubierto por edificios (m)
- d : distancia desde la Estación 1 a la Estación 2.

La Fig. 2 representa la situación de un caso típico de micro célula urbana densa NLoS.

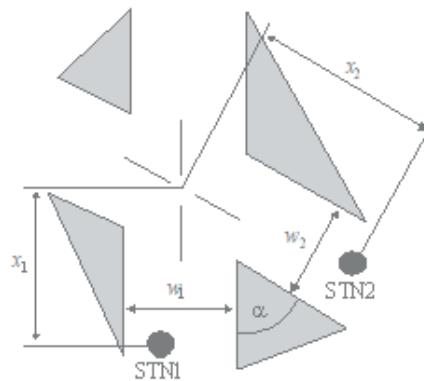


Figura 2: Definición de los parámetros del caso NLoS para estaciones por debajo de los tejados

Los parámetros pertinentes de esta situación son:

- w_1 : anchura de la calle en la posición de la Estación 1 (m)
 w_2 : anchura de la calle en la posición de la Estación 2 (m)
 x_1 : distancia entre la Estación 1 y el cruce de las calles (m)
 x_2 : distancia entre la Estación 2 y el cruce de las calles (m)
 α : ángulo de la esquina (rad).

Modelos de propagación en el interior de cañones urbanos (estaciones por debajo de los tejados)

Este modelo general es aplicable en situaciones en que tanto la estación transmisora como la receptoras están situadas por debajo del nivel de los tejados, con independencia de cuál sea su altura de antena. El modelo proporcional a siguiente ecuación para las pérdidas de propagación en el trayecto:

$$PL(d, f) = 10\alpha \log_{10}(d) + \beta + 10\gamma \log_{10}(f) + N(0, \sigma) \text{ dB} \quad (1)$$

donde:

- d : distancia directa en 3D entre las estaciones transmisora y receptora (m)
 f : frecuencia (GHz)
 α : coeficiente asociado al incremento de las pérdidas de propagación con la distancia
 β : coeficiente asociado con el offset de las pérdidas de propagación
 γ : coeficiente asociado al incremento de las pérdidas de propagación con la frecuencia
 $N(0, \sigma)$: variable aleatoria gaussiana con media cero y desviación típica σ (dB).

Los valores recomendados para situaciones LoS y NLoS a utilizar en la propagación en entornos urbanos y suburbanos se indican en la Tabla 2.

| Margen de frecuencias (GHz) | Margen de distancias (m) | Tipo de entorno | LoS / NLoS | α | β | γ | σ |
|-----------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------|------------|----------|---------|----------|----------|
| 0.8-73 | 5-660 | Urbano construcción alta Urbano construcción baja / Suburbano | LoS | 2.12 | 29.2 | 2.11 | 5.06 |
| 0.8-38 | 30-715 | Urbano construcción alta | NLoS | 4.00 | 10.2 | 2.36 | 7.60 |
| 10-73 | 30-250 | Urbano construcción baja / Suburbano | NLoS | 5.06 | -4.68 | 2.02 | 9.33 |

Tabla 2. Coeficientes de pérdidas de trayecto para antenas por debajo de los tejados

Modelos específicos para situaciones LoS

Propagación en UHF

En la gama de frecuencias de UHF, las pérdidas básicas de transmisión pueden caracterizarse por dos pendientes y un único punto de inflexión.

Con arreglo a la curva de pérdida en el espacio libre, el valor mediano $L_{LoS,m}$ viene dado por:

$$L_{LoS,m} = L_{bp} + 6 + \begin{cases} 20 \log_{10} \left(\frac{d}{R_{bp}} \right) & \text{for } d \leq R_{bp} \\ 40 \log_{10} \left(\frac{d}{R_{bp}} \right) & \text{for } d > R_{bp} \end{cases} \quad (2)$$

donde R_{bp} es la distancia del punto de inflexión en m y viene dada por:

$$R_{bp} \approx \frac{4h_1 h_2}{\lambda} \quad (3)$$

L_{bp} es el valor de las pérdidas básicas de transmisión en el punto de inflexión que se define por:

$$L_{bp} = \left| 20 \log_{10} \left(\frac{\lambda^2}{8\pi h_1 h_2} \right) \right| \quad (4)$$

Propagación en SHF hasta 15 GHz

En SHF, para longitudes del trayecto de hasta 1 km aproximadamente, el tráfico rodado influirá en la altura equivalente de la calle y_s , por tanto, en la distancia del punto de inflexión. Esta distancia, R_{bp} se estima mediante la fórmula:

$$R_{bp} = 4 \frac{(h_1 - h_s)(h_2 - h_s)}{\lambda} \quad (5)$$

donde h_s es la altura equivalente de la calle debida a objetos tales como los vehículos y los peatones cercanos a la calzada. Así pues, h_s depende del tráfico de la calle. Los valores de h_s de las Tablas 3 y 4 se obtienen a partir de mediciones diurnas y nocturnas, correspondientes a condiciones de tráfico intenso y ligero, respectivamente. El tráfico intenso corresponde al 10-20% de la calle cubierta con vehículos y al 0,2-1% de la acera ocupada por peatones. El tráfico ligero ocupa el 0,1-0,5% de la calle y menos del 0,001% de la acera. La calle tiene 27 m de ancho, incluyendo 6 m de aceras a cada lado.

| Frecuencia (GHz) | h_1 (m) | h_s (m) | |
|---------------------|--------------|-------------|-------------|
| | | $h_2 = 2,7$ | $h_2 = 1,6$ |
| 3,35 | 4 | 1,3 | (2) |
| | 8 | 1,6 | (2) |
| 8,45 | 4 | 1,6 | (2) |

| | | | |
|-------|---|-----|-----|
| | 8 | 1,6 | (2) |
| 15,75 | 4 | 1,4 | (2) |
| | 8 | (1) | (2) |

- (1) El punto de inflexión está más allá de 1 km.
 (2) No existe punto de inflexión.

TABLA 4. Altura equivalente de la calle, h_s (tráfico ligero)

| Frecuencia (GHz) | h_1 (m) | h_s (m) | |
|------------------|-----------|-------------|-------------|
| | | $h_2 = 2,7$ | $h_2 = 1,6$ |
| 3,35 | 4 | 0,59 | 0,23 |
| | 8 | (1) | (1) |
| 8,45 | 4 | (2) | 0,43 |
| | 8 | (2) | (1) |
| 15,75 | 4 | (2) | 0,74 |
| | 8 | (2) | (1) |

- (1) No se tomaron medidas.
 (2) El punto de inflexión está más allá de 1 km.

TABLA 4. Altura equivalente de la calle, h_s (tráfico ligero)

Cuando $h_1, h_2 > h_s$, los valores aproximados de los límites superior e inferior de la pérdida básica de transmisión para la banda de SHF pueden calcularse utilizando las ecuaciones (2) y (4), viniendo dado L_{bp} por:

$$L_{bp} = \left| 20 \log_{10} \left\{ \frac{\lambda^2}{8\pi(h_1 - h_s)(h_2 - h_s)} \right\} \right| \quad (6)$$

Por otro lado, cuando $h_1 \leq h_s$ o $h_2 \leq h_s$ no hay punto de inflexión. Cuando dos terminales están próximos ($d < R_s$) la pérdida básica de propagación es similar a la de la gama de ondas decimétricas. Cuando dos terminales están alejados entre sí, las características de propagación producen que el coeficiente de atenuación se eleve al cubo.

La pérdida básica de propagación, L_s se define por:

$$L_s = \left| 20 \log_{10} \left(\frac{\lambda}{2\pi R_s} \right) \right| \quad (7)$$

Se ha determinado experimentalmente que el valor de R_s de la ecuación (7) es de 20 m.

A partir de las mediciones, el valor mediano viene dado por:

$$L_{LoS,m} = L_s + 6 + 30 \log_{10} \left(\frac{d}{R_s} \right) \quad (8)$$

Propagación en ondas milimétricas

En frecuencias superiores a unos 10 GHz, la distancia al punto de inflexión R_{bp} en la ecuación (2) es muy superior al radio máximo previsto de la célula (500 m). Esto significa que no cabe esperar una ley de cuarta potencia en esta banda de frecuencias. Así pues, la tasa de disminución de la potencia con la distancia sigue de cerca la regla de las pérdidas en el espacio libre, con un exponente de pérdidas del trayecto aproximado de 1.9-2.2.

Con antenas direccionales, las pérdidas en el trayecto cuando los ejes de puntería de las antenas están alineados, vienen dadas por:

$$L_{LoS} = L_0 + 10n \log_{10} \frac{d}{d_0} + L_{gas} + L_{rain} \text{ dB} \quad (10)$$

siendo n el exponente de pérdidas en el trayecto, d la distancia entre la estación 1 y la estación 2 y L_0 las pérdidas en el trayecto para la distancia de referencia d_0 . Para la distancia de referencia d_0 igual a 1 m y suponiendo que las pérdidas por propagación en el espacio libre son $L_0=20 \log_{10} f - 28$, donde f se expresa en MHz. L_{gas} y L_{rain} , son la atenuación debida a los gases atmosféricos y a la lluvia, que pueden calcularse a partir de la Recomendación UIT-R P.676 y la Recomendación UIT-R P.530, respectivamente.

Los valores del exponente n de pérdidas en el trayecto se indican en la Tabla 5.

| Frecuencia (GHz) | Tipo de entorno | Apertura del haz a media potencia (º) | | Exponente de pérdidas en el trayecto |
|------------------|-----------------------------|---------------------------------------|--------|--------------------------------------|
| | | Tx Ant | Rx Ant | |
| 28 | Urbano de construcción alta | 30 | 10 | 2,21 |
| | Urbano de construcción baja | 30 | 10 | 2,06 |
| 60 | Urbano de construcción baja | 15,4 | 15,4 | 1,9 |

TABLA 5. Coeficientes de pérdidas en el trayecto bidireccional para la propagación en ondas milimétricas

Modelo específico para situaciones NLoS

Margen de frecuencias de 800 a 2 000 MHz

En las situaciones NLoS2 en las que ambas antenas están por debajo del nivel de los tejados, se ha de considerar las ondas de difracción y reflejadas en las esquinas de las calles (véase la Fig. 2).

$$L_{NLoS} = -10 \log_{10} \left(10^{-L_r/10} + 10^{-L_d/10} \right) \text{ dB} \quad (11)$$

donde:

L_r : pérdidas de reflexión en el trayecto, definidas por:

$$L_r = 20 \log_{10} (x_1 + x_2) + x_1 x_2 \frac{f(\alpha)}{w_1 w_2} + 20 \log_{10} \left(\frac{4\pi}{\lambda} \right) \quad \text{dB} \quad (12)$$

donde:

$$f(\alpha) = \frac{3.86}{\alpha^{3.5}} \quad \text{dB} \quad (13)$$

donde $0.6 < \alpha [\text{rad}] < \pi$.

L_d : pérdidas de difracción en el trayecto, definidas por:

$$L_d = 10 \log_{10} [x_1 x_2 (x_1 + x_2)] + 2D_\alpha - 0.1 \left(90 - \alpha \frac{180}{\pi} \right) + 20 \log_{10} \left(\frac{4\pi}{\lambda} \right) \quad \text{dB} \quad (14)$$

$$D_\alpha = \left(\frac{40}{2\pi} \right) \left[\arctan \left(\frac{x_2}{w_2} \right) + \arctan \left(\frac{x_1}{w_1} \right) - \frac{\pi}{2} \right] \quad \text{dB} \quad (15)$$

Margen de frecuencias de 2 a 38 GHz

Utilizando x_1 , x_2 , y w_1 , tal como se muestran en la Fig. 2, la pérdida total de trayecto (L_{NLoS2}) más allá de la esquina ($x_2 > w_1/2 + 1$) se calcula utilizando:

$$L_{NLoS2} = L_{LoS} + L_c + L_{att} \quad (16)$$

$$L_c = \begin{cases} \frac{L_{corner}}{\log_{10}(1+d_{corner})} \log_{10}(x_2 - w_1/2) & w_1/2 + 1 < x_2 \leq w_1/2 + 1 + d_{corner} \\ L_{corner} & x_2 > w_1/2 + 1 + d_{corner} \end{cases} \quad (17)$$

$$L_{att} = \begin{cases} 10\beta \log_{10} \left(\frac{x_1 + x_2}{x_1 + w_1/2 + d_{corner}} \right) & x_2 > w_1/2 + 1 + d_{corner} \\ 0 & x_2 \leq w_1/2 + 1 + d_{corner} \end{cases} \quad (18)$$

donde L_{LoS} es la pérdida de trayecto de la calle LoS para x_1 (> 20 m), calculada en el § 3.1.2. En la ecuación (17), L_{corner} viene dada por 20 dB en un entorno urbano y 30 dB en un entorno residencial y desquina es de 30 m en ambos entornos.

En la ecuación (18), β es 6 para entornos urbanos y residenciales para edificios con esquinas bien definidas. Si un edificio está terminado en chaflán en la intersección, se calcula β con la ecuación (19).

$$\beta = 4.2 + (1.4 \log_{10} f - 7.8)(0.8 \log_{10} x_1 - 1.0) \quad (19)$$

donde f es la frecuencia en MHz.

Modelos para propagación sobre los tejados

Este modelo general puede aplicarse cuando una de las antenas está sobre los tejados y la segunda antena está por debajo de ellos. La ecuación (1) se utiliza también en este modelo.

Los valores recomendados para situaciones LoS y NLoS en propagación sobre los tejados en zonas urbanas y suburbanas se proporcionan en la Tabla 6.

| Margen de frecuencias (GHz) | Margen de distancias (m) | Tipo de entorno | LoS / NLoS | a | b | g | s |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|------------|------|-------|------|------|
| 2.2-73 | 55-1200 | Urbano construcción alta | LoS | 2.29 | 28.6 | 1.96 | 3.48 |
| | | Urbano construcción baja | | | | | |
| | | Suburbano | | | | | |
| 2.2-66.5 | 260-1200 | Urbano construcción alta | NLoS | 4.39 | -6.27 | 2.30 | 6.89 |

TABLA 6. Coeficientes de pérdidas de trayecto para propagación sobre los tejados

Modelo específico

Las señales NLoS pueden llegar a la estación por mecanismos de difracción o por trayectos múltiples que pueden ser el resultado de una combinación de mecanismos de difracción y de reflexión. En este punto se desarrollan modelos relativos a los mecanismos de difracción.

