



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

TELECOM ESCUELA
TÉCNICA **VLC** SUPERIOR
DE **UPV** INGENIEROS
DE TELECOMUNICACIÓN

**PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA COMÚN DE
TELECOMUNICACIONES PARA UN CONJUNTO DE VIVIENDAS**

Andrea Ortiz-Villajos Gamón

Tutor: Marta Cabedo Fabrés

Trabajo Fin de Grado presentado en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de la Universitat Politècnica de València, para la obtención del Título de Graduado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación

Curso 2016-2017

Valencia, 12 de septiembre de 2017

Resumen

En el presente Trabajo de Final de Grado se encuentra una Infraestructura Común de Telecomunicaciones de un conjunto de cuatro unifamiliares con el fin de diseñar el sistema de telecomunicaciones, más concretamente, instalación de la red para ofrecer los servicios básicos de radio y televisión terrestre y satélite, telefonía disponible al público y telecomunicaciones por banda ancha.

El proyecto queda dividido en diferentes partes. En primer lugar se explicará los conceptos teóricos con el fin de poder comprender mejor los puntos siguientes. En segundo lugar la memoria, en la que se hace una descripción detallada del proyecto y todos los cálculos necesarios de la instalación. A continuación, se mostrarán los planos. En tercer lugar el pliego de condiciones y, por último, el presupuesto de la infraestructura común de telecomunicaciones.

Resum

Al present Treball de Fi de Grau trobem una Infraestructura Comú de Telecomunicacions d'un conjunt de quatre vivendes unifamiliars amb la fi de disenyar el sistema de telecomunicacions, mes concretament, la instal·lació de la xarxa per a oferir els serveis bàsics de radio y televisió terrestre i satèlit, telefonia disponible al públic i telecomunicacions per banda ampla.

El projecte queda dividit en diferents parts. En primer lloc s'explicaran els conceptes teòrics amb la fi de poder comprendre millor els següents punts. En segon lloc la memòria, a la que es fa una descripció detallada del projecte i tots els càlculs necessaris de la instal·lació. A continuació es mostraràn els plànols. En tercer lloc el plec de condicions i, per últim, el presupost de la infraestructura comú de telecomunicacions.

Abstract

In this Final Degree Work we can find a Common Telecommunications Infrastructure of a set of four single-family in order to design the telecommunications system, more specifically, installation of the network to provide basic services of radio and terrestrial television and satellite , publicly available telephony and broadband telecommunications.

The project is divided into different parts. Firstly, the theoretical concepts will be explained in order to better understand the following points. Second is the report, which gives a detailed description of the project and all necessary calculations of the installation. The plans will then be displayed. Thirdly, the specifications and, finally, the budget of the common telecommunications infrastructure.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	5
1.1	Objetivo del proyecto.....	5
1.2	Metodología	5
1.3	Conceptos teóricos	6
1.3.1	Infraestructura Común de Telecomunicación	6
1.3.2	Canalizaciones	7
1.3.3	Recintos.....	8
1.3.4	Registros	8
1.3.5	Red	9
1.3.6	Arqueta de entrada	9
2	PROYECTO TÉCNICO.....	10
2.1	MEMORIA.....	10
2.1.1	Datos Generales	10
	El proyecto consta de cuatro viviendas unifamiliares situadas en la montaña de Cullera, en la provincia de Valencia.	10
2.1.2	Elementos que constituyen la Infraestructura Común de Telecomunicación	12
2.1.3	Cálculo de la atenuación desde la salida de los amplificadores de cabecera hasta las tomas de usuario, en la banda de 50 MHz – 860MHz	17
2.1.4	Descripción de los elementos que componen la instalación.....	23
2.2	TVSAT: Distribución de radiodifusión sonora y televisión por satélite	25
2.2.1	Selección de emplazamiento y parámetros de las antenas receptoras de la señal de satélite 25	
2.2.2	Cálculo del diámetro de antena para Hispasat	25
2.2.3	Cálculo del diámetro de antena para Astra	27
2.2.4	Cálculo de los soportes para la instalación de las antenas satélite.....	27
2.2.5	Previsión para incorporar las señales de satélite.....	27
2.2.6	Mezcla de las señales de radiodifusión sonora y televisión por satélite con las terrestres.....	28
2.2.7	Cálculo de los parámetros básicos de la instalación	28
2.3	STDP y TBA: Acceso y Distribución de Servicios de Telecomunicaciones de Telefonía Disponible al Público y de Banda Ancha	31
2.3.1	Redes de Distribución y de Dispersión.....	32
2.3.2	Redes de Cables de Fibra Óptica	35
2.3.3	Redes de Cables Coaxiales para TBA	38
2.3.4	Redes Interiores de Usuario	39
2.3.5	Red de cables de fibra óptica	42
2.3.6	Red de cables coaxiales para TBA.....	42
2.3.7	Canalización e infraestructura de distribución.....	44
2.3.8	Arqueta de entrada y canalización externa	44
2.3.9	Registros de enlace inferior y superior	44
2.3.10	Canalización de enlace inferior y superior	45
2.3.11	Recintos de instalaciones de telecomunicación.....	45
2.3.12	Registros principales.....	46
2.3.13	Canalización principal y registros secundarios.....	46
2.3.14	Canalización Secundaria y Registros de Paso	47
2.3.15	Registros de Terminación de Red.....	47
2.3.16	Canalización Interior de Usuario	47
2.3.17	Registros de toma	47
2.3.18	Cuadro resumen de materiales necesarios	48
3	PLANOS.....	48
4	Pliego de Condiciones.....	59
4.1	Condiciones de la instalación	59

