

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIEROS

PROYECTO FIN DE CARRERA

PRÓLOGO

TOMO CERO

**PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA DE
TELEVISIÓN POR CABLE DE UN DISTRITO
URBANO**

AUTOR: GABRIEL CUADRADO FERNÁNDEZ.

ÍNDICE.

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	AMBITO DE DESARROLLO DEL PROYECTO.....	3
2.1	DISPOSICIONES LEGALES	7
3	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.	9
3.1	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA	10
3.2	DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	11
4	ESTRUCTURA DEL PROYECTO.....	12
4.1	TOMO CERO.....	12
4.2	TOMO I.....	13
4.3	TOMO II.....	14
4.4	TOMO III.....	14
5	DESCRIPCIÓN DE LOS LIBROS DE CÁLCULO.	15
5.1	GENERALIDADES.....	15
5.2	TIPOS DE LIBROS DE CÁLCULO.	15
5.3	LIBRO DE CÁLCULO INFRAESTRUCTURA EXTERIOR.....	16
5.3.1	Descripción del proceso de cálculo.....	17
5.4	LIBRO DE CÁLCULO DE LA INFRAESTRUCTURA INTERIOR.....	22
5.4.1	Descripción del proceso de cálculo	23

1 INTRODUCCIÓN.

Este proyecto ha sido realizado como Proyecto Fin de Carrera por el alumno Gabriel Cuadrado Fernández de la Escuela Superior de Ingenieros de la Universidad de Sevilla, para la obtención del Título de Ingeniero Industrial.

Con la elaboración del siguiente proyecto se ha pretendido alcanzar tres objetivos importantes:

- El primero se corresponde con la redacción del proyecto de infraestructura de televisión por cable de un distrito urbano.
- El segundo, la realización de la infraestructura común de telecomunicaciones de una edificación perteneciente al distrito urbano anterior.
- El tercer objetivo ha sido diseñar una herramienta que facilite las labores de cálculo propias de estos tipos de instalaciones de acuerdo con los requerimientos de las normativas y reglamentos que son de aplicación.

Dicha herramienta se ha diseñado con los siguientes planteamientos:

- Basar esta herramienta en entornos estándares y de uso extendido entre profesionales. Para ello se ha optado por utilizar la hoja de cálculo Excel de Microsoft.
- Realizar dentro de este programa dos libros de cálculo con todos los aspectos e instrucciones técnicas complementarias que son de aplicación para el diseño tanto de una red de televisión por cable como el de una ICT.

- Plantear el libro de cálculo de forma que no solamente se pueda usar en este proyecto sino que sirva como base de cálculo para cualquier otro proyecto similar que vaya a realizarse.

2 AMBITO DE DESARROLLO DEL PROYECTO.

Durante las últimas décadas los avances tecnológicos en Telecomunicación han tenido como consecuencia la aparición de nuevos servicios que, en un plazo relativamente corto, se han extendido a una gran parte de nuestra sociedad (cuando no a su práctica totalidad, como es el caso de la telefonía básica o la televisión terrenal). En la actualidad otros servicios como la televisión por cable, la televisión por satélite (analógica y digital), Internet o la televisión terrenal digital están disponibles o lo estarán en un plazo corto y son objeto de demanda por un creciente número de usuarios.

La televisión por cable es un negocio que actualmente está en su fase de expansión en España, pero que está bastante más desarrollado en países como los Estados Unidos, Gran Bretaña o la América Hispana. Esto se debe al retraso que se ha producido en la regulación del sector de la televisión por cable, que tuvo lugar, finalmente, en el año 1995.

La consecuencia es que la TV por cable aparece en España dentro de una importante oferta de TV de pago, resultado de la entrada en servicio de dos plataformas de televisión digital por satélite y el Canal Plus.

Sin embargo, la TV por cable presenta importantes ventajas frente a sus competidoras:

- gran capacidad de transmisión
- bidireccionalidad
- discriminar geográficamente los contenidos de una manera más fácil

Todas estas características justifican el presente proyecto el cual aborda la realización de una red de televisión por cable, centrándose en el diseño de su parte coaxial.

Estos avances en materia de Telecomunicación no han ido acompañados siempre de una reglamentación técnica que obligara a los constructores de viviendas a dotar a los edificios de una infraestructura capaz

de dar acceso a los servicios de Telecomunicación citados. Esta circunstancia ha dado lugar frecuentemente a la aparición, no sólo de tendidos aéreos sino a tendido de cables por fachada y proliferación de antenas individuales para recepción terrenal y por satélite (parabólicas) con el consiguiente impacto ambiental en nuestras ciudades. Una solución parcial, en su momento, fue la Ley 49/1966 del 23 de julio de Antenas Colectivas aunque, como veremos, esta ley no satisface ya las necesidades de los servicios actualmente disponibles.

Por otra parte, la liberalización de las Telecomunicaciones en España a partir de 1998 introdujo otro factor determinante en cuanto a la exigencia de infraestructuras que permitan a los usuarios su derecho a elegir entre los distintos operadores y garanticen a éstos la igualdad de oportunidades para ofrecer sus servicios.

En resumen, las infraestructuras de telecomunicación con que cuentan los edificios existentes constituyen un cuello de botella en el ámbito más sensible para la competencia: el bucle de abonado, ya que condicionan:

- El acceso de los nuevos operadores a los usuarios.
- La libertad de elección por los usuarios.
- El acceso a nuevos servicios.

Por otra parte, el usuario tiene a su disposición una oferta cada vez mayor de operadores y servicios, experimentando un cambio de mentalidad en cuanto a lo que se consideran necesidades básicas de servicios y, a la vez, pasa de ser considerado como abonado a ser un cliente disputado.

Con todo ello, servicios que aparecen como productos sólo al alcance de privilegiados, en pocos años se popularizan y se hacen asequibles a una parte cada vez mayor de usuarios, como ha ocurrido con Internet, la telefonía móvil o la televisión por satélite.