Propagación en área urbana

Los modelos son válidos para:

- h_1 : 4 a 50 m
- h_2 : 1 a 3 m
- f : 800 a 5 000 MHz
- 2 a 16 GHz para $h_1 < h_r$ y $w_2 < 10$ m (o aceras)
- d : 20 a 5 000 m.

Propagación en área suburbana

El modelo es válido para:

- h_r : cualquier altura m
- Δh_1 : 1 a 100 m
- Δh_2 : 4 a 10 (menor que h_r) m
- h_1 : $h_r + \Delta h_1$ m
- h_2 : $h_r - \Delta h_2$ m
- f : 0.8 a 38 GHz
- w : 10 a 25 m
- d : 10 a 5 000 m

Propagación en ondas milimétricas

La cobertura de la señal en ondas milimétricas se considera únicamente para situaciones de reflexión NLoS y LoS debido a las grandes pérdidas de difracción que se producen cuando los obstáculos hacen que el trayecto

de propagación pase a NLoS. El rango de frecuencias (f) para el modelo de propagación en área suburbana es aplicable hasta 38 GHz.

Área urbana

El modelo de difracción multipantalla que se indica a continuación es válido si los tejados tienen aproximadamente la misma altura. Suponiendo que las alturas de los tejados difieren únicamente en una cantidad inferior al radio de la primera zona de Fresnel sobre el trayecto de longitud, L (véase la Fig. 1), la altura del tejado que se utiliza en el modelo es la altura media. Si las alturas de los tejados varían mucho más que el radio de la primera zona de Fresnel, el método que se prefiere consiste en utilizar los edificios más altos a lo largo del trayecto en un cálculo de difracción de filo de cuchillo, como se describe en la Recomendación UIT-R P.526 para sustituir el modelo de multipantalla.

En el modelo de las pérdidas de transmisión del caso NLoS1 (véase la Fig. 1) para los tejados de altura similar, las pérdidas de las antenas isótropas se expresan en forma de la suma de las pérdidas en el espacio libre, L_{bf} , las pérdidas de difracción entre el tejado y la calle, L_{rts} , y la reducción debida a la difracción de pantalla múltiple al pasar por líneas de edificios, L_{msd} .

En este modelo L_{bf} y L_{rts} son independientes de la altura de la antena de la estación, mientras que L_{msd} depende de si la antena de la estación está por debajo o por encima de las alturas de los edificios.

$$L_{NLoS1} = \begin{cases} L_{bf} + L_{rts} + L_{msd} & \text{for } L_{rts} + L_{msd} > 0 \\ L_{bf} & \text{for } L_{rts} + L_{msd} \leq 0 \end{cases} \quad (20)$$

Las pérdidas en el espacio libre vienen dadas por:

$$L_{bf} = 32.4 + 20\log_{10}(d/1000) + 20\log_{10}(f) \quad (21)$$

donde:

- d : longitud del trayecto (m)
f : frecuencia (MHz).

El término L_{rts} describe el acoplamiento de la onda que se propaga a lo largo del trayecto multipantalla en la calle en las que está situada la estación móvil. Tiene en cuenta la anchura de la calle y su orientación.

$$L_{rts} = -8.2 - 10\log_{10}(w) + 10\log_{10}(f) + 20\log_{10}(\Delta h_2) + L_{ori} \quad (22)$$

$$L_{ori} = \begin{cases} -10 + 0.354\phi & \text{for } 0^\circ \leq \phi < 35^\circ \\ 2.5 + 0.075(\phi - 35) & \text{for } 35^\circ \leq \phi < 55^\circ \\ 4.0 - 0.114(\phi - 55) & \text{for } 55^\circ \leq \phi \leq 90^\circ \end{cases} \quad (23)$$

donde:

$$\Delta h_2 = h_r - h_2 \quad (24)$$

L_{ori} es el factor de corrección de la orientación de la calle que tiene en cuenta el efecto de la difracción entre el tejado y la calle en aquellas que no son perpendiculares a la dirección de propagación (véase la Fig. 1).

Las pérdidas de difracción de pantalla múltiple desde la Estación 1 debidas a la propagación que pasa por filas de edificios dependen de la altura de la antena de la Estación con relación a las alturas de los edificios y del

ángulo de incidencia. Un criterio de incidencia rasante es el de la «distancia del campo establecido», d_s :

$$d_s = \frac{\lambda d^2}{\Delta h_1^2} \quad (25)$$

donde (ver Fig. 1):

$$\Delta h_1 = h_1 - h_r \quad (26)$$

Para el cálculo de L_{msd} , d_s se compara con la distancia l a lo largo de la que se extienden los edificios. En el cálculo de L_{msd} se utiliza el siguiente procedimiento:

La pérdida total del modelo de difracción de pantalla múltiple está dada por:

$$L_{msd} = \begin{cases} -\tanh\left(\frac{\log(d) - \log(d_{bp})}{\chi}\right) \cdot (L1_{msd}(d) - L_{mid}) + L_{mid} & \text{for } l > d_s \text{ and } dh_{bp} > 0 \\ \tanh\left(\frac{\log(d) - \log(d_{bp})}{\chi}\right) \cdot (L2_{msd}(d) - L_{mid}) + L_{mid} & \text{for } l \leq d_s \text{ and } dh_{bp} > 0 \\ L2_{msd}(d) & \text{for } dh_{bp} = 0 \\ L1_{msd}(d) - \tanh\left(\frac{\log(d) - \log(d_{bp})}{\zeta}\right) \cdot (L_{upp} - L_{mid}) - L_{upp} + L_{mid} & \text{for } l > d_s \text{ and } dh_{bp} < 0 \\ L2_{msd}(d) + \tanh\left(\frac{\log(d) - \log(d_{bp})}{\zeta}\right) \cdot (L_{mid} - L_{low}) + L_{mid} - L_{low} & \text{for } l \leq d_s \text{ and } dh_{bp} < 0 \end{cases} \quad (27)$$

donde:

$$dh_{bp} = L_{upp} - L_{low} \quad (28)$$

$$\zeta = (L_{upp} - L_{low}) \cdot v \quad (29)$$

$$L_{mid} = \frac{(L_{upp} + L_{low})}{2} \quad (30)$$

$$L_{upp} = L1_{msd}(d_{bp}) \quad (31)$$

$$L_{low} = L2_{msd}(d_{bp}) \quad (32)$$

y

$$d_{bp} = |\Delta h_1| \sqrt{\frac{1}{\lambda}} \quad (33)$$

$$v = [0, 0417]$$

$$x = [0, 1]$$

donde las pérdidas de cada modelo, $L_{1msd}(d)$ y $L_{2msd}(d)$, se definen en la forma siguiente:

Cálculo de L_{1msd} para $l > d_s$

$$L_{1msd}(d) = L_{bsh} + k_a + k_d \log_{10}(d/1\,000) + k_f \log_{10}(f) - 9 \log_{10}(b) \quad (34)$$

donde:

$$L_{bsh} = \begin{cases} -18 \log_{10}(1 + \Delta h_1) & \text{for } h_1 > h_r \\ 0 & \text{for } h_1 \leq h_r \end{cases} \quad (35)$$

es un término de pérdidas que depende de la altura de la antena:

$$k_a = \begin{cases} 71.4 & \text{for } h_1 > h_r \text{ and } f > 2\,000 \text{ MHz} \\ 73 - 0.8\Delta h_1 & \text{for } h_1 \leq h_r, f > 2\,000 \text{ MHz and } d \geq 500 \text{ m} \\ 73 - 1.6\Delta h_1 d / 1\,000 & \text{for } h_1 \leq h_r, f > 2\,000 \text{ MHz and } d < 500 \text{ m} \\ 54 & \text{for } h_1 > h_r \text{ and } f \leq 2\,000 \text{ MHz} \\ 54 - 0.8\Delta h_1 & \text{for } h_1 \leq h_r, f \leq 2\,000 \text{ MHz and } d \geq 500 \text{ m} \\ 54 - 1.6\Delta h_1 d / 1\,000 & \text{for } h_1 \leq h_r, f \leq 2\,000 \text{ MHz and } d < 500 \text{ m} \end{cases} \quad (36)$$

$$k_d = \begin{cases} 18 & \text{for } h_1 > h_r \\ 18 - 15 \frac{\Delta h_1}{h_r} & \text{for } h_1 \leq h_r \end{cases} \quad (37)$$

$$k_f = \begin{cases} -8 & \text{for } f > 2\,000 \text{ MHz} \\ -4 + 0.7(f/925 - 1) & \text{for medium sized city and suburban} \\ & \text{centres with medium tree density and } f \leq 2\,000 \text{ MHz} \\ -4 + 1.5(f/925 - 1) & \text{for metropolitan centres and } f \leq 2\,000 \text{ MHz} \end{cases} \quad (38)$$

Cálculo de L_{2msd} para $l < d_s$

En este caso, se ha de hacer una nueva distinción, según las alturas relativas de la antena y los tejados:

$$L2_{msd}(d) = -10 \log_{10} (Q_M^2) \quad (39)$$

donde:

$$Q_M = \begin{cases} 2.35 \left(\frac{\Delta h_1}{d} \sqrt{\frac{b}{\lambda}} \right)^{0.9} & \text{for } h_1 > h_r + \delta h_u \\ \frac{b}{d} & \text{for } h_1 \leq h_r + \delta h_u \text{ and } h_1 \geq h_r + \delta h_l \\ \frac{b}{2\pi d} \sqrt{\frac{\lambda}{\rho}} \left(\frac{1}{\theta} - \frac{1}{2\pi + \theta} \right) & \text{for } h_1 < h_r + \delta h_l \end{cases} \quad (40)$$

$$\theta = \arctan \left(\frac{\Delta h_1}{b} \right) \quad (41)$$

$$\rho = \sqrt{\Delta h_1^2 + b^2} \quad (42)$$

$$\delta h_u = 10^{-\log_{10}\left(\sqrt{\frac{b}{\lambda}}\right) - \frac{\log_{10}(d)}{9} + \frac{10}{9} \log_{10}\left(\frac{b}{2.35}\right)} \quad (43)$$

$$\delta h_l = \frac{0.00023b^2 - 0.1827b - 9.4978}{(\log_{10}(f))^{2.938}} + 0.00078b + 0.0692 \quad (44)$$

Área suburbana

La pérdida debida a la distancia para antenas isotrópicas puede dividirse en tres regiones en función de cuál sea la onda dominante en la estación 2. Estas regiones se asocian a que la onda dominante sea la onda directa, la reflejada o la difractada. Las pérdidas en cada región se pueden expresar como sigue, de acuerdo con la óptica geométrica.

$$L_{NLoS1} = \begin{cases} 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right) & \text{for } d < d_0 \quad (\text{Direct wave dominant region}) \\ L_{0n} & \text{for } d_0 \leq d < d_{RD} \quad (\text{Reflected wave dominant region}) \\ 32.1 \cdot \log_{10} \left(\frac{d}{d_{RD}} \right) + L_{d_{RD}} & \text{for } d \geq d_{RD} \quad (\text{Diffracted wave dominant region}) \end{cases} \quad (45)$$

donde:

$$L_{0n} = \begin{cases} L_{d_k} + \frac{L_{d_{k+1}} - L_{d_k}}{d_{k+1} - d_k} \cdot (d - d_k) & \text{when } d_k \leq d < d_{k+1} < d_{RD} \\ & (k = 0, 1, 2, \dots) \\ L_{d_k} + \frac{L_{d_{RD}} - L_{d_k}}{d_{RD} - d_k} \cdot (d - d_k) & \text{when } d_k \leq d < d_{RD} < d_{k+1} \end{cases} \quad (46)$$

$$d_k = \sqrt{\left(\frac{B_k}{\sin \varphi}\right)^2 + (h_1 - h_2)^2} \quad (47)$$

$$L_{d_k} = 20 \cdot \log_{10} \left\{ \frac{4\pi d_{kp}}{0.4^k \cdot \lambda} \right\} \quad (48)$$

$$\begin{aligned} d_{RD}(f) = & (0.25 \cdot d_3 + 0.25 \cdot d_4 - 0.16 \cdot d_1 - 0.35 \cdot d_2) \cdot \log_{10}(f) \\ & + 0.25 \cdot d_1 + 0.56 \cdot d_2 + 0.10 \cdot d_3 + 0.10 \cdot d_4 \\ & (0.8 \text{ GHz} \leq f \leq 38 \text{ GHz}) \end{aligned} \quad (49)$$

$$L_{d_{RD}} = L_{d_k} + \frac{L_{d_{k+1}} - L_{d_k}}{d_{k+1} - d_k} \cdot (d_{RD} - d_k) \quad (d_k \leq d_{RD} \leq d_{k+1}) \quad (50)$$

$$d_{kp} = \sqrt{\left(\frac{A_k}{\sin \varphi_k}\right)^2 + (h_1 - h_2)^2} \quad (51)$$

$$A_k = \frac{w \cdot (h_1 - h_2) \cdot (2k+1)}{2 \cdot (h_r - h_2)} \quad (52)$$

$$B_k = \frac{w \cdot (h_1 - h_2) \cdot (2k+1)}{2 \cdot (h_r - h_2)} - k \cdot w \quad (53)$$

$$\varphi_k = \tan^{-1} \left(\frac{A_k}{B_k} \cdot \tan \varphi \right) \quad (54)$$

Modelos para la propagación entre terminales situados entre el nivel por debajo de la altura de los tejados y un nivel cercano a la calle

Los modelos descritos a continuación están especificados para el cálculo de la pérdida básica de propagación entre dos terminales de baja altura, en entorno urbano o residencial.

El modelo incluye tanto las regiones LoS como NLoS, y predice la rápida caída del nivel de señal que se produce en la esquina en la que se pasa de la situación LoS a NLoS. El modelo es válido para frecuencias en el margen 300-3000 MHz. Está basado en medidas realizadas con alturas de antena entre 1.9 y 3.0 m sobre el suelo, y distancias transmisor-receptor de hasta 3000 m.