4.1.1	Condiciones de acceso a los sistemas de captación	59
4.1.2	Características de los sistemas de captación	59
4.2	Características de los elementos activos	60
4.2.1	Amplificadores.....	60
4.3	Características de los elementos pasivos.....	60
4.3.1	Mezclador	60
4.3.2	Derivador	61
4.3.3	Repartidores	61
4.3.4	Cables.....	62
4.3.5	Tomas.....	62
4.3.6	Distribución de señales de televisión y radiodifusión sonora por satélite	62
4.4	STDP y TBA (Servicios de telecomunicaciones de telefonía disponible al público y de banda ancha)	63
4.4.1	Redes de cables de pares trenzados STDP.....	63
4.4.2	Redes de cables de Fibra Óptica	64
4.4.3	Redes de cables coaxiales TBA	65
4.4.4	Infraestructuras	67
4.4.5	Condicionantes a tener en cuenta en la distribución interior del RITU.....	68
4.4.6	Características de los Registros de Paso, de Terminación de Red y de Toma.....	70
5	PRESUPUESTO	71
6	BIBLIOGRAFIA	74

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivo del proyecto

El objetivo de este Trabajo de Final de Grado es el diseño de la Infraestructura Común de Telecomunicación y domótica de un conjunto de viviendas unifamiliares. Para ello se procederá a lo siguiente:

- Dotar a la edificación del diseño necesario para ofrecer los servicios de telefonía, radio FM, televisión digital terrestre, banda ancha y televisión por satélite.

El proyecto se realiza sobre un conjunto de cuatro viviendas unifamiliares situadas en un terreno inclinado. Cada vivienda consta de un sótano, una planta baja y un primer piso, y existe una zona común en la que hay instalada una piscina.

La edificación se acogerá al régimen de propiedad horizontal.

1.2 Metodología

En este apartado vamos a tratar cómo se ha llevado a cabo el desarrollo del presente Trabajo de Final de Grado.

Una vez asignado el proyecto y el tutor, debíamos buscar un proyecto sobre el que hacer la Instalación de la Infraestructura Común de Telecomunicaciones. El resultado elegido fue un conjunto de viviendas unifamiliares, ya que nos resultó interesante porque la mayoría de ICTs para proyectos docentes son sobre edificios de varias plantas. El siguiente paso era informarse acerca del entorno de la edificación, ubicación, así como saber cuál era el repetidor más cercano.

Para el diseño del proyecto aprendí a manejar programas como AutoCad y Photoshop de forma autodidacta, ya que la mayoría de los softwares dedicados a ICT no trabajan sobre viviendas unifamiliares.

Una vez hecho el diseño y decidido dónde se iban a colocar todos los elementos, se procedió al cálculo de los diferentes parámetros, el pliego de condiciones del proyecto y la búsqueda de precios con el fin de elaborar un presupuesto.

Para esto, se ha basado todo el proyecto en la ley establecida por el Real Decreto 346/2011.

1.3 Conceptos teóricos

En este apartado se explicarán los conceptos teóricos de ICT para introducir todo lo que se va a tratar en el apartado siguiente.

1.3.1 Infraestructura Común de Telecomunicación

Es el diseño de la instalación necesaria para captar, adaptar y distribuir a las viviendas y locales, señales de radio y televisión terrestre y por satélite, así como servicio telefónico básico y de telecomunicación de banda ancha.

El Real Decreto ley 1/1998 establece que no se excederá autorización para la construcción de nuevos edificios o rehabilitación integral de los existentes si al Proyecto de Edificación no se acompaña el Proyecto Técnico de ICT. Dicho proyecto debe estar firmado por un Ingeniero de Telecomunicación o Ingeniero Técnico de Telecomunicación de la especialidad correspondiente.