Las Infraestructuras Comunes de Telecomunicación ofrecen soluciones a las necesidades de los diferentes agentes implicados, los cuales, con frecuencia, representan intereses contrapuestos, y proporcionan importantes ventajas a todos ellos, como veremos a continuación.

- **Usuarios**

- Garantizan su derecho a la libre información (Artículo 20.1.d de la Constitución), permitiéndoles el acceso a la misma a través de las infraestructuras adecuadas.
- Satisfacen su demanda de acceso y de elección entre las redes de los distintos operadores de forma sencilla y económica, al ser la ICT propiedad de la Comunidad de vecinos, lo que permite que sea compartida por los distintos operadores.
- Ofrecen un mayor grado de seguridad y control de las instalaciones, evitando el acceso indebido a las mismas y permitiendo mantener el secreto de las comunicaciones.
- Consiguen un mejor mantenimiento de las instalaciones y de la estética de los edificios y zonas comunes de los mismos.
- Delimitan la propiedad y la responsabilidad en el mantenimiento y reparación de averías entre operadores, comunidad de propietarios y usuario.

- **Ayuntamientos**

- Minimizan el impacto estético de las instalaciones.
- Proporcionan una normativa que garantiza a los usuarios una misma calidad de servicio.

- Permite el control de la normativa vigente y la concesión de las licencias de obras o cédulas de habitabilidad (cuando proceda).
- **Administración (Estatual o Autonómica)**
 - Permiten la regulación de los parámetros de calidad y nivel de señal en las tomas de usuario para los distintos servicios.
 - Facilitan el ejercicio de la libre elección de operador por el usuario fomentando la aparición y desarrollo de éstos en un entorno competitivo.
 - Garantizan la universalidad de la telefonía básica.
 - Garantizan derechos constitucionales, tales como el derecho al libre acceso a la información o el secreto de las comunicaciones.
 - Garantizan el cumplimiento de las directivas de la UE sobre transparencia, igualdad y no discriminación entre operadores, en la prestación de servicios en competencia, compartiendo infraestructuras y minimizando el impacto medioambiental.
 - Garantizan la adecuación y calidad de las instalaciones mediante la certificación de fin de obra como requisito previo a la concesión de la cédula de habitabilidad o permiso de 1ª ocupación.
- **Proveedores de Servicios**
 - Favorecen el derecho de elección de los canales de distribución de sus contenidos y servicios mediante la competencia entre los operadores.

- **Operadores de Redes**

- Garantizan la libre competencia, neutralidad e igualdad de oportunidades en el acceso al usuario.
- Permiten compartir infraestructuras comunes, permitiendo el acceso a los usuarios y reduciendo costes e impacto estético en los edificios.
- Proporcionan soluciones técnicas homologadas y normas que garanticen la máxima calidad de servicio a los clientes y una mayor facilidad de gestión de sus redes.
- Permiten ofrecer distintos servicios por una misma red (por ejemplo, telefonía, Internet y TV a través de cable).

- **Organismos Reguladores**

- Aseguran el desarrollo de la libre competencia.
- Definen prestaciones universales mínimas en las viviendas.
- Definen estándares que pueden ser ampliamente difundidos y aceptados.

2.1 DISPOSICIONES LEGALES

Después de la ya citada Ley 49/1966 de 23 de julio sobre Antenas Colectivas, han pasado treinta y dos años hasta que la Administración Española ha promulgado otra disposición legal encaminada a regular el acceso a los servicios de telecomunicación en los edificios: el Real Decreto-Ley 1/1998 de 27 de febrero.

Esta decisión fue necesaria para hacer frente a tres fenómenos, alguno ya comentado, relacionados entre sí, que condicionan la organización de la sociedad actual:

- El proceso de liberalización de la economía en los países desarrollados.
- La globalización de los mercados.
- El desarrollo de la sociedad de la información y el comercio electrónico, basado en las nuevas tecnologías de las telecomunicaciones.

El Real Decreto-Ley 1/1998 obtuvo la aprobación unánime de todos los grupos parlamentarios y sus objetivos básicos quedan reflejados en las ventajas enumeradas en el epígrafe anterior.

El ámbito de aplicación de este Real Decreto-Ley comprende los edificios en régimen de propiedad horizontal y los arrendados por plazo superior a un año, estableciendo un plazo de ocho meses desde su entrada en vigor, que finalizó el 1 de noviembre de 1998, después del cual todos los edificios de nueva construcción, incluidos en el ámbito de aplicación del mismo, deberán contar con una Infraestructura Común de Telecomunicaciones.

Desde la entrada en vigor del Real Decreto-Ley 1/1998, el marco legislativo de la ICT se ha ido completando, a lo largo de casi dos años, mediante las siguientes disposiciones:

- **Real Decreto 279/1999 de 22 de febrero**

Aprueba el Reglamento Técnico de las Infraestructuras Comunes de Telecomunicación y regula las condiciones aplicables a los instaladores de telecomunicación.

La normativa técnica se organiza en cuatro Anexos:

- Anexo I: Captación, adaptación y distribución de señales de radiodifusión sonora y televisión. Procedentes de emisiones terrenales y de satélite.
 - Anexo II: Servicio de telefonía disponible al público.
 - Anexo III: Servicio de telecomunicaciones por cable.
 - Anexo IV: Especificaciones técnicas mínimas de las edificaciones en materia de telecomunicaciones.
- **Orden Ministerial de 26 de octubre de 1999**

Por la que se desarrolla el Reglamento de la ICT y la actividad de instalación de equipos y sistemas de telecomunicación, aprobado por el Real Decreto 279/1999 de 22 de febrero.