Los parámetros requeridos son la frecuencia f (MHz) y la distancia entre terminales d (m).

Paso 1: Calcular el valor mediano de la pérdida de propagación en linea de vista:

$$L_{LoS}^{median}(d) = 3245 + 20 \log_{10} f + 20 \log_{10}(d/1000) \quad (57)$$

Paso 2: Para el porcentaje de localizaciones requerido, p (%), calcular la corrección por localizaciones LoS:

$$\Delta L_{LoS}(p) = 1.5624\sigma \sqrt{-2 \ln(1-p/100)} - 1.1774 \quad \text{with } \sigma = 7 \text{ dB} \quad (58)$$

Paso 3: Añadir la corrección de emplazamiento LoS al valor mediano de la pérdida LoS:

$$L_{LoS}(d, p) = L_{LoS}^{median}(d) + \Delta L_{LoS}(p) \quad (59)$$

Paso 4: Calcular el valor mediano de la pérdida NLoS:

$$L_{NLoS}^{median}(d) = 9.5 + 45 \log_{10} f + 40 \log_{10}(d/1000) + L_{urban} \quad (60)$$

L_{urban} depende de la categoría urbana y corresponde a 0 dB para un entorno suburbano, 6,8 dB para un entorno urbano y 2,3 dB para un entorno urbano denso de construcciones altas.

Paso 5: Para el porcentaje de emplazamiento requerido, p (%), añadir la corrección de emplazamiento NLoS:

$$\Delta L_{NLoS}(p) = \sigma N^{-1}(p/100) \quad \text{with } \sigma = 7 \text{ dB} \quad (61)$$

$N^{-1}(.)$ es la función de distribución acumulativa normal inversa

Paso 6: Añadir la corrección de emplazamiento NLoS al valor mediano de la pérdida NLoS:

$$L_{NLoS}(d, p) = L_{NLoS}^{median}(d) + \Delta L_{NLoS}(p) \quad (62)$$

Paso 7: Para el porcentaje de localización requerido, p (%), calcular la distancia d_{LoS} para la cual la fracción LoS es igual a F_{LoS} p:

$$d_{LoS}(p) = \begin{cases} 212[\log_{10}(p/100)]^2 - 64 \log_{10}(p/100) & \text{if } p < 45 \\ 79.2 - 70(p/100) & \text{otherwise} \end{cases} \quad (63)$$

Paso 8: La pérdida de trayecto en la distancia, d , viene dada por lo tanto como:

- a) Si $d < d_{LoS}$, entonces $L(d, p) = L_{LoS}(d, p)$
- b) Si $d > d_{LoS} + w$, entonces $L(d, p) = L_{NLoS}(d, p)$
- c) En otros casos, efectuar la interpolación lineal entre los valores $L_{LoS}(d_{LoS}, p)$ y $L_{NLoS}(d_{LoS} + w, p)$:

$$\begin{aligned}L_{LoS} &= L_{LoS}(d_{LoS}, p) \\L_{NLoS} &= L_{NLoS}(d_{LoS} + w, p) \\L(d, p) &= L_{LoS} + (L_{NLoS} - L_{LoS})(d - d_{LoS})/w\end{aligned}$$

Se introduce la anchura w para proporcionar una región de transición entre las regiones LoS y NLoS. Esta región de transición se observa en los datos y, generalmente, tiene una anchura de $w = 20$ m.

Modelo específico para zona urbana

Este modelo específico consta de LoS, NLoS con 1 giro y NLoS con 2 giros en entornos de calles cuadriculadas rectilíneas. Este modelo se basa en datos medidos a frecuencias: 430, 750, 905, 1 834, 2 400, 3 705 y 4 860 MHz con alturas de antena entre 1,5 y 4,0 m por encima del suelo. La distancia máxima entre terminales es de 1 000 m.

Situación LoS

Las pérdidas de propagación son las mismas que en § 3.1.2.

Situaciones NLoS

Propagación NLoS con 1 giro

El caso de NLoS con 1 giro entre la estación 1 y la estación 2, se debe a que hay una esquina entre las dos estaciones. La distancia entre la esquina y la estación 1 es x_1 y la distancia entre la esquina y la estación 2 es x_2 .

Las pérdidas en el trayecto en esta situación pueden calcularse mediante:

$$L_{1-Turn} = L_{LoS} + 10 \log_{10} \frac{x_1 x_2}{x_1 + x_2} - 20 \log_{10} S_1 \text{ (dB), } x_2 > \max(S_1^2, d_{corner}) \quad (64)$$

siendo L_{LoS} las pérdidas en el trayecto a la distancia $d = x_1 + x_2$, calculadas según § 3.1.1, y S_1 en parámetros de dispersión/difracción que viene dado por la siguiente expresión:

$$S_1 = (3.45 \times 10^4) \cdot f^{-0.46} \quad (65)$$

a una frecuencia de funcionamiento f expresada en Hz.

Propagación NLoS con 2 giros

A diferencia de los enlaces LoS y NLoS con 1 giro, para el enlace NLoS con dos giros resulta posible crear múltiples trayectos de viaje. Así, la ganancia de potencia de la señal recibida (de la estación 1 a la 2) se calcula considerando todos los trayectos con 2 giros. Dado que la ganancia de la potencia recibida y las pérdidas en el trayecto están inversamente relacionadas y son logarítmicas, la ganancia de potencia recibida puede expresarse así:

$$\frac{1}{10^{L_{2-Turn}/10}} = \sum_n \frac{1}{10^{L_{2-Turn,n}/10}} \quad (66)$$

siendo L_{2-Turn} las pérdidas totales entre la estación 1 y la estación 2, y $L_{2-Turn,n}$ las pérdidas a lo largo del n -ésimo trayecto con dos giros. Por consiguiente,

$$L_{2-Turn} = -10 \log_{10} \sum_n \frac{1}{10^{\frac{L_{2-Turn,n}}{10}}} \quad \text{dB} \quad (67)$$

A fin de calcular las pérdidas en el n -ésimo trayecto, es decir, $L_{2-Turn,n}$ en (67), consideremos la situación NLoS con dos giros ilustrada en la Fig. 3. Este trayecto de enlace se caracteriza por tres distancias: x_1 , x_2 , y x_3 , siendo

- x_1 la distancia entre la estación 1 y la primera esquina,
- x_2 la distancia entre la primera y la segunda esquina,
- x_3 la distancia entre la segunda esquina y la estación 2.

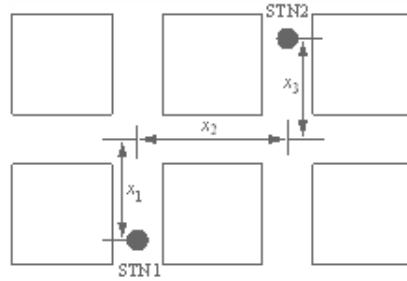


Figura 3: Enlace NLoS con dos giros entre la estación 1 y la estación 2

Así, las pérdidas en el trayecto de propagación entre la estación 1 y la 2 se calcula mediante la siguiente expresión:

$$L_{2-Turn,n} = L_{LoS} + 10 \log_{10} \frac{x_{1,n} x_{2,n} x_{3,n}}{x_{1,n} + x_{2,n} + x_{3,n}} - 20 \log_{10} S_1 - 20 \log_{10} S_2 \quad x_{3,n} > \max(S_2^2, d_{corner}) \quad (68)$$

siendo L_{LoS} las pérdidas en el trayecto de distancia $d=x_{1,n}+x_{2,n}+x_{3,n}$, calculadas según § 3.1.1. S_1 es un parámetro de dispersión/difracción correspondiente al primer giro y calculado mediante (66), y S_2 es el parámetro que representa el efecto de la segunda esquina, que viene dado por:

$$S_2 = 0.54 f^{0.076} \quad (69)$$

Modelo específico para entornos residenciales

En la Fig. 4 se describe el modelo de propagación que predice las pérdidas en todo el trayecto L entre dos terminales de baja altura en entornos residenciales, como se representa en la ecuación (70) utilizando pérdidas en el trayecto a lo largo de una calle L_r , las pérdidas en el trayecto entre casas L_b , y las pérdidas en el trayecto debido a la propagación por encima de los tejados L_v . Los valores L_r , L_b y L_v se calculan, respectivamente, mediante las ecuaciones (71)-(72), (73), y (74)-(80). Las zonas aplicables son las regiones LoS y NLoS que tienen zonas con dos o más esquinas. Este modelo se recomienda para frecuencias comprendidas en la gama 2-26 GHz. La distancia máxima entre terminales d es de 1000 m. El ángulo aplicable a la carretera oscila de 0-90 grados. La gama aplicable a la altura de la antena del terminal es de 1,2 m a h_{Bmin} , siendo h_{Bmin} la altura del edificio más bajo en la zona (normalmente unos 6 m para una vivienda unifamiliar en una zona residencial).

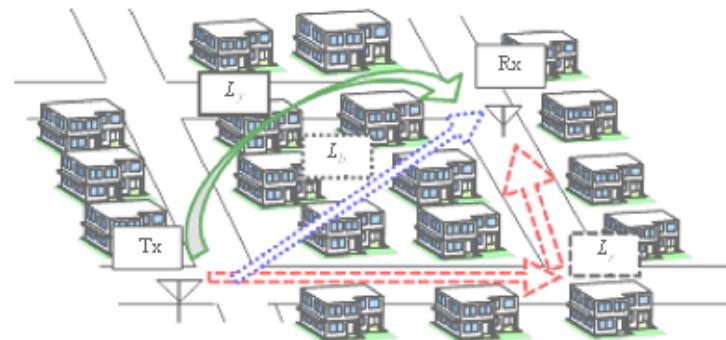


Figura 4: Modelo de propagación para trayectos entre terminales a una altura inferior a la de los tejados

$$L = -10 \log(1/10^{(L_r/10)} + 1/10^{(L_b/10)} + 1/10^{(L_v/10)}) \quad (70)$$

$$L_r = \begin{cases} L_{rbc} & (\text{before corner}) \\ L_{rac} & (\text{after corner}) \end{cases} \quad (71)$$

$$L_{rbc} = 20 \log(4\pi d / \lambda) \quad (72)$$

$$L_{rac} = L_{rbc} + \sum_i (7.18 \log(\theta_i) + 0.97 \log(f) + 6.1) \cdot \left\{ 1 - \exp(-3.72 \cdot 10^{-5} \theta_i x_{1i} x_{2i}) \right\} \quad (73)$$

$$L_b = 20 \log(4\pi d / \lambda) + 30.6 \log(d / R) + 6.88 \log(f) + 5.76 \quad (74)$$

$$L_v = 20 \log(4\pi d / \lambda) + L_1 + L_2 + L_c \quad (75)$$

$$L_1 = 6.9 + 20 \log \left(\sqrt{(v_1 - 0.1)^2 + 1} + v_1 - 0.1 \right) \quad (76)$$

$$L_2 = 6.9 + 20 \log \left(\sqrt{(v_2 - 0.1)^2 + 1} + v_2 - 0.1 \right) \quad (77)$$

$$v_1 = (h_{bTx} - h_{Tx}) \sqrt{\frac{2}{\lambda} \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right)} \quad (78)$$

$$v_2 = (h_{bRx} - h_{Rx}) \sqrt{\frac{2}{\lambda} \left(\frac{1}{b} + \frac{1}{c} \right)} \quad (79)$$

$$L_c = 10 \log \left[\frac{(a+b)(b+c)}{b(a+b+c)} \right] \quad (80)$$

Los parámetros pertinentes de este modelo son:

- d: distancia entre dos terminales (m)
- λ : longitud de onda (m)
- f: frecuencia (GHz)
- θ_i : ángulo en la calle con la i-ésima esquina (grados)
- x_{1i} : distancia en la calle del transmisor a la i-ésima esquina (m)
- x_{2i} : distancia en la calle de la i-ésima esquina al receptor (m)
- R: distancia visible media (m)
- h_{bTx} : altura del edificio más cercano desde el transmisor en la dirección del receptor (m)
- h_{bRx} : altura del edificio más cercano desde el receptor en la dirección del transmisor (m)
- h_{Tx} : altura de la antena del transmisor (m)
- h_{Rx} : altura de la antena del receptor (m)
- a: distancia entre el transmisor y el edificio más cercano desde el transmisor (m)
- b: distancia entre los edificios más cercanos del transmisor al receptor (m)
- c: distancia entre el receptor y el edificio más cercano desde el receptor (m).