Una ICT se debe presentar en todas aquellas promociones de más de una vivienda, rehabilitadas o de nueva construcción, que se acojan a la Ley de Propiedad Horizontal, es decir, que compartan zonas comunes por donde discurran las canalizaciones y que, por tanto, dispongan de infraestructuras comunes para el acceso desde las viviendas a los servicios de telecomunicación.

El diseño debe acogerse siempre y cuando sea posible a las condiciones expuestas en el Real Decreto 346/2011 publicado en el BOE. Excepcionalmente, en los casos que resulte inviable acogerse a dicho decreto, se podrán admitir soluciones diferentes siempre y cuando el proyectista lo justifique adecuadamente y no se reduzca su funcionalidad, es lo que se conoce como “Disposición adicional segunda”.

Podemos dividir un proyecto de ICT en varias fases:

- El promotor encarga el proyecto ICT a un Ingeniero de Telecomunicación que debe redactar este proyecto técnico, el cual incluirá una memoria descriptiva, planos de la instalación, pliego de condiciones y, finalmente, un presupuesto para llevarlo a cabo.
- Ejecución de la obra por parte de la empresa instaladora y el director de la obra. Modificaciones del proyecto técnico, por las que se debe presentar un acta de replanteo, así como los anexos con dichas modificaciones o el proyecto modificado.
- Boletín de instalación y protocolo de pruebas por parte de la empresa instaladora, así como el certificado del director de obra (para edificaciones de más de 20 viviendas o uso no residencial).

En la figura 1 se muestra el esquema general de una ICT en un edificio de varias plantas.

Toda Infraestructura Común de Telecomunicación empieza por la recepción de la señal en la arqueta de entrada, la cual, mediante tubos, envía la señal a los registros de enlace correspondientes y, estos, al recinto de instalaciones de telecomunicaciones.

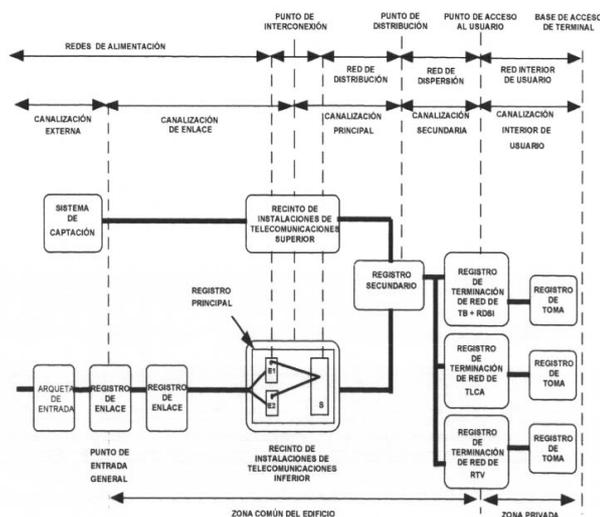


Figura 1. Esquema general de una ICT

En este tipo de edificaciones de varias plantas, se puede distinguir un recinto inferior y otro superior, interconectados por registros y canalizaciones que, además, se encargan de distribuir la señal en cada planta del edificio. En el caso general, el recinto inferior envía la señal mediante la canalización principal hacia el registro secundario situado en cada planta.

Sin embargo, en este proyecto, al tratarse de un grupo de viviendas unifamiliares, la estructura en que se reparte la red es diferente a la general, como se muestra en la figura 2.

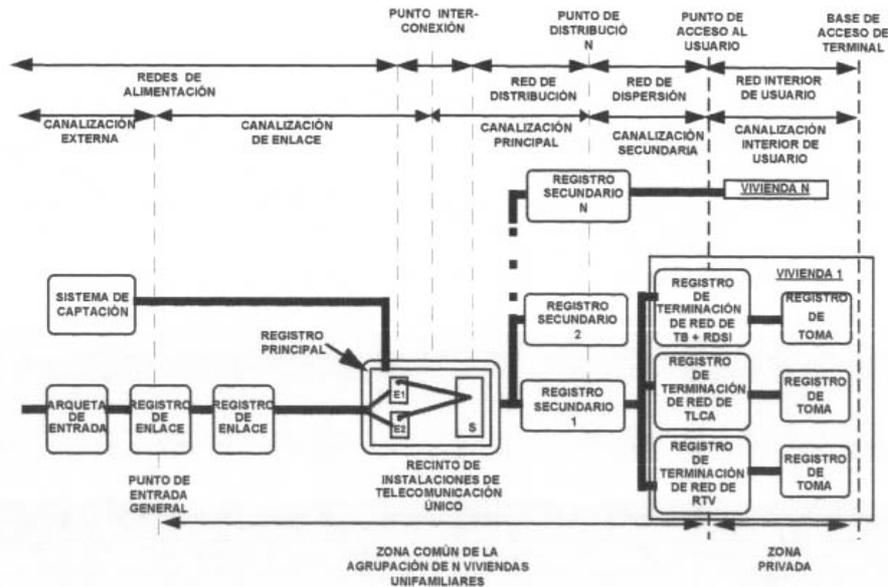


Figura 2. Esquema general de una ICT de viviendas unifamiliares

Como podemos observar, en nuestro caso solo existe un único recinto de instalaciones de telecomunicación, en el que se encuentra además el sistema de captación. Este recinto envía la señal mediante canalizaciones al registro secundario que se encuentra en cada vivienda unifamiliar.