Esta Orden establece el contenido y estructura del proyecto técnico y del certificado de fin de obra o boletín de instalación, los casos en que son necesarios uno u otro, el protocolo de pruebas que debe acompañarse a ambos y los requisitos a cumplir por los instaladores de telecomunicación.

3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

El presente proyecto se subdivide en el cálculo de dos infraestructuras diferentes:

- La realización de una red de televisión por cable para un distrito urbano.
- El diseño de la ICT de una edificación de dicho distrito.

Para la elección del distrito urbano se ha elegido uno conocido y cercano con el fin de facilitar las labores de cálculo y de diseño. Concretamente se ha elegido el barrio de la Macarena en Sevilla. Esta elección facilita el diseño ya que antes

de realizar el proyecto hay que conocer el número de hogares que tiene la zona por lo que es necesario una labor previa de conocimiento del distrito a estudiar. También se debe conocer el tipo de calzada por la que va a discurrir la infraestructura ya que dependiendo del tipo se tomará una solución o otra. Todo ello lleva consigo un trabajo de campo que se acorta si el distrito elegido es conocido.

La elección de este tipo de distrito, grande y muy poblado, llevaría a la captación de muchos abonados por parte de la empresa de televisión por cable. Por ello se tiende a equiparlos antes que las zonas unifamiliares.

Para el cálculo de la infraestructura común de telecomunicaciones se ha elegido una edificación de nueva construcción, ya que en ellas es obligatorio la colocación de dicha infraestructura. Esta edificación está presente en el distrito objeto de estudio en la parte de televisión por cable.

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

Se trata de una zona urbana donde existen tanto viviendas unifamiliares como bloques de ellas con lo que se han diseñado la acometida a ambos tipos de viviendas.

La zona se ha dividido en tres, donde cada una de ellas presenta un número de hogares en torno a mil.

Se ha optado por esta división ya que el diseño se realiza de quinientos en quinientos hogares, dando servicio a cada uno de estos quinientos hogares un nodo o receptor óptico.

Dentro de dichas zonas podemos encontrarnos casi todos los tipos existentes de calles tanto por su diversidad de anchuras como por su tipo de construcción (asfaltadas, adoquinadas...). Con lo que el diseño no siempre es el mismo, haciendo que el proyecto presente diversidad de soluciones.

La edificación a la que se le ha calculado la infraestructura común de telecomunicaciones pertenece a la zona 1 de dicho distrito urbano y es de futura realización, por lo que se ha aplicado la ley vigente que obliga a la realización de dicha infraestructura a los edificios de nueva construcción.

Se trata de una edificación de 38 viviendas divididas en cinco portales donde la existencia de un sótano común facilita la labor de diseño, ya que el sótano facilita la conexión entre todas las verticales de los portales por donde discurre la infraestructura.

Cada portal posee planta baja, planta primera, planta cubierta y sótano común. Dicha edificación presenta una única comunidad de vecinos por lo que solo presentará un único recinto de telecomunicaciones tanto inferior(colocado en el sótano) como superior(colocado en un lugar habilitado en la planta cubierta), según indica la ley.

3.2 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.

Para el caso de la red de televisión por cable se ha tenido en cuenta que todos los edificios estaban contruidos antes de la aparición de la ley en la que la instalación de la infraestructura común de telecomunicaciones es de obligado cumplimiento(salvo el caso de la nueva edificación que se ha mencionado antes), por lo que la solución adoptada es de diseñar nuestra red hasta un punto exterior a cada edificio o vivienda unifamiliar,colocando este punto final de diseño cerca de la entrada al garage o a la propia vivienda y donde iran los derivadores que serán el principio de la red que llegará a cada vivienda unifamiliar o edificio que quiera conectarse a la red de servicio de televisión por cable.

Sin embargo la nueva ley obliga a que la red del operador entre hasta el recinto inferior de telecomunicaciones que debe haber habilitado en la planta baja de cada edificio de nueva construcción, y de este recinto partirá la ICT del edificio. Por lo que el diseño de un distrito de nueva construcción es diferente.

Cada zona de mil hogares se divide en dos donde a cada quinientos hogares dará servicio un receptor óptico. Cada zona de quinientos hogares se dividirá en cuatro y en cada área de ciento veinticinco hogares habrá un amplificador que alimentará a la superficie, por lo que cada receptor óptico tendrá cuatro amplificadores que le ayudarán a cubrir la zona de quinientos hogares.

Las canalizaciones tratarán de discurrir siempre que sea posible por la calzada antes que por la acera ya que son más económicas las primeras. El número de tubos colocados en dichas canalizaciones será siempre mayor que el necesario para poder ser utilizados en futuras ampliaciones del servicio.

En cuanto a la ICT se ha diseñado de forma que a cada vivienda lleguen los servicios de telefonía básica, radiotelevisión terrestre y por satélite y televisión por cable. Se ha colocado una antena parabólica orientada al satélite Astra, aunque también se ha desarrollado el cálculo del satélite Hispasat por si en un futuro se quisiera colocar. La telefonía RDSI no se ha diseñado, por no complicar más la instalación y no ser obligada su instalación según la ley.

La ICT se dimensionará de forma que si en un futuro se pretenda ampliar la instalación con la colocación de otro servicio haya espacio, para ello se ha dejado tubos o espacio en las canaletas de reserva.

El número de tomas para cada servicio instalado en las viviendas será el mínimo a colocar según la ley y dependerá de la vivienda y del número de estancias que posea.

4 ESTRUCTURA DEL PROYECTO.

El presente proyecto se divide en cuatro tomos independientes. Cuyo contenido de cada uno se explica en los siguientes apartados.

4.1 TOMO CERO

El tomo cero contiene dos apartados principales. El primero es la descripción del objetivo del proyecto además de una breve introducción y el segundo es la descripción detallada de las dos hojas de cálculos que serán anexos de los siguientes tomos del proyecto. Este segundo apartado trata de facilitar el manejo de los libros de cálculos por parte de todo profesional que quiera realizar un dimensionamiento similar realizado en el presente proyecto.