Las Figs 5 y 6 siguientes describen respectivamente la geometría y los parámetros. La distancia visible media R se calcula mediante las ecuaciones (81)-(84). En estas ecuaciones, n es la densidad de edificios (edificios/km²), m es la altura media de los edificios de menos de 3 plantas (m), l es la altura del edificio más bajo, que suele ser de 6 (m) y l₃ es la altura de un edificio de tres plantas, que normalmente es de 12 (m).

$$R = \frac{1000\gamma}{mw_p(1-e^{-\gamma})} \exp \left[\frac{h_{Rx}-l}{m-l} \right] \quad (81)$$

$$w_p = \frac{4}{\pi} w_0 \left\{ 1 - \frac{\alpha(1-e^{-\delta\gamma})}{\delta^2(1-e^{-\gamma})} \exp[-\beta h_{Rx}] \right\} \quad (82)$$

$$\gamma = \frac{l_3 - h_{Rx}}{m - l}, \quad \delta = 1 + \beta(m - l) \quad (83)$$

$$w_0 = 15 \text{ [m]}, \quad \alpha = 0.55, \quad \beta = 0.18 \text{ [m}^{-1}] \quad (84)$$

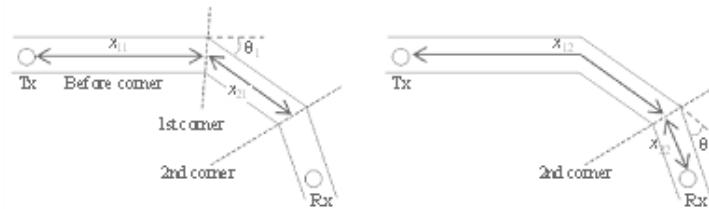


Figura 5: Geometría de calles y parámetros (ejemplo de dos esquinas)

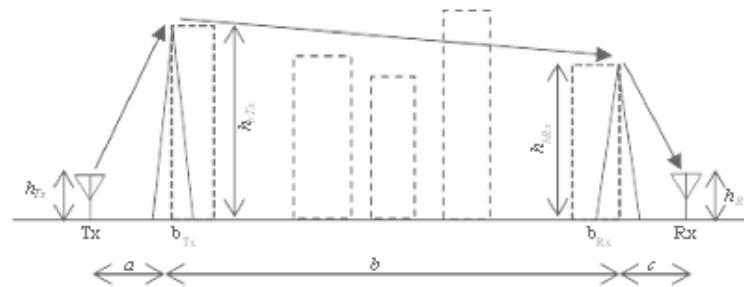


Figura 6: Vista lateral de la geometría de edificios y parámetros

REFERENCIAS

- [1] ITU-R Rec. P.1411-9, "Propagation data and prediction methods for the planning of short-range outdoor radiocommunication systems and radio local area networks in the frequency range 300 MHz to 100 GHz", ITU, Geneva, Switzerland, 2017

COST 231

DESCRIPCIÓN

El modelo COST 231 [1-2] es un modelo semi-empírico de predicción de las pérdidas en un trayecto, resultado de la combinación de los modelos Walfisch-Bertoni [3] e Ikegami [4]. Es recomendado para macro-células en escenarios urbanos y suburbanos, con buenos resultados de las pérdidas en el trayecto para antenas transmisoras situadas por encima de la altura media de los tejados. Sin embargo, el error en las predicciones aumenta considerablemente a medida que la altura del transmisor se acerca a la altura de los tejados, llegando a tener un rendimiento muy pobre para transmisores situados por debajo de ese nivel.

Respecto a modelos precedentes como [Okumura-Hata](#), el modelo COST 231 incluye una serie de parámetros adicionales al proceso de cálculo, además de ampliar el rango de frecuencias en el cual puede usarse (800 - 2000 MHz). El modelo realiza un cálculo más detallado de la atenuación, basándose en cuatro parámetros adicionales:

- Altura de los edificios.
- Ancho de las calles.
- Separación entre edificios.
- Orientación de la calle respecto a la dirección de propagación.

La pérdida básica de propagación, L_b , es calculada como la suma de tres componentes: la pérdida de propagación en condiciones de espacio libre, L_0 ; la pérdida por difracción del tejado a la calle, L_{rts} , producida en el interior de la calle en la que se encuentra el receptor, como resultado de la difracción en el tejado adyacente a éste; y la pérdida por difracción multipantalla L_{msd} , producida por múltiples diferencias en los tejados de los edificios situados a lo largo del trayecto. El modelo distingue además casos LOS y NLOS.

En general, las restricciones para el modelo son las siguientes:

- $f = 800 - 2000$ MHz
- $h_b = 4 - 50$ m (altura de transmisor)
- $h_m = 1 - 3$ m (altura de receptor)
- $d = 0.02 - 50$ km (distancia entre transmisor y receptor)
- $\Delta h_b > 0$ m (altura relativa del transmisor respecto a los edificios)

DESARROLLO

a) Para escenarios LOS, la pérdida de propagación considera únicamente la pérdida en espacio libre, $L_b = L_{0(LOS)}$ donde:

$$L_{0(LOS)} = 42.6 + 26 \log(d) + 20 \log(f) \quad (1)$$

donde d es expresada en km y f en MHz.

b) El trayecto NLOS típico descrito en el modelo COST 231, se representa en las Figuras 1a y 1b.

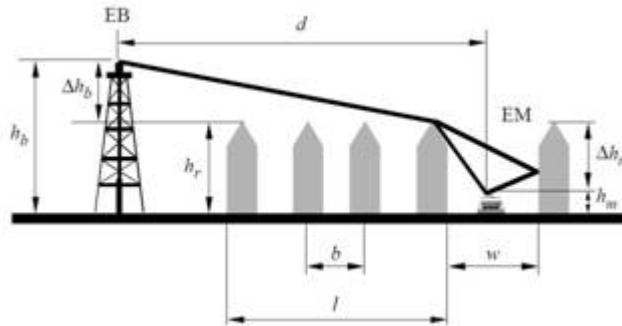


Figura 1a: Escenario típico de propagación NLOS usado en el modelo COST 231. Vista perfil.

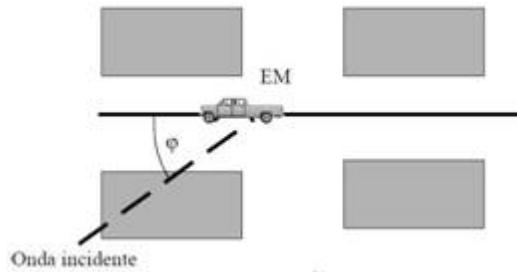


Figura 1b: Escenario típico de propagación NLOS usado en el modelo COST 231. Vista superior.

Los parámetros definidos en el modelo COST 231 son los siguientes:

- h_r : altura media de los edificios (m)
- w : anchura de la calle (m)
- b : separación media entre edificios (m)
- ϕ : ángulo formado por la dirección de propagación y el eje la calle (grados)
- h_b : altura de la antena de la estación base (m)
- h_m : altura de la antena del dispositivo móvil (m)
- $\Delta h_m = h_r - h_m$ (m)
- $\Delta h_b = h_b - h_r$ (m)
- l : distancia total entre el primer y el último edificio del trayecto (m)
- d : distancia entre estación base y dispositivo móvil (km)
- f : frecuencia (MHz)

La pérdida básica de propagación para el escenario NLOS viene dada por:

$$L_b = \begin{cases} L_0 + L_{rt} + L_{msd} & \text{para } L_{rt} + L_{msd} > 0 \\ L_0 & \text{para } L_{rt} + L_{msd} \leq 0 \end{cases} \quad (2)$$

La pérdida de propagación en condiciones de espacio libre, L_0 , se obtiene según la expresión:

$$L_0 = 32.4 + 20 \log(d) + 20 \log(f) \quad (3)$$

El término L_{rts} tiene en cuenta la anchura de la calle y su orientación con respecto a la dirección de propagación del rayo. Su definición está basada en los principios de difracción tejado-calle dados por el modelo de Ikegami [4]. La expresión para el cálculo de L_{rts} es aceptada por la [Rec. UIT-R P.1411](#) [5] y viene dada por:

$$L_{rts} = -8.2 - 10 \log(w) + 10 \log(f) + 20 \log(\Delta h_m) + L_{ori} \quad (4)$$

donde:

$$L_{ori} = \begin{cases} -10 + 0.354\varphi & \text{para } 0^\circ \leq \varphi < 35^\circ \\ 2.5 + 0.075(\varphi - 35) & \text{para } 35^\circ \leq \varphi < 55^\circ \\ 4.0 - 0.114(\varphi - 55) & \text{para } 55^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ \end{cases} \quad (5)$$

El término L_{ori} es un factor de corrección que cuantifica las pérdidas debido a la orientación de la calle. En caso de que el valor de $L_{rts} < 0$, se debe considerar $L_{rts} = 0$.

La pérdida por difracción multipantalla, L_{msd} , es función de la frecuencia, la distancia entre el dispositivo móvil y la estación base, además de la altura de ésta y la de los edificios. Al igual que L_{rts} , en caso de que L_{msd} sea negativo, se considera $L_{msd} = 0$. Su valor se calcula mediante la expresión:

$$L_{msd} = L_{bsb} + k_a + k_d \log(d) + k_f \log(f) - 9 \log(b) \quad (6)$$

donde:

$$L_{bsb} = \begin{cases} -18 \log_{10}(1 + \Delta h_b) & \text{for } h_b > h_r \\ 0 & \text{for } h_b \leq h_r \end{cases} \quad (7)$$

es un término que depende de la altura de la estación base. Además se definen los siguientes parámetros:

$$k_a = \begin{cases} 54 & \text{para } h_b > h_r \\ 54 - 0.8\Delta h_b & \text{para } h_b \leq h_r \text{ y } d \geq 0.5 \text{ km} \\ 54 - 0.8\Delta h_b / 0.5 & \text{para } h_b \leq h_r \text{ y } d < 0.5 \text{ km} \end{cases} \quad (8)$$

$$k_d = \begin{cases} 18 & \text{for } h_b > h_r \\ 18 - 15 \frac{\Delta h_b}{h_r} & \text{for } h_b \leq h_r \end{cases} \quad (9)$$

$$k_f = \begin{cases} -4 + 0.7(f/925 - 1) & \text{para ciudades de tamaño medio y entornos suburbanos con densidad moderada de vegetación} \\ -4 + 1.5(f/925 - 1) & \text{para centros metropolitanos} \end{cases} \quad (10)$$

El término k_a presenta el incremento de la pérdida en el trayecto para el caso de estaciones bases ubicadas por debajo de la altura media de los edificios. Los términos k_d y k_f controlan la dependencia de L_{msd} respecto a la distancia y a la frecuencia, respectivamente. En el caso de que no existieran datos sobre los edificios en el trayecto, el modelo COST 231 recomienda emplear:

- $h_r = 3 \text{ m} \times (\text{Nº de pisos}) + \text{altura del techo}$
- $\text{altura del techo} = \begin{cases} 3 \text{ m} & \text{techo inclinado} \\ 0 \text{ m} & \text{techo plano} \end{cases}$
- $b = 20 - 50 \text{ m}$
- $w = b / 2$
- $\phi = 90^\circ$

REFERENCIAS

- [1] E. Damosso, "Digital Mobile Radio: Towards Future Generation Systems", European Commission, Final Report of the COST 231 Project, Chapter 4, 1998.
- [2] L. M. Correia, "A view of the COST 231-Bertoni-Ikegami model," *2009 3rd European Conference on Antennas and Propagation*, Berlin, 2009, pp. 1681-1685.
- [3] J. Walfisch and H. L. Bertoni, "A theoretical model of UHF propagation in urban environments," in *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 36, no. 12, pp. 1788-1796, Dec 1988. doi: 10.1109/8.14401
- [4] F. Ikegami, T. Takeuchi and S. Yoshida, "Theoretical prediction of mean field strength for urban mobile radio," in *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 39, no. 3, pp. 299-302, Mar 1991. doi: 10.1109/8.76325
- [5] ITU-R Recommendation P.1411-4, "Propagation data and prediction methods for the planning of short-range outdoor radiocommunication systems and radio local area networks in the frequency range 300 MHz to 100 GHz", ITU, Geneva, Switzerland, 2007.

STANFORD UNIVERSITY INTERIM

DESCRIPCIÓN

El grupo 802.16 del IEEE, conjuntamente con la Universidad de Stanford, llevó a cabo un extenso trabajo de investigación con el propósito de desarrollar un modelo de canal WiMAX para entornos suburbanos. Uno de los resultados más importantes obtenidos fue el modelo de pérdida de propagación SUI (*Stanford University Interim*) [1], el cual es una extensión del trabajo previo desarrollado por AT&T Wireless y el análisis del mismo hecho por Erceg *et al.* [2].

Para calcular la pérdida básica de propagación, el modelo SUI propone agrupar los escenarios de propagación en tres diferentes categorías, cada una con sus características propias:

- Categoría A: terreno montañoso con niveles medios y altos de vegetación, que corresponde a condiciones de pérdidas elevadas.
- Categoría B: terreno montañoso con niveles bajos de vegetación, o zonas llanas con niveles medios y altos de vegetación. Nivel medio de pérdidas.
- Categoría C: zonas llanas con densidad de vegetación muy baja o nula. Corresponde a trayectos donde las pérdidas son bajas.

Para los tres escenarios, las características generales son, típicamente, las siguientes:

- Tamaño de las celdas < 10 km.
- Altura de la antena del receptor: 2 a 10 m.
- Altura de la antena de la estación base: 15 a 40 m.
- Requisito de porcentaje de cobertura elevado (80%-90%).

Según la documentación del IEEE 802.16, el modelo SUI es un método de estimación apropiado para sistemas WiMAX y BFWA (*Broadband Fixed Wireless Applications*).

A continuación se describe el modelo SUI y algunas variaciones del mismo que añaden factores de corrección.

DESARROLLO

Modelo SUI básico (o modelo Erceg)

El modelo SUI básico propuesto por el IEEE, está basado en el modelo de Erceg [2] para frecuencias cercanas a 2 GHz, altura de antena receptora menor a 2 m, y debe aplicarse a entornos suburbanos.

En el mismo se define la siguiente expresión para la pérdida básica de propagación:

$$L_b(\text{dB}) = A + 10\gamma \log\left(\frac{d}{d_0}\right) + s \quad (1)$$

donde:

$$d > d_0$$

$$A = 20 \log \left(\frac{4\pi d_0}{\lambda} \right) \quad (2)$$

$$\gamma = a - b h_b + \frac{c}{h_b} \quad (3)$$

$$d_0 = 100 \text{ m}$$

$$10 \text{ m} < h_b < 80 \text{ m}$$

$$8.2 \text{ dB} < s < 10.6 \text{ dB}$$

d: distancia entre base y receptor, en m

λ : longitud de onda, en metros; $f \leq 2000 \text{ MHz}$

γ : exponente de pérdidas

h_b : altura de la estación base, en m.

s: efecto de *shadowing*.

a, b, c: constantes que dependen de la categoría del terreno (ver Tabla 1)

| | Categoría A | Categoría B | Categoría C |
|---|-------------|-------------|-------------|
| a | 4,6 | 4 | 3,6 |
| b | 0,0075 | 0,0065 | 0,005 |
| c | 12,6 | 17,1 | 20 |

Tabla 1: Parámetros del modelo SUI.