Podemos decir, que este formato sigue una topología de distribución árbol-rama.

1.3.2 Canalizaciones

Las canalizaciones son las encargadas de conectar toda la red de distribución. Podemos encontrar varios tipos.

- Canalización Principal:

Conecta el Recinto de Instalación de Telecomunicaciones Inferior con el Superior, pasando a su vez por cada uno de los Registros Secundarios.

Son tubos de 50 mm de diámetro exterior y pared interior lisa.

- Canalización Secundaria:

Conecta el cada Registro Secundario con el Registro de Terminación de Red. Puede realizarse mediante tubos o canales.

- Canalización de Enlace
 - o Canalización de Enlace Inferior

Va del Registro de Enlace Inferior hasta el Recinto de Instalación de Telecomunicaciones Inferior.

- Canalización de Enlace Superior

Conexión entre las antenas o elementos de captación y el Recinto de Instalación de Telecomunicaciones Superior.

1.3.3 Recintos

Espacio en el que se encuentran los equipos y el sistema principal de Telecomunicaciones que se encarga de distribuir la señal. Deben tener una puerta de acceso metálica con apertura hacia el exterior, cerradura con llave común y ventilados correctamente.

- Recinto de Instalación de Telecomunicaciones Inferior (RITI)

Lugar donde se instalan los registros principales de cable de pares, cable de par trenzado, cable coaxial TBA y fibra óptica. Entrará la canalización de enlace inferior y saldrá la canalización de enlace principal.

Se sitúa en la parte inferior del edificio.

- Recinto de Infraestructura de Telecomunicaciones Superior (RITS)

En este espacio se alojan los elementos necesarios para la adaptación de las señales de RTV procedentes del sistema de captación. Se alojan también los elementos para posibilitar el traslado al RITI de las señales recibidas de SAFI y otros servicios.

Preferentemente se sitúa en la azotea o cubierta, nunca por debajo de la última planta del inmueble.

- Recinto de Instalación de Telecomunicaciones Único (RITU)

Específico para viviendas unifamiliares y conjuntos inmobiliarios de hasta tres alturas y planta baja, con un máximo de 10 PAU. Acumula la funcionalidad del RITI y RITS.

- Recinto de Instalación de Telecomunicaciones Modular

Se trata de RITI, RITS y/o RITU realizados mediante armarios de tipo modular. Específicos para conjuntos inmobiliarios de hasta 45 PAUs y viviendas unifamiliares de hasta 10 PAUs.

1.3.4 Registros

- Registro Secundario

Conecta la canalización principal con la canalización secundaria.

- Registro de terminación de red

Situado en el interior de la vivienda, une la canalización secundaria con la red del interior de usuario. Dentro podemos encontrar los PAU.

- Registro de Paso

Cuando el recorrido de la canalización es mayor de 15 metros se colocan estos registros con el fin de facilitar el mantenimiento de la red.

- Registro de Toma

Punto final de la canalización en la red de usuario.

1.3.5 Red

- Red de alimentación

Introduce los diferentes servicios hasta los recintos de telecomunicaciones.

En el caso de enlaces mediante cable, se introduce a través de la arqueta de entrada y canalización externa hasta llegar al RITU.

En el caso de enlace por medios radioeléctricos se introduce desde la cubierta o azotea mediante un elemento pasamuros hasta el RITS mediante la canalización principal hasta el RITU.

- Red de distribución

La forman los elementos que distribuyen los servicios por la canalización principal, partiendo de los recintos y termina en los diferentes registros secundarios.

- Red de dispersión

Conecta la red de distribución con la red interior de usuario.

- Red de interior de usuario

Conecta los Registros de Terminación de Red con las Tomas de usuario. Discurre por el interior de la vivienda o local.

1.3.6 Arqueta de entrada

Se trata del recinto que permite establecer la unión entre las redes de alimentación y la ICT del inmueble. Está situado en la zona exterior del inmueble. En ella confluyen las canalizaciones de los distintos operadores y la canalización externa de la ICT.

En ciertos casos existen conflictos, como que el ayuntamiento del municipio no permita la instalación de arquetas. Para ello, existen otras alternativas, como los registros de fachada o los pasamuros.