4.2 TOMO I

El tomo I se dedicará al desarrollo del diseño de la parte coaxial de la red de televisión por cable, así como de la infraestructura necesaria para su colocación y obra.

Su estructura será la siguiente:

Primero irá una memoria donde esta la del diseño de la red coaxial y también la del estudio de seguridad y salud correspondiente a esta obra. La colocación aquí del estudio de seguridad y salud es debido a que si se coloca aparte junto a su presupuesto, como es lo debido, tendríamos una gran cantidad de tomos al existir otro estudio diferente para la parte de la ICT, y por lo tanto tendríamos 6 tomos, algo excesivo para la no excesiva complejidad del proyecto.

Tras la memoria se han colocado el anexo de cálculos que se han realizado para la parte de televisión por cable. En este anexo van los niveles de señal de cada derivador instalado en el proceso de diseño y se comprueba que están dentro de los límites permitidos por la ley. También se pueden ver el tipo de equipos utilizados en la instalación.

Después van los presupuestos desglosados en dos apartados. Los primeros son los presupuestos de obra y los segundos son los presupuestos del estudio de seguridad y salud correspondiente a esta obra.

Por último están los planos. Existen dos tipos de planos.

El primer tipo corresponde al diseño de la obra civil necesaria para la realización de la infraestructura de televisión por cable. En ellos podemos ver donde van cada derivador, amplificador o receptor óptico de cada zona.

El segundo tipo de plano representa un esquema de los equipos y tipos de cables utilizados, en ellos podemos ver los niveles de señal existentes en cada derivador o tap así como la longitud de cada tramo de cable que une los equipos.

Este último tipo de plano está muy relacionado al anexo de cálculos ya que de él sacamos la información de los niveles de señal.

Existen seis planos al haber tres zonas con dos planos por zona.

4.3 TOMO II

El esquema es el mismo que el caso anterior. Primero una memoria con la correspondiente al proyecto de la infraestructura común de telecomunicaciones de la edificación y la del estudio de seguridad y salud que le acompaña.

Después el anexo de cálculos correspondiente, donde se calcula los niveles de señal y las pérdidas totales en las tomas de cada usuario de la edificación. También se diseña la recepción de las señales procedentes del satélite, así como el cálculo y dimensionamiento de las infraestructuras que soporta la red interior.

A continuación los presupuestos, tanto los de obra como los del estudio de seguridad y salud.

Y por último los planos, que en este caso son tres. El primero corresponde a la planta primera de la edificación, el segundo a la planta baja y el tercero corresponde a la planta sótano de la edificación a la cual se está diseñando la infraestructura común de telecomunicaciones. En ellos se puede ver por donde discurre la infraestructura común de telecomunicaciones calculada.

4.4 TOMO III

Este último tomo lleva los pliegos de condiciones técnicas de las dos obras, tanto la de la infraestructura externa, (televisión por cable), como la de la infraestructura interna, (la ICT del edificio).

5 DESCRIPCIÓN DE LOS LIBROS DE CÁLCULO.

5.1 GENERALIDADES.

Para facilitar el trabajo tan laborioso del cálculo de las instalaciones, tanto de la infraestructura exterior como de la infraestructura interior, se ha creado dos libros de trabajo con el programa de cálculo Excel que nos ahorra la gran cantidad de operaciones necesarias para el diseño. Estos libros contienen varias hojas de cálculo dependiendo del tipo de infraestructura que queramos diseñar. Se ha utilizado el programa Excel por ser un programa de fácil utilidad y muy usado en el mundo profesional.

En estos libros, todos los cálculos se han realizado con funciones estándar de Excel (no se han utilizados subprogramas en macros). Con esto lo que se pretende es:

- Ganar en rapidez a la hora de realizar los cálculos el propio programa sin tener que hacer llamadas a ninguna macro externa.
- Ayudar en la comprensión de los libros de cálculo con solo ver el contenido de las fórmulas utilizadas en cada celda.
- Facilitar la expansibilidad de este programa a versiones posteriores a ésta, evitando problemas que pudiesen dar las macros a la hora de compilar.

5.2 TIPOS DE LIBROS DE CÁLCULO.

Existen dos tipos de libros de cálculos. El que acompaña a la red exterior está formado por nueve hojas de cálculo y existirá un libro por cada uno de las tres zonas en que se ha dividido el distrito urbano donde irá la infraestructura, siendo cada libro similar a los otros dos. De las nueve hojas de cálculo que presenta, la última será donde vayan los elementos a utilizar en dicho cálculo y dependerá del catálogo de fabricante que utilicemos en el diseño de la red de CATV. Esta última hoja serán los datos utilizados para el diseño de la red

coaxial. Pudiendo cambiar según el gusto, en cuanto a fabricantes de equipos se refiere, del diseñador de la red.

El objetivo de estas hojas de cálculo es elegir de entre los diferentes elementos que existen en la hoja de datos, aquellos que compondrán la infraestructura a realizar, (ya sean derivadores, distribuidores o amplificadores) y cumplan los niveles mínimos y máximos permitidos que deben llegar al punto de entrada general de cada edificio.

Existe una hoja de cálculo por cada amplificador presente en la zona bajo estudio, cuatro por cada receptor óptico.

El libro de cálculo que acompaña al tomo de infraestructura interior como anexo de cálculo consta de diez hojas de cálculo y al igual que el anterior los valores tomados como datos a la hora del cálculo serán los que aparecen en la hoja denominada Tablas donde se han utilizado catálogos de los elementos necesarios para el diseño para su realización.