Modelo SUI con factor de corrección de frecuencia

Para frecuencias mayores a 2 GHz y altura de antena receptora, h, entre 2 y 10 m, se introducen factores de corrección al modelo básico, previamente estudiado.

$$L_b(\text{dB}) = A + 10\gamma \log \left(\frac{d}{d_0} \right) + s + \Delta L_{bf} + \Delta L_{bh} \quad (4)$$

donde:

ΔL_{bf} : factor de corrección para la frecuencia

$$\Delta L_{bf} = 6.0 \log \frac{f}{2000} \quad (5)$$

ΔL_{bh} : factor de corrección para la altura de antena del receptor, h:

$$\Delta L_{bh} = \begin{cases} -10.8 \log\left(\frac{h}{2}\right) & \text{para terrenos tipo A y B} \\ -20 \log\left(\frac{h}{2}\right) & \text{para terrenos tipo C} \end{cases} \quad (6)$$

Esta versión del modelo SUI, que incluye factores de corrección, es la que es mayormente empleada en cálculos de propagación con este modelo.

Modelo SUI extendido

El modelo SUI modificado [3] propuesto por el IEEE 802.16 modifica el factor de corrección ΔL_{bh} en función de los propuestos por Okumura. Esta modificación supone un recálculo de la distancia de referencia d_0 que asume ahora el valor d'_0 , dado. Se definen así las siguientes expresiones para el cálculo de la pérdida básica de propagación:

$$L_b(dB) = \begin{cases} 20 \log\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right) & \text{para } d \leq d'_0 \\ A + 10\gamma \log\left(\frac{d}{d_0}\right) + \Delta L_{bf} + \Delta L_{bh} & \text{para } d > d'_0 \end{cases} \quad (7)$$

donde:

$$A = 20 \log\left(\frac{4\pi d'_0}{\lambda}\right) \quad (8)$$

$$d'_0 = d_0 10^{-\left(\frac{\Delta L_{bf} + \Delta L_{bh}}{10\gamma}\right)} \quad (9)$$

$$\gamma = a - b h_b + \frac{c}{h_b} \quad (10)$$

ΔL_{bf} : factor de corrección para la frecuencia

$$\Delta L_{bf} = 6.0 \log \frac{f}{2000} \quad (11)$$

ΔL_{bh} : factor de corrección para la altura de antena del receptor, h:

$$\Delta L_{bh} = \begin{cases} -10 \log\left(\frac{h}{3}\right) & \text{para } h \leq 3 \text{ m} \\ -20 \log\left(\frac{h}{3}\right) & \text{para } h > 3 \text{ m} \end{cases} \quad (12)$$

Los parámetros a, b, c y d_0 del modelo, son aquellos definidos en el apartado anterior (ver Tabla 1).

REFERENCIAS

- [1] V. Erceg et al., "An empirically-based path loss model for wireless channels in suburban environments," *Global Telecommunications Conference, 1998. GLOBECOM 1998. The Bridge to Global Integration. IEEE*, Sydney, NSW, 1998, pp. 922-927 vol.2. doi: 10.1109/GLOCOM.1998.776865
- [2] V. Erceg et al., "Channel Models for Fixed Wireless Applications", IEEE802.16.3c-01/29r4, Broadband Wireless Working Group, IEEE P802.16, 2001.
- [3] G. Senarath, W. Tong et. al: "Multi-hop Relay System Evaluation Methodology (Channel Model and Performance Metric)", IEEE 802.16j-06/013r3, Feb 2007.

REC. UIT-R P.1812

DESCRIPCIÓN

La Recomendación UIT-R P.1812 [1] presenta un método de predicción de la propagación adaptado a servicios terrenales punto a zona en la gama de frecuencias comprendida entre 30 MHz y 3 GHz, cuyo fin es evaluar detalladamente los niveles de señal rebasados durante un porcentaje de tiempo, $p \%$, donde $1\% \leq p \leq 50\%$, y en un porcentaje dado de ubicaciones, p_L , donde $1\% \leq p_L \leq 99\%$. El método proporciona un análisis detallado basado en el perfil del terreno. Por consiguiente, este método se puede utilizar para predecir tanto el área de servicio y la disponibilidad para un nivel de señal deseado (cobertura), como la reducción dentro esta área y de la disponibilidad ocasionada por señales no deseadas, cocanal y/o de canal adyacente (interferencia).

El método es adecuado para realizar predicciones en sistemas de radiocomunicaciones que emplean circuitos terrenales con trayectos que van desde 0,25 km hasta unos 3000 km de longitud, con los dos terminales ubicados a una altura de hasta unos 3 km sobre el suelo.

DESARROLLO

El método se describe primero en términos del cálculo de las pérdidas de transmisión básicas (dB) que no se rebasan durante un $p\%$ del tiempo para el valor mediano de las ubicaciones. Posteriormente, la variabilidad con la ubicación y los elementos de pérdidas debidas a la penetración en edificios se caracterizan estadísticamente con respecto a la ubicación del receptor. Se asume la disponibilidad de perfiles detallados del terreno, extraídos usualmente de una base de datos digital de las elevaciones del terreno. Si no se dispone de estos perfiles, se debería utilizar la [Rec. UIT-R P.1546](#) para realizar las predicciones.

Se requieren los siguientes datos de entrada:

- Frecuencia f [GHz].
- Porcentaje del año medio (p) en que se rebasa el nivel de señal calculado.
- Porcentaje de ubicaciones (p_L) para las que se rebasa el nivel de señal calculado.
- Coordenadas geográficas de ambos terminales (transmisor y receptor) y alturas del centro de la antena sobre el nivel del suelo.
- Ganancias de las antenas G_t , G_r (dBi) en la dirección del horizonte, a lo largo del trayecto de círculo máximo para ambos terminales.
- Tipo de terreno: tierra costera, tierra interior ó mar.
- Distancias de los terminales a la costa.
- Datos radiometeorológicos como:
 - ΔN (unidades-N/km), el gradiente medio del índice de refracción radioeléctrica a lo largo del primer km más bajo de la atmósfera.
 - $\beta_0(\%)$, el porcentaje de tiempo en el que pueden esperarse, en los primeros 100 m de la baja atmósfera, unos valores del gradiente del índice de refracción superiores a 100 unidades N/km. Se usa para estimar la incidencia relativa de la propagación anómala (propagación por conductos y reflexión/refracción en capas) que puede ocurrir en la latitud considerada. Se calcula a partir del tipo de terreno y las distancias de los terminales a la costa.
 - N_0 (unidades-N), refractividad de la superficie a nivel del mar.

A partir de este conjunto inicial de datos, se calculan una serie de parámetros secundarios relacionados con el radio efectivo de la Tierra y el efecto de la propagación por conductos,

así como otros obtenidos a partir del análisis del perfil del trayecto.

El método de predicción de la propagación considera los siguientes elementos:

- Visibilidad directa
- Difracción (abarca los casos de Tierra lisa, terreno irregular y subtrayectos)
- Dispersión troposférica
- Propagación anómala (propagación por conductos y reflexión/refracción en capas)
- Variación de la ganancia con la altura debida a la ocupación del suelo
- Variabilidad con la ubicación
- Pérdidas debidas a la penetración en edificios

Los diferentes elementos se describen brevemente a continuación. Para una descripción detallada de los cálculos, se puede consultar [1].

Propagación con visibilidad directa (incluidos los efectos a corto plazo)

Todo lo que sigue a continuación debe evaluarse tanto para los trayectos transhorizonte como de visibilidad directa.

Las pérdidas de transmisión básicas debidas a la propagación en el espacio libre vienen dadas por:

$$L_{bfs} = 92.44 + 20 \log f + 20 \log d \quad \text{dB} \quad (1)$$

Las correcciones de los efectos de propagación multirayecto y de enfoque para los porcentajes de tiempo p y β_0 vienen dadas respectivamente por:

$$E_{sp} = 2.6 \left(1 - e^{-\frac{d_x + d_y}{10}} \right) \log \left(\frac{p}{50} \right) \quad \text{dB} \quad (2)$$

$$E_{s\beta} = 2.6 \left(1 - e^{-\frac{d_x + d_y}{10}} \right) \log \left(\frac{\beta_0}{50} \right) \quad \text{dB} \quad (3)$$

Se calculan las pérdidas de transmisión básicas no rebasadas durante el porcentaje de tiempo $p\%$, debidas a la propagación con visibilidad directa (independientemente de si se trata en realidad de un trayecto con o sin visibilidad directa), utilizando la siguiente expresión:

$$L_{b0p} = L_{bfs} + E_{sp} \quad \text{dB} \quad (4)$$

Se calculan las pérdidas de transmisión básicas no rebasadas durante el porcentaje de tiempo β_0 %, debidas a la propagación con visibilidad directa (independientemente de si se trata en realidad de un trayecto con o sin visibilidad directa), utilizando la siguiente expresión:

$$L_{b0\beta} = L_{bfs} + E_{s\beta} \quad \text{dB} \quad (5)$$

Los cálculos detallados para X, Y, F y G pueden encontrarse en [1]. Las expresiones no se reproducen en este documento debido a su complejidad y a la amplia disponibilidad de las recomendaciones de la UIT.

Propagación por difracción

Las pérdidas por difracción se calculan utilizando un método basado en la construcción de Deygout para un número máximo de tres aristas. Siempre existe una arista principal, identificada como el punto del perfil con el valor máximo del parámetro de difracción, v. También pueden existir aristas secundarias en los lados transmisor y receptor de la arista principal. Luego, mediante una corrección empírica, se combinan las pérdidas de arista en filo de cuchillo correspondientes a las aristas existentes. El método proporciona un valor estimado de las pérdidas por difracción para todos los tipos de trayecto, incluidos los trayectos por mar, por tierra interior y por tierra costera; independientemente de si el trayecto es liso o abrupto.

El método descrito se utiliza siempre para el radio efectivo mediano de la Tierra. En el caso general en que $p < 50\%$, debe efectuarse el cálculo por segunda vez para un factor del radio efectivo de la Tierra igual a 3. Este segundo cálculo proporciona una estimación de las pérdidas de difracción no rebasadas durante el $\beta_0\%$ del tiempo. A continuación se calculan las pérdidas de difracción no rebasadas durante el $p\%$ del tiempo, donde $0,001\% \leq p \leq 50\%$, utilizando un procedimiento de limitación o interpolación.

Propagación por dispersión troposférica

Las pérdidas de transmisión básicas debidas a la dispersión troposférica, L_{bs} (dB) no rebasadas durante cualquier porcentaje de tiempo, p , inferior al 50%, vienen dadas por:

$$L_{bs} = 190.1 + L_f + 20 \log d + 0.5730 - 0.15 N_0 - 10.125 \left(\log \left(\frac{50}{p} \right) \right)^{0.7} \quad \text{dB} \quad (6)$$

- L_f : pérdidas dependientes de la frecuencia:

$$L_f = 25 \log(f) - 2.5 \left[\log \left(\frac{f}{2} \right) \right]^2 \quad \text{dB} \quad (7)$$

- N_0 : refractividad de la superficie a nivel del mar medida en el punto central del trayecto.

Propagación por conductos y por reflexión en capas

Las pérdidas de transmisión básicas relacionadas con la propagación por conductos/reflexión en capas no rebasadas durante el p% del tiempo, L_{ba} (dB), vienen dadas por:

$$L_{ba} = A_f + A_d(p) \quad \text{dB} \quad (8)$$

- A_f : pérdidas totales o pérdidas fijas de acoplamiento (excepto para las pérdidas debidas a *clutter*) entre las antenas y la estructura de propagación anómala dentro de la atmósfera.
- $A_d(p)$: pérdidas dependientes del porcentaje de tiempo y de la distancia angular dentro del mecanismo de propagación anómala.

Pérdidas de transmisión básicas no rebasadas durante el p% del tiempo y para el 50% de las ubicaciones, ignorando los efectos de clutter en los emplazamientos de los terminales

Debe aplicarse el siguiente procedimiento a los resultados de los cálculos anteriores, para todos los trayectos, con fin de calcular las pérdidas de transmisión básicas no rebasadas durante el p % del tiempo para el 50% de las ubicaciones. A fin de evitar discontinuidades ilógicas desde el punto de vista físico en las pérdidas de transmisión básicas teóricas previstas, deben combinarse los anteriores modelos para obtener valores modificados de dichas pérdidas de transmisión básicas y lograr una predicción global para el p % del tiempo y 50% de las ubicaciones.

Después de un cierto número de cálculos intermedios, se calculan las pérdidas de transmisión básicas no rebasadas durante el p % del tiempo en el 50% de las ubicaciones, ignorando los efectos de *clutter* en los emplazamientos de los terminales, L_{bu} (dB), mediante la siguiente expresión:

$$L_{bu} = -5 \log (10^{-0.2L_{bs}} + 10^{-0.2L_{bam}}) \quad \text{dB} \quad (9)$$

donde:

L_{bs} : pérdidas de transmisión básicas debidas a la dispersión troposférica, no rebasadas durante el p% del tiempo

L_{bam} : pérdidas de transmisión básicas modificadas teniendo en cuenta la difracción y la visibilidad directa o las mejoras debidas a la propagación por conductos/reflexión en capas

Pérdidas debidas a clutter en los emplazamientos de los terminales

Cuando la antena del transmisor o del receptor están ubicadas por debajo de R_t o R_r , que representan las alturas de los edificios o vegetación que rodean los emplazamientos del transmisor y del receptor, las pérdidas debidas a *clutter* del transmisor y del receptor, A_{ht} , A_{hr} , se calculan mediante un procedimiento de difracción.

Las pérdidas de transmisión básicas no rebasadas durante el p% del tiempo para el 50% de las ubicaciones, incluidos los efectos de las pérdidas por *clutter*, L_{bc} (dB), vienen dadas por:

$$L_{bc} = L_{bu} + A_{ht} + A_{hr} \quad \text{dB} \quad (10)$$

donde:

- L_{bu} : las pérdidas de transmisión básicas no rebasadas durante el $p\%$ del tiempo para el 50% de las ubicaciones a la altura del *clutter* representativo (o más arriba, según convenga), dadas por la ecuación (9).
- A_{ht} , A_{hr} : las pérdidas adicionales que cuantifican el apantallamiento que el *clutter* causa sobre el transmisor y el receptor. Estas pérdidas se fijan a cero si no existe dicho apantallamiento.

Pérdidas por variabilidad de las ubicaciones

La variabilidad con la ubicación se modela mediante una distribución log-normal con una desviación estándar σ_L . En [1] se dan diferentes valores de σ_L para diferentes entornos y aplicaciones.