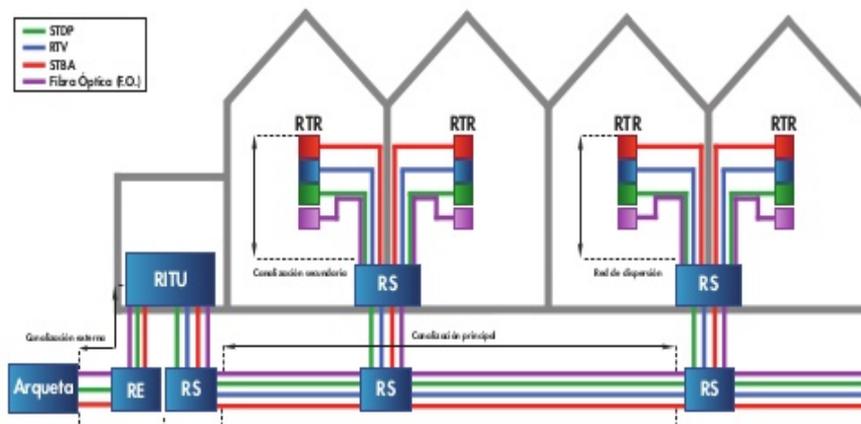


Figura 3. Esquema de canalizaciones, registros y recintos de una ICT de viviendas unifamiliares

2 PROYECTO TÉCNICO

Descripción	Proyecto técnico de una infraestructura común de telecomunicaciones de un conjunto de unifamiliares.		
	Nº plantas: 3	Nº viviendas: 4	Nº locales/oficinas: 0
Situación	Tipo de vía: -		Nombre de vía: -
	Localidad: Cullera		Provincia: Valencia
	Código postal: 46400		Coordenadas geográficas: -
Autor del proyecto	Andrea Ortiz-Villajos Gamón andreaortizvg@gmail.com Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación		
Fecha presentación	12 de septiembre de 2017		

Tabla 1. Ficha técnica del proyecto

2.1 MEMORIA

2.1.1 Datos Generales

2.1.1.1 Descripción del edificio

El proyecto consta de cuatro viviendas unifamiliares situadas en la montaña de Cullera, en la provincia de Valencia.

Vivienda	Planta	Superficie útil	Distribución	Estancias
Vivienda A1	Sótano	112,56 m ²	Ascensor Escalera Aparcamiento Gimnasio Baño Local sin uso	2
	Baja	63,10 m ²	Cocina Salón-Comedor Aseo Dormitorio 2 Terrazas	3
	Primera	40,89 m ²	2 Baños 2 Dormitorios Terraza	2
Vivienda B1	Sótano	72,57 m ²	Escalera Baño Aparcamiento Terraza con acceso a zona común	0
	Baja	61,69 m ²	Cocina	3

			Salón-Comedor Baño Dormitorio Terraza	
	Primera	40,89 m ²	2 Baños 2 Dormitorios Terraza	2
Vivienda B2	Sótano	72,57 m ²	Escalera Aparcamiento Terraza con acceso a zona común Baño	0
	Baja	61,89 m ²	Cocina Salón-Comedor Baño Dormitorio Terraza	3
	Primera	40,90 m ²	2 Baños 2 Dormitorios Terraza	2
Vivienda A2	Sótano	159,68 m ²	Escalera Aparcamiento Terraza Baño	0
	Baja	56,98 m ²	Cocina Salón-Comedor Baño Dormitorio Terraza	3
	Primera	41,43 m ²	2 Baños 2 Dormitorios Terraza	2

Tabla 2. Descripción de las viviendas

Para el diseño de la Infraestructura Común de Telecomunicaciones vamos a excluir los baños/aseos, patios y zonas de paso como los pasillos y escaleras.

2.1.1.2 Ley de Propiedad Horizontal

A la edificación de este Proyecto le es aplicable la Ley 49/1969 del 21 de julio de Propiedad Horizontal, modificada por la Ley 8/1999 del 6 de Abril.

2.1.1.3 Objeto del Proyecto Técnico

Cumplimiento del Real Decreto-ley 1/1.998 de 27 de Febrero sobre infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicación, para atender los servicios de televisión, telefonía y telecomunicaciones por cable y adaptación a los servicios de implantación futura.

Así como establecer las características que debe cumplir la instalación ICT, de acuerdo al Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones.

Para el cumplimiento de la ley vigente, la infraestructura común de telecomunicaciones debe cumplir las siguientes funciones:

Captación y adaptación de las señales digitales, terrestres, de radiodifusión sonora y televisión, y su distribución hasta puntos de conexión situados en las distintas partes del edificio, y la distribución de señales de radiodifusión sonora y televisión hasta los puntos de conexión dichos.