El objetivo es el mismo que el anterior, elegir entre distintos elementos, cuyos valores de pérdidas de señal se toman como dato, aquellos que colocados en la infraestructura que se pretende realizar den niveles de señal en las tomas de usuario acordes con lo que permite la ley.

En este libro se encuentra tanto el diseño de la recepción por satélite como el cálculo de los niveles de señal que llega a cada uno de los puntos de acceso al usuario.

Existe una hoja de cálculo para cada una de las seis verticales en que se divide la edificación.

A continuación aparece el dimensionamiento de las distintas infraestructuras que soportan la red hasta su llegada al punto de terminación de red.

Por último existe una tabla con el cálculo del número de tomas de cada servicio en la edificación.

5.3 LIBRO DE CÁLCULO INFRAESTRUCTURA EXTERIOR.

Cada libro de cálculo que aparece en el anexo de cálculo del Tomo I correspondiente a la infraestructura exterior corresponde a una de las tres

zonas de aproximadamente mil hogares en que se ha dividido el distrito, por lo que explicando uno de ellos los otros serán iguales.

Estos libros pretenden conocer de entre unos elementos de la red, que se toman como datos, aquellos que proporcionan un nivel de señal que este dentro de los límites permitidos por la ley. No solo se calcula el nivel de señal en el peor y el mejor derivador, como indica la ley, sino que lo calcula en cada uno de los derivadores que componen la red.

La ley indica dos niveles mínimos a respetar uno a baja frecuencia (85 MHz) y otro a alta frecuencia (865 MHz), por lo que el cálculo se hace para ambos.

5.3.1 Descripción del proceso de cálculo.

Lo primero que hacemos una vez que tenemos la zona donde queramos realizar el diseño de la red coaxial de CATV, es dividirlas en zonas de mil hogares aproximadamente. Para ello hay que recorrer la zona e ir contando edificio por edificio. El paso siguiente es el diseño de la red siguiendo el proceso que se explica en la memoria del Tomo I. Una vez realizado esto tenemos sobre el plano la ubicación de los distintos equipos (derivadores, amplificadores, nodos ópticos, distribuidores y cables) y también la longitud de todos los tramos de cables existentes entre los equipos que forman la red.

Con este plano como base procedemos a elegir el modelo de cada equipo que forma la red que es lo que nos falta para terminar el proceso de diseño. Para ello usaremos el libro de cálculo realizado. Con este libro vemos si con un modelo determinado de equipo el nivel que llega al punto final de red es el adecuado, si no es así habrá que probar con otro.

Pasamos a explicar el libro de cálculo con el proceso de diseño y cálculo del distrito objeto de estudio en este proyecto.

En este proyecto la división del distrito ha dado tres zonas de mil hogares.

➤ Hoja de cálculo Tablas

Lo primero a realizar es rellenar la hoja de cálculo **Tablas**. Para ello debemos disponer de un catálogo de los diferentes equipos que componen la red. En

esta hoja existen cuatro tablas. Una de ellas indica los niveles máximos y mínimos a garantizar en las tomas, estos valores vienen indicados en la ley.

Las otras tres tablas son las que pueden variar según el gusto del diseñador en cuanto al tipo de fabricantes. La de la derecha se denomina **Tabla pasivos** en ella se indica los valores de pérdida de señal en los distintos elementos pasivos de la red. Para rellenarla hay que indicar en la primera columna el código dado por el fabricante a cada modelo de elemento pasivo, en la siguiente columna se indica la pérdida de señal por paso a través del elemento a baja frecuencia (86MHz), la siguiente columna indica la pérdida que sufre la señal por derivación a baja frecuencia. Las otras dos columnas son lo mismo pero a alta frecuencia (865MHz). La última columna debe indicar el tipo de elemento que es cada fila. Toda esta tabla debe ser rellenada con los catálogos del fabricante por delante. En ellas debe aparecer los derivadores de 2, 4 u 8 salidas, los acopladores direccionales y los distribuidores. Contra más modelos pongamos mejor para el proceso de diseño.

En la parte superior izquierda está la tabla denominada **Tabla activos** en ellas se rellena con los catálogos por delante los modelos de amplificadores que se van a utilizar. En la primera columna se pone el código de fabricante de cada amplificador, en la siguiente se pone el nivel de salida del amplificador a baja frecuencia y el valor a alta frecuencia se coloca en la siguiente columna, en la última se pone el nombre identificativo del elemento.

La tabla que esta debajo es la denominada **Tipo Cables** y en ellas se copian las pérdidas de señal a alta y baja frecuencia de los dos tipos de cables utilizados en el diseño. Estas pérdidas vienen por metro de cable.

Esta hoja de cálculo se utilizará como datos junto al plano donde están colocados los distintos elementos de red que nos da el proceso de diseño realizado previamente al proceso de cálculo.

➤ **Restantes hojas de cálculo.**

Las ocho hojas de cálculo restantes serán similares, su proceso de nomenclatura es el siguiente. La zona de estudio tendrá dos nodos ópticos donde cada uno de ellos dará señal a quinientos hogares. La nomenclatura que se ha seguido para dichos nodos o receptores ópticos es la letra A seguida de

dos números. El primero se refiere a la zona a la que pertenece (1,2 o 3), el segundo a si es el primer o el segundo nodo que existe en cada zona.

De cada nodo óptico colgarán cuatro amplificadores necesarios para que el nivel de señal que llega al usuario sea el adecuado ya que existen pérdidas de nivel por el uso de derivadores y distribuidores. Cada uno de estos cuatro amplificadores se corresponde a un área de ciento veinticinco hogares. La nomenclatura de dichos amplificadores será una A seguida de tres números. Los dos primeros corresponden al nodo al que pertenecen y el tercero si el amplificador en cuestión es el primero, el segundo, el tercero o el cuarto que cuelga del nodo.