Cuando el receptor/móvil se encuentra en tierra y en exteriores pero su altura sobre el suelo es mayor o igual a la altura de *clutter* representativo, cabe esperar que la variabilidad con la ubicación disminuya de forma monótona a medida que aumenta la altura hasta que, en algún punto, se desvanezca. En la presente Recomendación la variación con la altura de la variabilidad de la ubicación, $u(h)$, viene dada por:

$$\begin{aligned} u(h) &= 1 && \text{for } 0 \leq h < R \\ u(h) &= 1 - \frac{(h-R)}{10} && \text{for } R \leq h < R+10 \\ u(h) &= 0 && \text{for } R+10 \leq h \end{aligned} \quad (11)$$

donde R (m) es la altura de *clutter* representativo en la ubicación del receptor/móvil. Por tanto, para un receptor/móvil ubicado en exteriores, al calcular los valores de las pérdidas de transmisión básicas para valores de $p_L\%$ diferentes de 50%, la desviación típica de la variabilidad con la ubicación, σ_L , debe multiplicarse por la función de variación con la altura, $u(h)$, de la ecuación (11).

Pérdidas debidas a la penetración en edificios

Las pérdidas debidas a la penetración en edificios se definen como la diferencia (dB) entre la intensidad de campo media (respecto a las ubicaciones) en el exterior del edificio, a una altura dada sobre el nivel del suelo, y la intensidad de campo media en el interior del mismo edificio (respecto a las ubicaciones), a esa misma altura sobre el nivel del suelo.

Para la recepción en interiores, también deben tenerse en cuenta dos parámetros importantes. El primero son las pérdidas debidas a la penetración en el edificio y la segunda es la variación de las pérdidas debidas a la penetración en el edificio ocasionadas por los diversos materiales de construcción del propio edificio. Las desviaciones típicas, indicadas a continuación, tienen en cuenta la gran variedad de pérdidas debidas a la penetración en edificios, pero no incluyen la variabilidad con la ubicación en el interior de los diferentes edificios. Cabe señalar que no se cuenta con mucha información y resultados de medidas fiables respecto a las pérdidas debidas a la penetración en edificios. En el Cuadro 1 se presentan valores provisionales de pérdidas debidas a la penetración en edificios.

| F | Valor mediano, L_{be} (dB) | Desviación típica, σ_{be} (dB) |
|---------|------------------------------|---------------------------------------|
| 0,2 GHz | 9 | 3 |
| 0,6 GHz | 11 | 6 |
| 1,5 GHz | 11 | 6 |

Tabla 1: Pérdidas debidas a la penetración en edificios, L_{be} , σ_{be}

Para frecuencias inferiores a 0,2 GHz, $L_{be} = 9$ dB, $\sigma_{be} = 3$ dB; para frecuencias superiores a 1,5 GHz, $L_{be} = 11$ dB, $\sigma_{be} = 6$ dB. Entre 0,2 GHz y 0,6 GHz (y entre 0,6 GHz y 1,5 GHz), se pueden obtener valores apropiados de L_{be} y σ_{be} mediante interpolación lineal entre los valores de L_{be} y σ_{be} presentados en el cuadro para 0,2 GHz y 0,6 GHz (0,6 GHz y 1,5 GHz).

El valor de la variación de la intensidad de campo para la recepción en interiores es la combinación de la variación en exteriores (σ_L) y la variación debida a la atenuación del edificio (σ_{be}). Lo más probable es que esas variaciones no estén correladas. La desviación típica para la recepción en interiores (σ_i) puede, por tanto, calcularse como la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las desviaciones típicas individuales:

$$\sigma_i = \sqrt{\sigma_L^2 + \sigma_{be}^2} \quad (12)$$

donde σ_L es la desviación típica de la variabilidad con la ubicación.

Pérdidas de transmisión básicas no rebasadas durante el p% del tiempo en el pL% de ubicaciones

Las pérdidas de transmisión básicas no rebasadas durante el p% del tiempo en el pL% de ubicaciones, L_b (dB), son:

$$L_b = \max \left\{ L_{b0p}, L_{bc} + L_{loc} - I \left(\frac{p_L}{100} \right) \cdot \sigma_{loc} \right\} \quad \text{dB} \quad (13)$$

donde:

L_{b0p} : pérdidas de transmisión básicas no rebasadas durante el p% del tiempo en el 50% de las ubicaciones, relacionadas con la visibilidad directa y teniendo en cuenta las mejoras a corto plazo.

L_{bc} : pérdidas de transmisión básicas no rebasadas durante el p% del tiempo en el 50% de las ubicaciones, incluidos los efectos de las pérdidas por *clutter* en la ubicación del terminal.

L_{loc} : valor mediano de las pérdidas dependientes de la ubicación, igual a 0 dB para exteriores e igual a L_{be} para interiores.

$I(x)$: distribución normal acumulativa complementaria inversa, expresada como una función de la probabilidad, x .

σ_{loc} : desviación típica combinada (i.e. la correspondiente a las pérdidas por penetración en edificios y a la variabilidad con la ubicación), igual a σ_L para exteriores y por la ecuación (12) para interiores.

REFERENCIAS

- [1] ITU-R Recommendation P.1812-1, "A path-specific propagation prediction method for point-to-area terrestrial services in the VHF and UHF bands", ITU, Geneva, Switzerland, 2009.

REC. UIT-R P.452

DESCRIPCIÓN

La Recomendación UIT-R P.452 [1] describe un método de predicción para evaluar la interferencia entre estaciones situadas en la superficie de la Tierra a frecuencias superiores a unos 0,1 GHz, teniendo en cuenta los mecanismos de interferencia por dispersión debida a hidrometeoros y en condiciones de cielo despejado.

El método incluye el efecto de diferentes mecanismos de propagación, con diferentes rangos de aplicación en lo que concierne a distancia y/o probabilidad. El uso del modelo está limitado a:

- f: 0,1 a 50 [GHz]
- d: hasta 10000 [km]
- p: 0,001-50 [%]

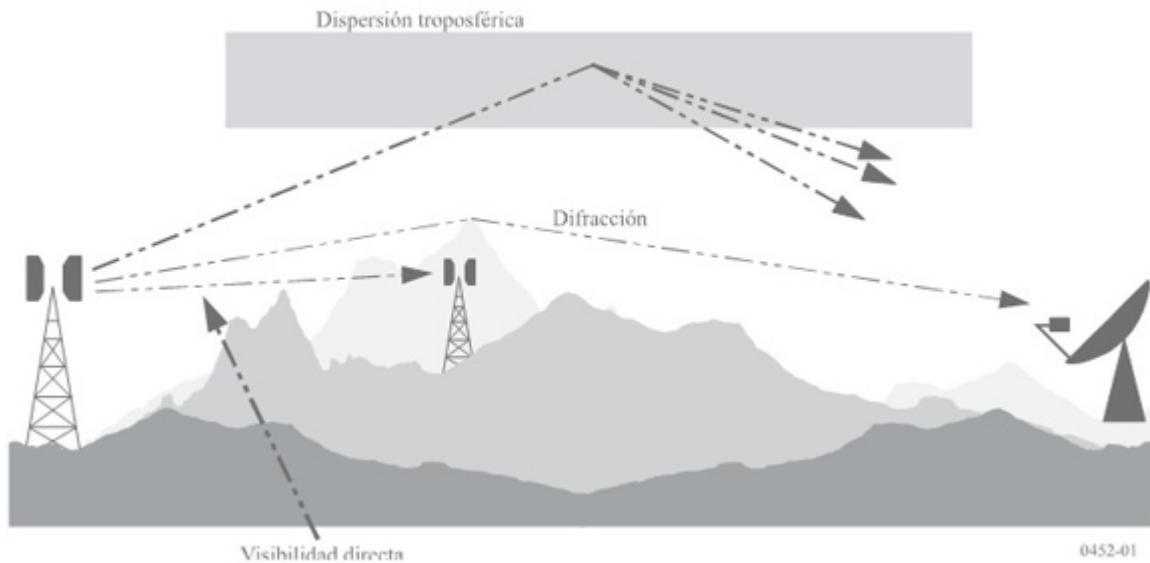
El método se describe brevemente a continuación. Debido a su complejidad y a la disponibilidad de las recomendaciones de la UIT, los cálculos no se describen detalladamente. Los procedimientos de cálculo completos pueden encontrarse en [1].

DESARROLLO

La propagación de la interferencia puede producirse por medio de diversos mecanismos y el predominio de cualquiera de ellos depende de factores tales como el clima, el porcentaje de tiempo en cuestión, la distancia y la topografía del trayecto. En cualquier momento puede darse un único mecanismo o más de uno. Los principales mecanismos de propagación de la interferencia considerados por la [Rec. UIT-R P.452](#) se describen a continuación, con referencia a las Fig. 1 y Fig. 2 [1], que representan gráficamente los mecanismos de larga duración y corta duración:

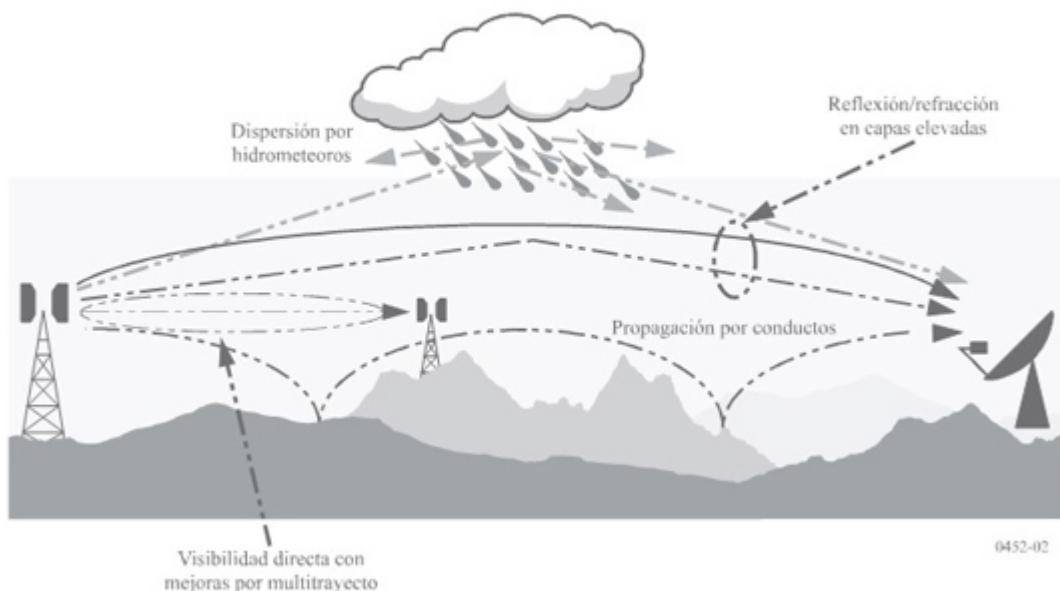
- Visibilidad directa (Fig. 1): El mecanismo más directo de propagación de la interferencia es aquel en el que existe un trayecto de visibilidad mutua en condiciones atmosféricas de equilibrio. Sin embargo, puede surgir un problema adicional cuando la difracción del subtrayecto produce un ligero aumento del nivel de la señal por encima del nivel esperado. Además, en todos los trayectos, excepto en los más cortos (es decir, trayectos mayores de unos 5 km), los niveles de la señal pueden a menudo aumentar significativamente durante períodos cortos de tiempo debido a los efectos de propagación multitrayecto y de enfoque resultantes de la estratificación atmosférica (véase la Fig. 2).
- Difracción (Fig. 1): Fuera del escenario de visibilidad directa y bajo condiciones normales, los efectos de difracción suelen ser dominantes cuando aparecen niveles significativos de la señal. Para los servicios en los que los problemas de anomalías de corta duración no son importantes, la exactitud del modelo de difracción determina a menudo la densidad de los sistemas que pueden implantarse. La capacidad de predicción de la difracción debe ser tal que permita incluir las situaciones de terreno poco ondulado, de obstáculos discretos y de terreno irregular (no estructurado).
- Dispersión ("Scattering") troposférica (Fig. 1): Este mecanismo define el nivel de interferencia de fondo para trayectos más largos (por ejemplo, 100-150 km) en los que el campo de difracción se hace muy débil. No obstante, con excepción de algunos pocos casos especiales en los que intervienen estaciones terrenales sensibles o fuentes de interferencia de muy alta potencia (por ejemplo, sistemas radar), la interferencia a través del mecanismo de scattering troposférico tendrá un nivel demasiado reducido como para ser considerado significativo.

FIGURA 1
Mecanismos permanentes de propagación de la interferencia



- Propagación por conductos superficiales (Fig. 2): Éste es el mecanismo de interferencia de corta duración más importante sobre el agua y en zonas de tierra costeras planas, y puede dar lugar a niveles de señal elevados en distancias largas (más de 500 km sobre el mar). Dichas señales pueden exceder el nivel equivalente de "espacio libre" en determinadas condiciones.
- Reflexión y refracción en capas elevadas (Fig. 2): El tratamiento de la reflexión y/o la refracción en capas de alturas de hasta algunos cientos de metros reviste gran importancia, pues estos mecanismos pueden hacer que las señales superen eficazmente las pérdidas de difracción del terreno en situaciones con geometrías de trayecto favorables. Una vez más, la repercusión puede ser significativa en distancias bastante largas (hasta 250-300 km).
- Dispersión ("Scattering") por hidrometeoros (Fig. 2): La dispersión por hidrometeoros puede ser una fuente potencial de interferencia entre transmisores de enlaces terrenales y estaciones terrenas, ya que puede actuar prácticamente de forma omnidireccional y, por tanto, puede tener una repercusión más allá del trayecto de interferencia del círculo máximo. No obstante, los niveles de señal de interferencia son bastante reducidos y no suelen representar un problema significativo.

FIGURA 2
Mecanismos de propagación anómala de la interferencia (corta duración)



La Recomendación incluye métodos totalmente distintos para la predicción de la interferencia en cielo despejado y para la debida a la dispersión por hidrometeoros, según se describe en los apartados siguientes.