Proporcionar el acceso a los servicios de telefonía disponible al público (STDP) y a los servicios de telecomunicaciones de banda ancha prestado a través de redes públicas de comunicaciones electrónicas por operadores habilitados para el establecimiento y explotación de las mismas, mediante la infraestructura necesaria que permita la conexión de las distintas viviendas a las redes de los operadores habilitados.

La ICT está sustentada por la infraestructura de canalizaciones dimensionada según el Anexo III del Real Decreto 346/2011, que garantiza la posibilidad de incorporación de nuevos servicios que puedan surgir en un próximo futuro.

Se establece una plan de frecuencias para la distribución de las señales de televisión y radiodifusión terrestre no contempladas en la instalación inicial por los canales previstos. La aparición de la televisión digital conlleva al uso de las frecuencias 195.0 MHz a 223.0 MHz (C8 a C11, BIII) y 470.0 MHz a 862.0 MHz (C21 a C60, BIV y BV).

2.1.2 Elementos que constituyen la Infraestructura Común de Telecomunicación

2.1.2.1 Captación y distribución de radiodifusión sonora y televisión terrestre (RTV)

2.1.2.1.1 Consideraciones del diseño

Tras analizar el entorno electromagnético en la zona donde se ubica el conjunto de unifamiliares y realizar las medidas de campo necesarias, se han evaluado los niveles de campo que, en la situación actual pueden considerarse como incidentes sobre las antenas. Éstas se han seleccionado para obtener, a su salida, un adecuado nivel de señal de las distintas emisiones del servicio.

Los canales serán amplificados en cabecera mediante amplificadores monocanales con objeto de evitar la intermodulación entre ellos. Su figura de ruido, ganancia y nivel máximo de salida se han seleccionado para garantizar en las tomas de usuarios los niveles de calidad exigidos por el Real Decreto 346/2011.

Las redes de distribución y dispersión se han diseñado para obtener el mayor equilibrio posible entre las distintas tomas de usuario con los elementos de red establecidos en el correspondiente apartado del pliego de condiciones.

Siguiendo lo establecido en el Anexo I del Real Decreto 346/2011 las redes de TV se han diseñado con una estructura en estrella colocando a la salida del PAU un distribuidor de tantas vías como estancias (sin incluir baños y trasteros) existen en la vivienda.

La promoción no presenta ningún tipo de local.

Puesto que se trata de 4 viviendas unifamiliares, se construirá una caseta de obra al lado de la piscina que actuará como R.I.T.U., y donde a la vez se colocarán las antenas en la parte superior de esta.

2.1.2.1.2 Señales de Radiodifusión Sonora y Televisión Terrestre que se reciben en el emplazamiento de las antenas receptoras

En el emplazamiento de las antenas se reciben los programas, indicados a continuación, procedentes todos ellos de entidades con título habilitante. En función del nivel de señal medido en la zona de emplazamiento del edificio objeto de Proyecto, para los programas terrestres que se reciben en el citado emplazamiento y aplicando las correcciones oportunas y la ganancia de las antenas seleccionadas se prevén unos valores de señal de entrada a los canales a distribuir reflejados en la tabla siguiente.

Denominación	Canal	Frecuencia (MHz)	Señal (dBuV)
CANAL NACIONAL (RGE2)	22	Frecuencia central: 482 MHz	50
CANAL NACIONAL (MPE4)	28	Frecuencia central: 530 MHz	50
CANAL NACIONAL (MPE5)	33	Frecuencia central: 570 MHz	50
CANAL NACIONAL (MPE2)	40	Frecuencia central: 626 MHz	50
CANAL NACIONAL (MPE3)	43	Frecuencia central: 650 MHz	50
CANAL LOCAL	44	Frecuencia central: 658 MHz	50
CANAL NACIONAL (MPE1)	46	Frecuencia central: 674 MHz	50
CANAL AUTONÓMICO	57	Frecuencia central: 762 MHz	50
CANAL NACIONAL (RGE1)	58	Frecuencia central: 810 MHz	50
FM	Canales en la banda 87,5 a 108		70(valor típico)
DAB	Canales en la banda 195 a 223 (canales 8-11)		58(valor típico)

Tabla 3. Canales y programas que se reciben

El repetidor más cercano a la ubicación se encuentra entre Xeresa y Gandía, más concretamente en la cima de la Sierra de Mondúver. La distancia aproximada entre el repetidor y el conjunto de unifamiliares es de 19.57 km.

	Latitud	Longitud
Repetidor Mondúver	39° 00' 33'' N	0° 15' 59,74'' O

Tabla 4. Descripción del repetidor

2.1.2.1.3 Selección del emplazamiento y parámetros de las antenas receptoras

Las antenas para la recepción de las señales de los servicios de radiodifusión terrestre se instalarán sobre el tejado de la caseta de obra habilitada para el sistema de telecomunicaciones, tal como se indica en el correspondiente plano.