Sabiendo esto, vemos que cada amplificador posee su hoja de cálculo, en ellas están calculados los niveles de señal en los taps o derivadores que cuelgan de dicho amplificador. Las ocho hojas de cálculos se diferencian en las diferentes longitudes de los cables que unen cada elemento y los diferentes tipos de elementos que el proceso de diseño realizado indique en cada área de ciento veinticinco hogares.

El proceso de cálculo será el siguiente:

Debemos tener el plano de diseño previo por delante para empezar el proceso de cálculo.

En la esquina superior izquierda de la hoja de cálculo aparece el nodo del cual cuelga el amplificador, abajo de esto aparece la zona donde se encuentra el amplificador.

La primera fila que hay que rellenar corresponde al amplificador. Su proceso será el siguiente: En la primera columna la denominada **Cod** (Código) se colocará el código del amplificador que queremos colocar. El código será el que le hemos asignado en el proceso de nomenclatura **AMPXXX**, donde las X corresponden a lo explicado en la parte de nomenclatura. En la siguiente columna la denominada **Mod.**(Modelo) habrá que insertar el código que da cada fabricante al elemento que queremos utilizar en esa fila, en este caso un amplificador. Para ello pasamos a la hoja de cálculo **Tablas** y copiamos desde la **tabla activos** el código del amplificador que queramos, esta copia hace que automáticamente se rellenen las siguientes casillas de la fila:

- En la casilla denominada **Descripción** aparece el último dato introducido en la fila correspondiente de la **tabla activos** del amplificador seleccionado.

- En la casilla **Equipo Anterior Cod.** Aparece NOT que siempre será el equipo anterior al amplificador.
- En la casilla **Señal 85MHz Paso** se autorellena con el valor que aparece en la fila de la **tabla activos** del amplificador seleccionado.
- En la casilla **Señal 865MHz Paso** se autorellena con el valor corresponde al amplificador en la **tabla activos**.

Este autorelleno lo realiza Excel mediante funciones de búsqueda que posee.

La siguiente fila a rellenar pertenece al elemento que va tras el amplificador, solo hay dos posibilidades una que sea un elemento pasivo o un tipo de cable, según sea uno u otro se rellenará de la siguiente forma:

a) Tipo de cable.

Lo primero a rellenar es la columna **Cod.** Ahi se coloca CABLEX según sea la primera o sucesivas veces que aparece un cable se va numerando. La columna **Mod.** Se rellena con el tipo de cable que queramos de los que aparezcan en la tabla **tipo cable** de la hoja de cálculo **Tablas**. La siguiente columna **Descripción** se rellena de forma automática buscando Excel el último valor asignado a la fila del cable escogido en la Tabla **tipo cable**, también se rellenan de manera automática la casilla **Ate.85(MHz) Paso** y **Ate.865(MHz) Paso** con los valores de pérdidas que Excel busca en la tabla **tipo cable**.

Las siguientes tres columnas hacen uso de los valores de señal que se han calculado del elemento posterior en el plano de diseño previo al que estamos insertando, lo que hace Excel es buscar los valores de señal que deja el anterior elemento cuyo código aparece en la columna **Equipo anterior Cod.** Y los dos valores correspondientes a ambas frecuencias aparecen en las dos siguientes columnas: **Nivel Sal. 85MHz** y **Nivel Sal. 865MHz**.

Luego de las tres columnas solo hay que introducir el código que aparece en la columna **Cod.** del elemento que precede al que estamos insertando en la fila, las otras dos se rellenan de forma automática.

La siguiente columna **Long.** indica la longitud del tramo de cable que conecta a dos elementos. Dicha columna se rellenará solo en caso de que estemos insertando un cable sino se pondrá cero por defecto. El valor de la longitud lo calcularemos del plano de diseño previo que tenemos. Las siguientes dos

columnas multiplican la longitud del tipo de cable utilizado por la pérdida a distintas frecuencias que encuentra Excel en la tabla **tipo cable** que se halla en la hoja de cálculo **Tablas**.

Ahora pasamos a las cuatro columnas donde se calculan los valores de señal a partir de los valores de señal del elemento anterior menos las pérdidas por paso que se han calculado antes. Las dos primeras son a baja frecuencia y las dos últimas a alta frecuencia. Estos valores son los que busca la columna **Equipo anterior** que se ha mencionado antes.

b) Elemento pasivo

En este caso podemos encontrarnos dos tipos derivadores o distribuidores. Cuando sean derivadores en la columna **Cod.** se colocará TAPX, donde X irá aumentando a medida que vayamos introduciendo más derivadores.

En la columna **Mod.** se hace igual que en el caso de tipo de cable y aparecerán automáticamente rellena las cinco siguientes columnas de la misma manera que aparecían en el caso tipo de cable. Excel busca en la **tabla pasivos** tanto la **Descripción** como los cuatro valores de pérdidas que tienen los elementos pasivos, los busca en la fila de la **tabla pasivos** que corresponde al nombre introducido en la columna **Mod.** y los copia en las columnas **Descripción, Ate 85 MHz, Ate 865 MHz**.

La parte de **Equipo Anterior** es igual que en el caso anterior de tipo de cable, por lo que solo hay que introducir un dato en **Cod.** y Excel se encarga de las dos siguientes autorellenandolas.

El bloque de tres columnas **Ate_Cable** nos olvidamos en este caso, sale cero por defecto.

A continuación aparecen el nivel de Señal de paso y derivación para ambas frecuencias esto lo realiza Excel de manera automática

Para el caso de Taps o derivadores se añaden mas columnas las denominadas **Señal Usuario**. Estas columnas nos van a servir para ver si estamos dentro de los valores permitidos por la ley. Son solo la copia del valor calculado dos casillas más atrás, concretamente el nivel de señal de derivación a 85 MHz y la misma señal pero a 865MHz.