Predicción de la interferencia en cielo despejado

Se requieren los siguientes datos de entrada:

- Frecuencia f [GHz].
- Porcentaje de tiempo requerido durante el cual no se rebasa la pérdida básica de transmisión, dentro del año medio (p) ó para el mes más desfavorable (pwm).
- Coordenadas geográficas de ambas estaciones y altura del centro de las antenas sobre el nivel del suelo y sobre el nivel medio del mar.
- Ganancia de la antena G_t, G_r (dBi) en la dirección del horizonte a lo largo del trayecto del círculo máximo de interferencia para ambas estaciones.
- Tipo de terreno: tierra costera, interior o mar.
- Datos radiometeorológicos como:
 - ΔN (unidades N/km), la proporción de variación del índice medio de refracción radioeléctrica a lo largo del primer kilómetro de la atmósfera.
 - B_0 (%), el porcentaje de tiempo en el que pueden esperarse, en los primeros 100 m de la atmósfera, valores de la variación de la refracción por encima de 100 unidades N/km. Se utiliza para estimar la incidencia de la propagación anómala totalmente desarrollada en la latitud considerada.
 - N_0 (unidades N), refractividad de la superficie a nivel del mar.

La pérdida básica de propagación se evalúa mediante diferentes métodos:

- Propagación con visibilidad directa, que incluye propagación en condiciones de espacio libre, absorción por gases atmosféricos, y una previsión para efectos de corta duración: correcciones por los efectos del multirayecto y desenfoque que pueden reducir la pérdida básica de propagación durante períodos cortos de tiempo.
- Difracción. La pérdida de difracción se calcula para todos los trayectos utilizando un método híbrido basado en el [modelo de Deygout](#) y una corrección empírica. Este método permite hacer una estimación de la pérdida de difracción para todos los tipos de trayecto, incluidos trayectos sobre mar o sobre superficies interiores o litorales costeros, e independientemente del hecho de que la superficie sea plana o accidentada.
- Dispersión troposférica. Para porcentajes de tiempo muy inferiores al 50%, es difícil separar el modo real de dispersión troposférica de otros fenómenos de propagación secundaria que pueden dar lugar a efectos similares de propagación. El modelo de "dispersión troposférica" adoptado en esta Recomendación es por tanto una generalización empírica del concepto de dispersión troposférica que también abarca estos efectos de propagación secundaria. De esta manera se puede efectuar de manera coherente la predicción continua de las pérdidas básicas de transmisión en la gama de porcentajes de tiempo, p , que va desde el 0,001% al 50%, enlazando de este modo el modelo de propagación por conductos y de reflexión en capas durante pequeños porcentajes de tiempo con el "modo de scattering" real, que es el adecuado para el débil campo residual excedido durante el porcentaje de tiempo más largo. Este modelo de predicción de la dispersión troposférica se ha obtenido con fines de predicción de la interferencia y no es adecuado para el cálculo de las condiciones de propagación en radioenlaces transhorizonte, cuando éstos afecten a sus aspectos de calidad funcional durante porcentajes de tiempo superiores al 50%.
- Propagación por conductos y por reflexión en las capas. Son fenómenos que dan lugar a niveles anormalmente altos de señal.

- Pérdidas por *clutter*. En términos de protección contra la interferencia, se puede obtener una ventaja considerable por medio de las pérdidas de difracción adicionales que pueden insertarse en antenas localizadas en zonas con cierto grado de *clutter* (edificios, vegetación, etc.). Este procedimiento permite añadir dichas pérdidas debido a *clutter* en uno o ambos extremos del trayecto, en aquellas situaciones en que se conocen las características de *clutter*.

La pérdida básica de propagación se calcula como una combinación de los cinco términos previamente estudiados. Adicionalmente, la pérdida de transmisión puede calcularse tomando en cuenta las ganancias de las antenas para los trayectos estudiados. En la Recomendación [1] se proporciona un método de cálculo que considera la elevación del horizonte radio para trayectos sin visibilidad directa, NLOS.

REFERENCIAS

[1] ITU-R Recommendation P.452-14, "Prediction procedure for the evaluation of interference between stations on the surface of the Earth at frequencies above about 0.1 GHz", ITU, Geneva, Switzerland, 2009.

REC. UIT-R P.530

DESCRIPCIÓN

La Recomendación UIT-R P.530 [1] proporciona una serie de modelos que permiten evaluar los efectos de propagación en sistemas de radiocomunicaciones.

Esta recomendación proporciona métodos de predicción para los efectos de propagación que deben tenerse en cuenta en el diseño de enlaces fijos digitales con visibilidad directa, tanto en condiciones de cielo despejado como con lluvia. También se proporcionan orientaciones para el diseño de enlaces mediante procedimientos paso a paso bien definidos, que incluyen la utilización de técnicas de mitigación con objeto de minimizar las degradaciones de propagación. La probabilidad de interrupción calculada como resultado final en este documento es la base para otras recomendaciones de la UIT, las cuales tratan aspectos sobre características de error y disponibilidad.

La Recomendación trata diferentes mecanismos de propagación, los cuales producen una variedad de efectos sobre los radioenlaces. Los rangos de aplicación de los métodos de propagación no coinciden siempre.

Las secciones siguientes presentan a continuación una breve descripción de los métodos de predicción implementados.

DESARROLLO

Desvanecimiento debido a multirayecto y mecanismos relacionados

El desvanecimiento es el mecanismo más importante que afecta a las prestaciones de los radioenlaces digitales. El multirayecto causado por la troposfera puede causar desvanecimientos profundos, especialmente en trayectos más largos o a frecuencias más altas. El método de predicción para todos los porcentajes de tiempo se ilustra gráficamente en la Figura 1.

Para porcentajes de tiempo pequeños, el desvanecimiento sigue una distribución de Rayleigh, con una variación asintótica de 10 dB por década. Esta puede ser prevista por las expresiones siguientes:

$$p_0 = K d^{3.4} (1 + |\varepsilon_p|)^{-1.03} f^{0.8} \times 10^{-0.00076 h_L} \quad (1)$$

$$K = 10^{-4.4 - 0.0027 dN_1} (10 + s_a)^{-0.46} \quad (2)$$

$$p_w = p_0 \times 10^{-A/10} \quad (3)$$

- K: factor geoclimático
- dN1: gradiente de refractividad puntual en los 65 m inferiores de la atmósfera que no se rebasa durante el 1% de un año medio
- s_a: rugosidad del terreno en la zona, definida como la desviación típica de las alturas del terreno (m) en una zona de 110 km X 110 km con una resolución de 30 s

- d: longitud del trayecto (km)
- f: frecuencia del radioenlace (GHz)
- h_L : altura de la antena más baja, sobre el nivel del mar (m)
- $|\varepsilon_p|$: valor absoluto de la inclinación del trayecto
- p_0 : factor de ocurrencia de propagación por multirayecto
- p_w : porcentaje de tiempo en el que se rebasa la profundidad de desvanecimiento A (dB) en el mes medio más desfavorable

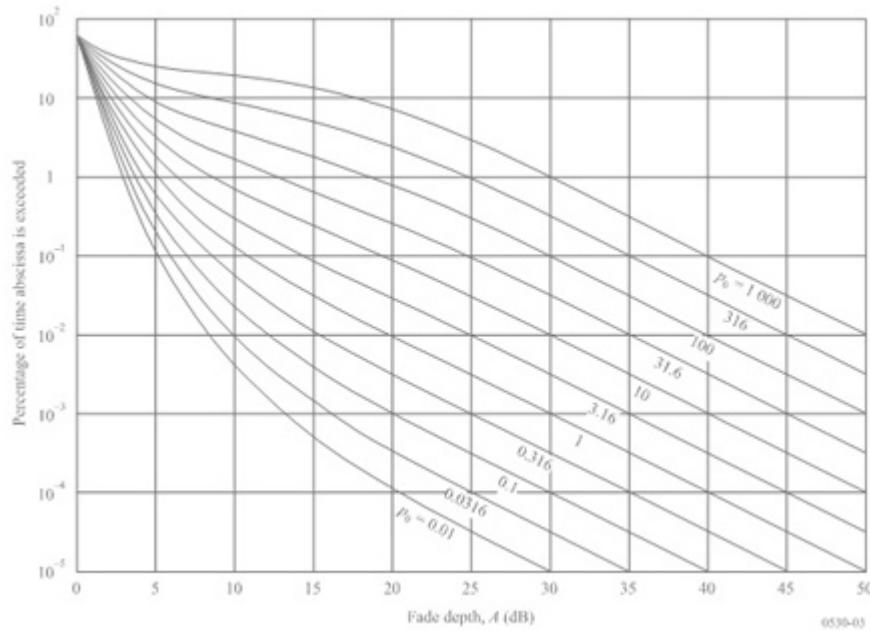


Figura 1: Porcentaje de tiempo, p_w , en que se excede la profundidad de desvanecimiento, A, en el mes medio más desfavorable, para valores de p_0 comprendidos entre 0.01 y 1000

Si el valor de A se iguala al margen del receptor, la probabilidad de interrupción del radioenlace debido a propagación multirayecto es igual a $p_w / 100$. Para un enlace formado por múltiples vanos (donde n es el número de vanos), la probabilidad de interrupción P_T toma en cuenta la posibilidad de que exista una correlación pequeña entre desvanecimientos de vanos adyacentes:

$$P_T = \sum_{i=1}^n P_i - \sum_{i=1}^{n-1} (P_i P_{i+1})^C \quad (4)$$

En la expresión (4), $C = 0.5 + 0.0052A + 0.0025(d_i + d_{i+1})$, para la mayoría de casos prácticos. P_i es la probabilidad de interrupción predicha para el vaneo i-ésimo y d_i la longitud del vaneo. $C = 1$ si A rebasa 40 dB o la suma de las distancias de los vanos supera 120 km.

Atenuación debida a hidrometeoros

La lluvia puede causar desvanecimientos profundos, particularmente a frecuencias más altas. La Rec. 530 incluye un procedimiento simple, descrito a continuación, que puede ser usado para estimar las estadísticas a largo plazo de la atenuación debida a lluvia.

Paso 1: Obtener la intensidad de precipitación $R_{0.01}$ superada durante el 0.01% del tiempo (con un tiempo de integración de 1 min).

Paso 2: Calcular la atenuación específica, γ_R (dB/km) para la frecuencia, polarización, e intensidad de lluvia de interés usando la Rec. UIT-R P.838.

Paso 3: Calcular la longitud efectiva del trayecto, d_{eff} , del enlace, multiplicando la longitud del trayecto real d por un factor de distancia r . Una estimación de este factor viene dada por:

$$r = \frac{1}{1 + d / d_0} \quad (5)$$

donde:

para $R_{0.01} \leq 100 \text{ mm/h}$:

$$d_0 = 35 e^{-0.015 R_{0.01}} \quad (6)$$

Para $R_{0.01} > 100 \text{ mm/h}$, se usa el valor 100 mm/h en lugar de $R_{0.01}$.

Paso 4: Una estimación de la atenuación del trayecto excedida durante el 0,01% del tiempo viene dada por:

$$A_{0.01} = \gamma_R d_{\text{eff}} = \gamma_R dr \quad (7)$$

Paso 5: Para radioenlaces situados a 30° o más (Norte o Sur) de latitud, las atenuaciones excedidas durante otros porcentajes de tiempo p en el margen de 0,001% a 1% pueden deducirse de la siguiente ley potencial:

$$\frac{A_p}{A_{0.01}} = 0.12 p^{-(0.546 + 0.043 \log_{10} p)} \quad (8)$$

Paso 6: Para radioenlaces situados por debajo de 30° (Norte o Sur) de latitud, las atenuaciones excedidas durante otros porcentajes de tiempo p en el margen de 0,001% a 1% pueden deducirse de la siguiente ley potencial:

$$\frac{A_p}{A_{0.01}} = 0.07 p^{-(0.855 + 0.139 \log_{10} p)} \quad (9)$$

Las fórmulas (8) y (9) son válidas dentro el rango de 0.001% - 1%.

Para latitudes elevadas o altitudes de enlace altas, podrían rebasarse valores de atenuación mayores durante el porcentaje de tiempo p debido al efecto de las partículas de hielo derretido o nieve húmeda de la capa de fusión. La incidencia de este efecto se determina mediante la altura del enlace en relación con la de la lluvia, que varía con el emplazamiento geográfico. Un procedimiento detallado se describe en la Recomendación [1].

El tiempo de interrupción del radioenlace debido al efecto de la lluvia se calcula como $p/100$, donde p es el porcentaje de tiempo en el cual la atenuación debida a lluvia rebasa el margen del enlace.

Reducción de la discriminación por polarización cruzada (XPD)

La XPD puede deteriorarse suficientemente como para causar interferencia cocanal y, en menor medida, interferencia de canal adyacente. Debe tenerse en cuenta la reducción de la XPD producida tanto en condiciones de cielo despejado como en presencia de precipitaciones.

El efecto combinado de la propagación por trayectos múltiples y los diagramas de polarización cruzada de las antenas determinan las reducciones en la XPD que se producen para pequeños porcentajes de tiempo en condiciones de cielo despejado. Para calcular el efecto de estas reducciones de la calidad de funcionamiento del enlace, debe emplearse el procedimiento detallado paso a paso descrito por la UIT-R en [1]:

La XPD también puede degradarse debido a la presencia de lluvia intensa. Para trayectos de los que no se dispone de predicciones o mediciones detalladas, puede obtenerse una estimación aproximada de la distribución incondicional de la XPD a partir de una distribución acumulativa de la atenuación de la componente copolar (CPA) debida a la lluvia (**ver sección 3**), utilizando la siguiente relación de equiprobabilidad:

$$XPD = U - V(f) \log CPA \quad (10)$$

Los coeficientes U y $V(f)$ dependen, en general, de cierto número de variables y parámetros empíricos, incluida la frecuencia f . Para trayectos de visibilidad directa con pequeños ángulos de elevación y polarización horizontal o vertical, pueden calcularse valores aproximados mediante las siguientes expresiones:

$$U = U_0 + 30 \log f \quad (11)$$

$$\begin{aligned} V(f) &= 12.8 f^{0.19} && \text{para } 8 \leq f \leq 20 \text{ GHz} \\ V(f) &= 22.6 && \text{para } 20 < f \leq 35 \text{ GHz} \end{aligned} \quad (12)$$

Se ha obtenido un valor medio de U_0 de unos 15 dB, con un límite inferior de 9 dB para todas las mediciones, para el caso de atenuaciones superiores a 15 dB.