La correcta recepción de las señales, en nuestro caso, como se trata de una edificación en la montaña y, además, la caseta de obra destinada al sistema de telecomunicación está ubicada de forma que existe visión directa con el repetidor más cercano, colocaremos el mástil sobre el nivel del tejado de dicha caseta. Al objeto de poder colocar los elementos captadores en la posición adecuada, se utilizará el conjunto soporte formado por un mástil de 1,45 metros que soportará las antenas.

Consideraremos que las antenas, por estar en una ubicación en la montaña, están a más de 20 metros del nivel del suelo, por lo que los valores para la carga del viento están referidos a una presión de viento de 1080 N/m², lo que equivale a una velocidad del viento de 150 km/h.

Se utilizarán dos antenas, una para la recepción de radio FM y otra para la Televisión Digital Terrestre, cuyos parámetros básicos se indican a continuación y cuyas especificaciones completas se recogen en el pliego de condiciones.

Servicio	FM-Radio	COFDM-TV (UHF)
Tipo	Omnidireccional	Directiva
Ganancia	1 dB	>19 dB (UHF)
Carga al viento	<37 Newtons	<141 Newtons

Tabla 5. Descripción de las antenas receptoras RTV

2.1.2.1.4 Cálculo de los soportes para la instalación de las antenas receptoras

Teniendo en cuenta que el sistema portante estará situado a más de 20 metros del suelo, los cálculos para definir la misma se han realizado para velocidades de viento de 150km/h.

Las dos antenas, de FM y UHF, se colocarán en un mástil de 1,45 metros que se fijará en dos soportes en escuadra.

En la parte más elevada del mástil se fijará la antena con la menor carga de viento, FM, y en la parte inferior, la antena con menor carga de viento, UHF. Con una separación entre ellas de un metro.

	Longitud	Diámetro	Espesor
Mástil	1,45 m	35 mm	1,5 mm

Tabla 6. Soporte de la instalación de las antenas receptoras

2.1.2.1.5 Plan de frecuencias

Se establece un plan de frecuencias a partir de las frecuencias utilizadas por las señales que se reciben en el emplazamiento de las antenas.

Banda I (VHF)	47-110 MHz
Banda II (VHF)	87-110 MHz
Banda S baja	121,75-170,5 MHz
Banda III (VHF)	174-230 MHz

Banda S alta	233,5-296,5 MHz
HiperBanda	306-442 MHz
Banda IV (UHF)	470-606 MHz
Banda V (UHF)	606-862 MHz

Tabla 7. Bandas de frecuencia

En este caso, las bandas de frecuencia serían las siguientes:

	Banda III	Banda IV	Banda V
Canales ocupados	8, 9, 10, 11	22, 28, 33	40, 43, 44, 46, 57, 58
Canales interferentes	No hay	No hay	No hay

Tabla 8. Bandas de frecuencia usadas

Con las restricciones técnicas a que está sujeta la distribución de canales, resulta el siguiente cuadro de plan de frecuencias:

	Canales Utilizados	Canales Utilizables	Servicio Recomendado
Banda I	No utilizada		
Banda II			FM Radio
Banda S (alta y baja)			
Banda III	8, 9, 10 y 11	5, 6, 7 y 12	Radio Digital Terrestre (DAB)
Hiperbanda			
Banda IV	22, 28 y 33	Todos menos 22, 28 y 33	Televisión Digital Terrestre (TDT)
Banda V	40, 43, 44, 46, 57 y 58	Todos menos 40, 43, 44, 46, 57 y 58	Televisión Digital Terrestre (TDT)
950-1446 MHz		Todos	TV satélite A/D (FI)
1452-1492 MHz		Todos	Radio DAB satélite
1494-2150 MHz		Todos	TV satélite A/D (FI)

Tabla 9. Canales utilizados y utilizables

2.1.2.1.6 Número de tomas

Según el apartado 3.5.1. del Real Decreto 346/2011, para el caso de viviendas, el número de tomas será de una por cada estancia, excluidos baños y trasteros, con un mínimo de dos. Permitiendo la conexión a la red de los equipos de usuario para acceder a los diferentes servicios que esta proporciona.

	Número de estancias/viviendas			Numero de tomas		
	Sótano	Planta Baja	Primera Planta	Sótano	Planta Baja	Primera Planta
Vivienda A1	2	3	2	2	3	2
Vivienda B1	0	3	2	0	3	2
Vivienda B2	0	3	2	0	3	2
Vivienda A2	0	3	2	0	3	2

TOTAL	2	12	8	2	12	8
-------	---	----	---	---	----	---

Tabla 10. Reparto de tomas

Por lo que se refiere al sótano de la vivienda A1, se instalarán dos tomas debido a la existencia de un gimnasio y un local privado que el propietario puede destinar a multiuso.