Estos valores deben estar entre 62 y 82MHZ para cumplir la ley en ambas frecuencias, por lo que las columnas **Comprobación** a las dos frecuencias nos indica si estamos o no dentro de los valores que indica la ley. Si aparece un **Correcto** el nivel de señal es bueno, y pasamos a introducir el siguiente elemento, si aparece la palabra **Incorrecto** habría que cambiar el modelo del elemento (uno con mayores o menores pérdidas de señal de la hoja **Tablas**) hasta estar dentro de los límites y aparecer así el mensaje correcto. Luego habría que ir a la hoja **Tablas** y copiar otro **Mod.** al principio de la fila, hasta que aparezca la palabra **Correcto**.

Una cosa muy importante hay que tener en cuenta a la hora de rellenar estas hojas de cálculos. Cuando vayamos a insertar un elemento deberemos copiar una fila de un elemento de la misma clase, o sea, tipo de cable o tipo de elemento pasivo, y pegarla en la fila a rellenar y una vez pegada cambiar los códigos y modelos de las dos primeras columnas, ya que según sea el tipo de elemento se busca en una tabla diferente en la hoja de cálculo **Tablas** y también para que solo aparezcan comprobados en las dos últimas columnas los valores de señal de los Taps, facilitándose así el proceso de diseño.

Luego, solo tenemos que introducir tres valores para que el resultado sea el esperado, primero el código (**Cod.**) que se rellena de forma consecutiva, el modelo del elemento (**Mod.**) que lo encontraremos en la hoja de cálculo **Tablas** y la longitud de los tramos de cables (**Long.**).

5.4 LIBRO DE CÁLCULO DE LA INFRAESTRUCTURA INTERIOR

En el Tomo II también tenemos un anexo de cálculos donde se especifican todas las operaciones realizadas para el correcto dimensionamiento de la infraestructura interior que no es otra que la realización de una infraestructura común de telecomunicaciones a una edificación.

Este anexo de cálculos consiste en un libro de cálculo constituido por diferentes hojas de cálculos, en concreto consta de nueve hojas de cálculo. El contenido de cada hoja es el siguiente:

En una hoja de cálculo se obtiene primeramente los valores necesarios para el diseño de la instalación de la antena parabólica para el servicio de RTV por satélite esta hoja es la primera del libro y se denomina **satélite**.

Las seis siguientes hojas de cálculo se centran en la obtención de los niveles de señal de RTV que se tendrán en cada una de las tomas de usuarios que existen en las seis verticales que componen la edificación. Dichas hojas llevan por nombre **Nivel y pérdidas Vert.X** Cambiando tan solo el número de la vertical. Al igual que en el libro de cálculo de la infraestructura exterior del que se ha hablado antes, explicando como funciona una de las hojas de cálculo de las verticales las demás serán iguales sin más que cambiar los tipos de derivadores, distribuidores o longitudes de cables.

La siguiente hoja de cálculo se centra en el diseño de las canalizaciones que soportan los cables que constituyen la infraestructura. Concretamente la canalización principal ya que la secundaria será mediante tres tubos RG-23. Dicha hoja de cálculo se llama **Cana.Principal**.

A continuación está la hoja de cálculo denominada **Tablas** donde aparecen los valores de pérdidas de señal a diferentes frecuencias de cada elemento utilizado para el diseño de la ICT de la edificación objeto del proyecto. Esta hoja de cálculo será la que utilizemos como datos para el proceso de cálculo junto al plano de la edificación donde veremos las longitudes de los cables, y el tipo de derivador o distribuidor que tengamos en cada punto (2 o 4 salidas). Estos planos serán los que obtenemos en el proceso de diseño de la ICT, a falta de saber que modelos serán los elementos pasivos (derivadores y distribuidores).

La última hoja de cálculo es **Datos** donde encontramos datos necesarios para la realización del cálculo.

5.4.1 Descripción del proceso de cálculo

Este libro pretende conocer de entre varios modelos de derivadores y distribuidores, que se toman como datos, aquellos que proporcionan un nivel de señal en la toma de usuario que este dentro de los límites permitidos por la

ley. No solo se calcula el nivel de señal en la peor y la mejor toma, como indica la ley, sino que lo calcula en cada una de las tomas de usuario que componen la instalación.

La ley indica dos valores mínimos a respetar uno para UHF y otro para FI por lo que el cálculo se hace para ambos.

➤ **Hoja de cálculo Datos**

En esta hoja de cálculo encontramos datos necesarios para el cálculo de la instalación. Esta dividida en tablas. En la parte izquierda de la hoja aparecen los niveles máximos y mínimos a garantizar en las tomas, tanto a UHF como a FI, también aparece la atenuación del cable que se utiliza en el diseño, a las dos frecuencias utilizadas en el cálculo tanto UHF y a FI, por lo que el cable es un dato y no una variable como ocurría en el caso del libro de cálculo de la infraestructura exterior, otro dato que aparece son los dos niveles de salida del amplificador uno a la frecuencia UHF y otro a la FI. Como se ve también utilizaremos un solo tipo de amplificador a diferencia del caso de infraestructura exterior, con lo que también se convierte en un dato y no una variable, facilitando así el proceso de cálculo.

En la parte derecha de la hoja encontramos una tabla donde se calcula el número de tomas de cada servicio de telecomunicación que se instalará en la edificación.

También se presenta el cálculo del número de pares de servicio telefónico que discurrirá por cada vertical de las seis que presenta la edificación.

➤ **Hoja de cálculo Tablas**

En esta hoja de cálculo se tienen los valores de pérdida de señal que introducen los distintos elementos pasivos que forman la instalación. Su estructura es similar a la del mismo nombre que existe en el libro de cálculo de la infraestructura exterior.