La interrupción debida a una reducción del nivel de XPD en presencia de lluvia puede calcularse mediante un procedimiento paso a paso, propuesto en la Rec. UIT-R P.530 [1].

Distorsión debida a los efectos de propagación

La distorsión en los enlaces con visibilidad directa en las bandas UHF y SHF está causada principalmente por el hecho de que tanto la amplitud como el retardo de grupo, en condiciones de propagación multirayos en cielo despejado, dependen de la frecuencia.

El canal de propagación se modela la mayoría de las veces suponiendo que la señal sigue diferentes trayectos, o rayos, del transmisor al receptor. Los métodos que permiten predecir la calidad de funcionamiento de un enlace utilizan un modelo multirayos de este tipo, integrando las diferentes variables, por ejemplo el retardo (diferencia temporal entre

el rayo que llega primero y los demás) y las distribuciones de amplitud, junto con un modelo adecuado de los elementos del equipo, tales como moduladores, ecualizador, dispositivos de corrección de errores en recepción (FEC), etc. El método de predicción del error recomendado en [1] es un método basado en la signatura del sistema.

La probabilidad de interrupción de la transmisión se define aquí como la probabilidad de que la BER sobrepase un determinado valor umbral. El método de cálculo se describe a continuación

Paso 1: Calcular el retardo temporal medio a partir de la expresión:

$$\tau_m = 0.7 \left(\frac{d}{50} \right)^{1.3} \quad (13)$$

donde:

d es la longitud del trayecto (km).

Paso 2: Calcular el parámetro de actividad del multirayecto η como sigue:

$$\eta = 1 - e^{-0.2(P_0)^{0.75}} \quad (14)$$

Paso 3: Calcular la probabilidad de interrupción selectiva de la transmisión como sigue:

$$P_s = 2.15\eta \left(W_M \times 10^{-B_M/20} \frac{\tau_m^2}{|\tau_{r,M}|} + W_{NM} \times 10^{-B_{NM}/20} \frac{\tau_m^2}{|\tau_{r,NM}|} \right) \quad (15)$$

donde:

- Wx: anchura de la signatura (GHz)
- Bx: profundidad de la signatura (dB)
- $\tau_{r,x}$: retardo de referencia (ns) utilizado para obtener la signatura, mientras que x indica ya sea el desvanecimiento de fase mínima (M) o el de fase no mínima (NM).

Si únicamente se dispone del parámetro de sistema K_n normalizado, puede calcularse la probabilidad de interrupción selectiva de la ecuación (15) de la siguiente manera:

$$P_s = 2.15\eta (K_{n,M} + K_{n,NM}) \frac{\tau_m^2}{T^2} \quad (16)$$

donde:

- T: periodo de símbolos del sistema (ns)
- $K_{n,x}$: parámetro del sistema normalizado, siendo x el desvanecimiento de fase mínima (M) o el de fase no mínima (NM).

Técnicas de diversidad

Hay una serie de técnicas disponibles para reducir los efectos de los desvanecimientos planos y también de los selectivos en frecuencia, muchas de las cuales disminuyen el efecto de ambos al mismo tiempo. A menudo las mismas técnicas permiten también mitigar la reducción de la discriminación por polarización cruzada.

Las técnicas de diversidad incluyen la diversidad en el espacio, en ángulo y en frecuencia. La diversidad en el espacio contribuye a contrarrestar el desvanecimiento plano (como el causado por la pérdida de propagación del haz, y no por multirayos atmosféricos con un breve retardo relativo), así como los desvanecimientos selectivos en frecuencia, mientras que la diversidad en frecuencia sólo contribuye a contrarrestar los desvanecimientos selectivos en frecuencia (como los causados por trayectos múltiples en la superficie y/o los trayectos múltiples atmosféricos).

Cuando se utilice la diversidad en el espacio, también se empleará la diversidad en ángulo, inclinando las antenas a distintos ángulos. La diversidad en ángulo puede utilizarse igualmente cuando no es posible utilizar la diversidad en el espacio o para reducir la altura de las torres.

El grado de mejora que se logra con estas técnicas depende del grado en el que las señales de las ramas de diversidad del sistema estén incorreladas.

El factor de mejora por diversidad, I , para una profundidad de desvanecimiento, A , viene dado por:

$$I = p_d(A) / p_d(A) \quad (17)$$

donde:

$p_d(A)$ el porcentaje de tiempo en el ramal de combinación de la diversidad de señal con una profundidad de desvanecimiento mayor que A , y $p(A)$ el porcentaje para el trayecto no protegido. En el caso de sistemas digitales, se define el factor de mejora de diversidad mediante el cociente de los tiempos en que se rebasa una BER determinada, en ausencia y en presencia de diversidad.

Se puede calcular el nivel de mejora debido a las técnicas de diversidad siguientes:

- Diversidad de espacio
- Diversidad en frecuencia.
- Diversidad en ángulo.
- Diversidad de espacio y en frecuencia (dos receptores)
- Diversidad de espacio y en frecuencia (cuatro receptores).

Los procedimientos de cálculo detallados pueden encontrarse en [1].

Predicción de la interrupción total de la transmisión

La probabilidad de interrupción total de la transmisión debido a efectos de propagación en condiciones de cielo despejado, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$P_t = \begin{cases} P_{ns} + P_s + P_{xp} \\ P_d + P_{xp} \end{cases} \quad \text{si utiliza diversidad} \quad (18)$$

- P_{ns} : Probabilidad de interrupción debido a la componente no selectiva de los desvanecimientos en cielo despejado (Sección 2).

- P_s : Probabilidad de interrupción debido a desvanecimientos selectivos (Sección 5)
- P_{XP} : Probabilidad de interrupción debido a la degradación del nivel de XPD en cielo despejado (Sección 4).
- P_d : Probabilidad de interrupción para un sistema protegido (**Sección 6**).

La probabilidad de interrupción debido a lluvia se calcula tomando el mayor de los valores P_{rain} y P_{XPR} .

- P_{rain} : Probabilidad de interrupción debido a desvanecimiento por lluvia (Sección 3).
- P_{XPR} : Probabilidad de interrupción debido a la degradación de XPD asociada a lluvia (**Sección 4**).

La interrupción de la transmisión ocasionada en condiciones de cielo despejado se asigna en su mayor parte a la calidad de funcionamiento, mientras que la interrupción debida a lluvia se asigna sobre todo a la disponibilidad.

REFERENCIAS

[1] ITU-R Recommendation P.530-16, "Propagation data and prediction methods required for the design of terrestrial line-of-sight systems", ITU, Geneva, Switzerland, 2015.

MÉTODO DE INDOOR

DESCRIPCIÓN

Es un modelo semi-empírico de propagación en entornos de interiores. La base de este método de cálculo es un modelo clásico de propagación en interiores, donde se incluyen las pérdidas al atravesar paredes y suelos. Adicionalmente se consideran otros efectos adicionales presentes en estos escenarios como reflexiones y difracciones.

La expresión completa del modelo para distancias menores que la distancia de ruptura es:

$$L_{bf} = 10 \log \left(\frac{d}{d_0} \right)^{n_1} + \sum_{w=1}^W L_w \cdot F_w + \sum_{f=1}^F L_f \cdot F_f + L_d \quad (1)$$

Para distancias mayores que la distancia de ruptura:

$$L_{bf} = 10 \log \left(\frac{d_r}{d_0} \right)^{n_1} + 10 \log \left(\frac{d}{d_r} \right)^{n_2} + \sum_{w=1}^W L_w \cdot F_w + \sum_{f=1}^F L_f \cdot F_f + L_d \quad (2)$$

Donde:

d : Distancia en linea recta hasta la posición del receptor en metros.

d_0 : Distancia de referencia en metros.

d_r : Distancia de ruptura en metros.

n_1 : Exponente de variación para distancias menores que la distancia de ruptura.

n_2 : Exponente de variación para distancias mayores que la distancia de ruptura.

L_w : Perdidas asociadas a la pared w .

F_w : Factor por el ángulo de incidencia del rayo directo sobre la pared w .

L_f : Perdidas asociadas a la suelo f .

F_f : Factor por el ángulo de incidencia del rayo directo sobre el suelo f .

L_d : Perdidas de difracción en paredes y esquinas

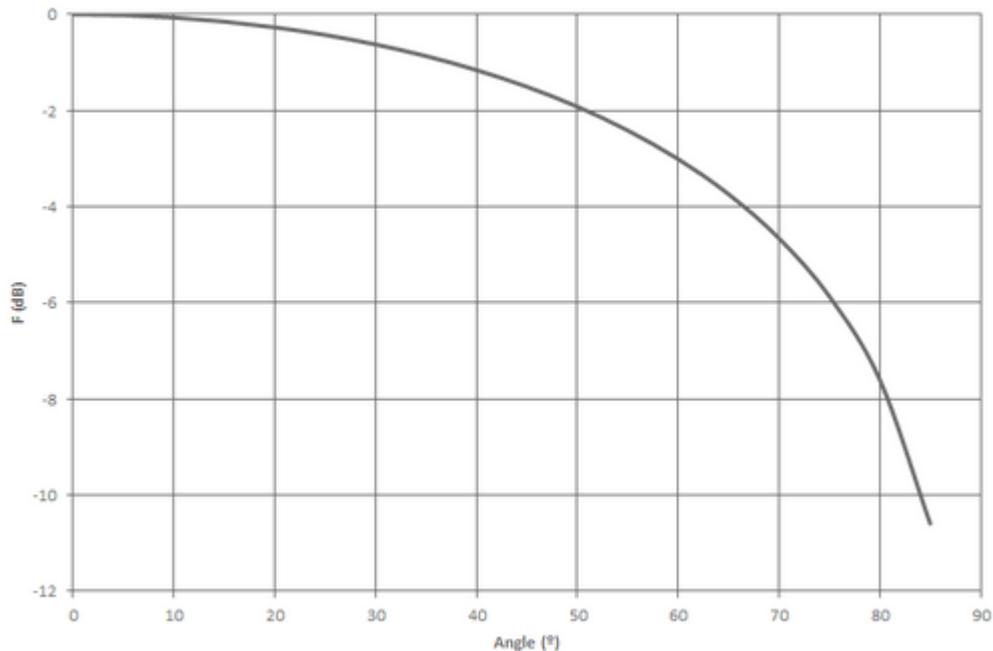
DESARROLLO

Distancia de ruptura

Se considera que en distancias muy cercanas al transmisor, las paredes y suelos cercanos no interactúan significativamente sobre las pérdidas de propagación. Por este motivo se definen dos zonas de propagación. Para distancias menores a la distancia de ruptura se utiliza el exponente de propagación por distancia n_1 , y para distancias superiores el exponente n_2 .

Angulo de incidencia

Cuando la incidencia del rayo directo sobre la pared o el suelo no es completamente perpendicular se considera que parte de la señal es reflejada. Este efecto se recoge en el modelo como un factor sobre las pérdidas producidas en la transmisión a través del material. De esta manera, a medida que el ángulo de incidencia del rayo sobre la pared o suelo es menor, la señal transmitida es menor.

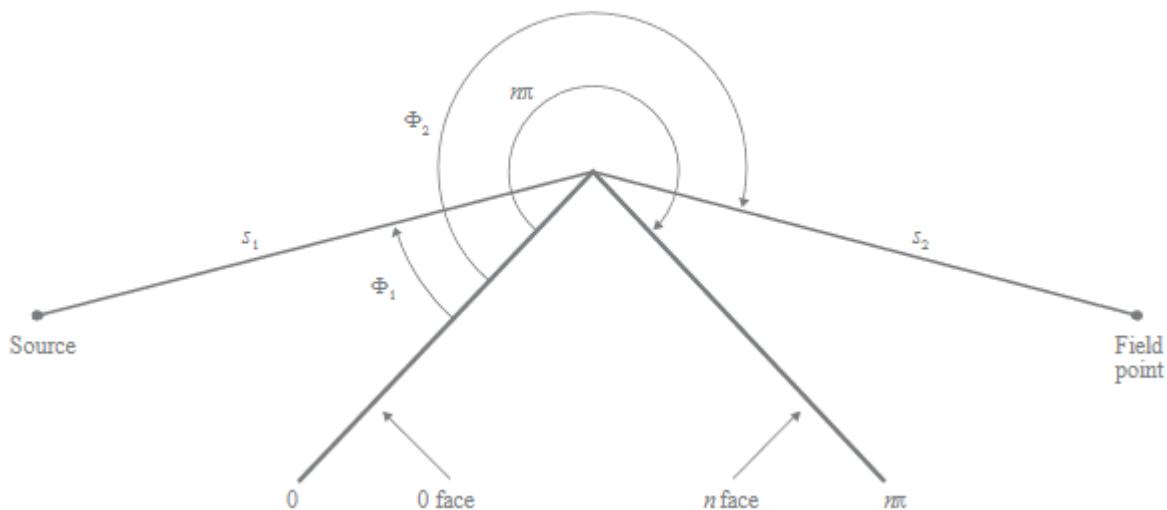


Difracción

El modelo incluye el cálculo de las pérdidas de difracción. Estas pérdidas se evalúan teniendo en cuenta el método propuesto para cuñas de conductividad finita de la Rec. ITU-R P.526. Estas pérdidas de difracción se evalúan tanto para paredes que no llegan hasta el techo en el plano vertical, como para esquinas y paredes en el plano horizontal.

El método se basa en la UTD. Tiene en cuenta la difracción tanto en la región de sombra como en la de visibilidad directa y se facilita un método de transmisión gradual entre dichas regiones.

FIGURE 16
Geometry for application of UTD wedge diffraction



REFERENCIAS

- [1] "A New Empirical Model for Indoor Propagation Prediction". Kwok-Wai Cheung, Jonathan H.-M. Sau, and R. D. Murch, Member, IEEE.
- [2] Recommendation ITU-R P.526-13, "Propagation by diffraction".