Esta hoja se debe rellenar con el catálogo del fabricante que deseemos, y en ella meteremos el código que corresponde a cada elemento pasivo y a continuación sus correspondientes pérdidas de señal para UHF y para FI. Por

último introduciremos una descripción del elemento como por ejemplo Derivador 2 salidas. Este proceso de rellenar las atenuaciones lo haremos para 50 MHz y para 850 MHz.

Esta hoja junto a los valores de señal que da el amplificador, las pérdidas de señal introducidas por el cable y el plano de diseño donde mediremos la longitudes de los cables y veremos que elemento se necesita en cada punto son los únicos datos que necesitaremos para calcular la instalación y ver si cumplen todas las tomas de usuario las cotas de nivel de señal que se indica en la hoja **Datos**.

➤ **Hoja de cálculo Satélite.**

Esta hoja de cálculo nos ayuda a dimensionar las antenas necesarias para la recepción de la señal procedente del satélite. Los únicos valores que tenemos que introducir serán los valores de la longitud del lugar de recepción, su latitud y también la longitud del satélite. Estos valores se sacan de tablas de latitud y longitud presentes en muchos libros.

Los demás valores se obtienen de la introducción de fórmulas que serán útiles para calcular el diámetro de la antena parabólica.

Se ha desarrollado para dos satélites el Hispasat y el Astra. Aunque solo colocaremos uno en nuestra instalación.

Luego en esta hoja solo nos haran falta tres variables para introducirlas en la hoja: latitud y longitud del lugar de recepción y la longitud del satélite.

➤ **Hoja de cálculo Niveles de señal Vertical X**

La forma de la hoja de cálculo que obtiene los valores de señal en las tomas de usuario de cada vertical es muy parecida a la hoja que presenta la infraestructura exterior en el cálculo de los niveles de señal en el punto de terminación de red.

Las diferencias principales son que en la de la ICT solo hay un tipo de cable y de amplificador, por lo que solo hay que buscar en una tabla (tabla pasivos)

estas dos diferencias hace que sea más sencilla la de la ICT que la de la red de CATV.

Sin embargo introduce una complicación que la otra no presentaba. En el diseño de la ICT existen dos amplificadores por rama por lo que hay que calcular la relación señal / ruido para ver si está dentro de los valores permitidos por la ley. En el caso de la red exterior de televisión por cable no ocurre esto, y los valores de los catálogos nos hacen cumplir los valores recomendados por la normativa.

Para la explicación de las hojas de cálculo de las verticales con que se haga de una, las demás serán todas iguales salvo el cambio de ubicación y características de los elementos pasivos de la instalación, así como de las longitudes de los cables.

En cuanto la estructura de la hoja de cálculo de los niveles de señal es la misma que en el caso de la infraestructura externa.

En esta hoja de cálculo las incógnitas serán las longitudes de los cables, que mediremos en los planos y los modelos de los distintos derivadores o distribuidores que vayamos colocando.

El proceso de llenado de casillas será el siguiente:

. Primero, para cada nueva fila, se introduce en la columna **Pla.** (planta) la ubicación donde este colocado el elemento pasivo, en la segunda columna **Nº** (número) se colocará la letra del piso donde este colocada la toma de usuario, esta columna solo se rellenará en caso de tratarse de una toma de usuario.

La siguiente columna es **Cod.** (código) en el colocaremos la siguiente nomenclatura:

Si se trata de un derivador pondremos **DEX-Y**, si es un distribuidor **DIX-Y**, si se trata de un amplificador pondremos **AMPLI** y si se trata de una toma de usuario **TV-X**. Cuando estemos poniendo derivadores o distribuidores la **X** representa la planta donde estemos y la **Y** el número de ellos que llevamos colocados en dicha planta. Cuando estemos colocando tomas de usuario la **X** representa el número de toma que ya hemos colocado en esa vivienda.

La columna **Mod.** (modelo) también es otra columna a rellenar por el diseñador el código lo buscaremos en la hoja de cálculo **Tablas** y copiaremos el código del elemento que queremos en dicha casilla. La siguiente casilla **Descripción**

se rellena automáticamente de la misma manera que lo hacía en el caso de la infraestructura exterior.

La siguiente columna es otra para rellenar por parte del diseñador, es **Ubi** (ubicación) donde indicaremos en que planta está colocado el elemento.

Las otras cuatro casillas se rellenan automáticamente de manera análoga a como lo hacían en la red CATV. Esos valores los saca Excel de la hoja **Tablas**.

Ahora hay que indicar cual es el elemento que precede al nuestro en la instalación, es otra columna a rellenar por el diseñador en **Cod.** pondremos el código que le habíamos asignado, las siguientes dos columnas se rellenan automáticamente de forma que Excel recupera los valores de salida del elemento predecesor del nuestro.

En la casilla siguiente (**Long.**) el diseñador debe colocar la longitud que existe entre el elemento que estamos introduciendo y el predecesor. Las dos siguientes casillas calculan las pérdidas debidas a la atenuación introducida por el cable. Ya hemos llegado a las columnas donde Excel calculará los niveles de señal mediante restas de los valores del elemento anterior con las pérdidas debidas al cable y las introducidas por el elemento y así obtenemos el valor de la señal. Cuando sea una toma de usuario se comprobará, al igual que se hizo en la red CATV, si los valores de señal están dentro de los límites, si no es así, se procederá a cambiar el modelo del elemento mirando en la tabla de pasivos de la hoja **tablas**, hasta que encontremos el modelo adecuado.

Los valores de señal / ruido se calculan mediante las ganancias y figuras de ruido de los amplificadores que hay que introducir en la tabla pequeña, que sacaremos de los catálogos de amplificadores del fabricante que elijamos

Luego en esta hoja el diseñador deberá de rellenar solamente las columnas **Pla. ,Nº, Cod. ,Mod. ,Ubi, Long.** Y las características del segundo amplificador en cascada, todo ello lo encontrará en los planos de diseño y en la hoja de cálculo **Tablas** y la de **Datos**.