Por tanto, el número total de tomas será de 22 en viviendas y 0 tomas en locales comerciales, ya que no existen.

En cuanto a las zonas comunes del complejo unifamiliar, no habrán tomas, ya que en este caso la zona común es la de la piscina, que no podemos considerarla una estancia.

2.1.2.1.7 Cálculo de los parámetros básicos de la instalación

2.1.2.1.7.1 Número de Repartidores, Derivadores, PAU y sus características, así como las de los cables utilizados

- Derivadores

Los derivadores son componentes pasivos que se intercalan en una instalación de televisión para, por una parte, compensar las pérdidas de la señal y, por otra, equilibrar las señales que recibe cada usuario.

Se colocarán dos derivadores por cada Registro Secundario y, en nuestro caso, será cada uno de 2 salidas.

	Tipo	Número de salidas	Pérdidas de derivación	Pérdidas de paso
Sótano	Tipo A	2	16 dB	1 dB
Planta Baja	-	-	-	-
Primer Piso	-	-	-	-

Tabla 11. Derivador utilizado

- PAU

Las redes de dispersión comienzan y acaban en los derivadores de cada registro secundario y terminan en los PAU de cada vivienda. En total se instalarán 4 PAUs, que equivale a un PAU por vivienda.

- Repartidores interiores de viviendas

En cada vivienda se colocará, a la salida del PAU, un distribuidor. Para la vivienda A1 será un distribuidor de 8 salidas, mientras que para el resto de viviendas será de 6 salidas. A dichas salidas se conectarán los cables de la red interior de usuario correspondientes a cada estancia y una carga de 50 ohmios en las salidas que no se utilizan.

- Cables

Se utilizará un cable de 7 mm de diámetro exterior que deberá cumplir la norma UNE-EN 50117-2-4. Sus características se especifican en el Pliego de Condiciones.

- Tomas

En la vivienda A1 el número de tomas es de 7, mientras que en el resto 5. La única zona común en la edificación no constará de tomas, ya que no se trata de una estancia. Las características técnicas específicas de todos estos elementos se incluyen en el Pliego de Condiciones.

2.1.3 Cálculo de la atenuación desde la salida de los amplificadores de cabecera hasta las tomas de usuario, en la banda de 50 MHz – 860MHz

En la siguiente tabla se indican los valores calculados de la atenuación a las frecuencias extremas de la banda, desde la salida de los amplificadores hasta las tomas, de las diferentes viviendas. Las características de los elementos pasivos se muestran en el Pliego de Condiciones.

Vivienda	Planta	Toma	Distancia hacia la cabecera (m)	Atenuación	
				50 MHz	860 MHz
Vivienda A2	Sótano	-			
		-			
	Planta Baja	1 (cocina)	31,36	28,754	32,706
		2 (salón)	32,76	28,810	32,938
		3 (dormitorio)	34,86	28,894	33,287
	Primer Piso	4 (dormitorio)	32,43	28,797	32,883
5 (dormitorio)		32,25	28,790	32,854	
Vivienda B2	Sótano	-			
		-			
	Planta Baja	6 (cocina)	31,36	28,754	32,706
		7 (salón)	32,76	28,810	32,938
		8 (dormitorio)	34,86	28,894	33,287
	Primer Piso	9 (dormitorio)	32,43	28,797	32,883
10 (dormitorio)		32,25	28,790	32,854	
Vivienda B1	Sótano	-			
		-			
	Planta Baja	11 (cocina)	47,64	29,406	35,408
		12 (salón)	49,84	29,494	35,773
		13 (dormitorio)	52,24	29,590	36,172
	Primer Piso	14 (dormitorio)	49,84	29,494	35,773
15 (dormitorio)		49,63	29,485	35,739	
Vivienda A1	Sótano	16 (gimnasio)	45,14	34,306	34,306
		17 (local multiusos)	49,79	34,492	34,492
	Planta Baja	18 (cocina)	47,64	34,406	34,406
		19 (salón)	49,84	34,494	34,494
		20 (dormitorio)	52,24	34,590	34,590
	Primer Piso	21 (dormitorio)	49,84	34,494	34,494
22 (dormitorio)		49,63	34,485	34,485	

Tabla 12. Atenuación desde la salida de los amplificadores de cabecera hasta las tomas de usuario, en la banda de 50 MHz – 860MHz

Los cálculos obtenidos en esta tabla se obtienen de la siguiente expresión:

$$Atenuación = (d * \alpha_{cable}) + \alpha_{distribuidor} + \alpha_{toma} + \alpha_{mezclador} + \alpha_{derivador}$$

La mejor toma será aquella de menor atenuación en los 50 MHz, mientras que la peor toma será la que mayor atenuación tenga en los 860 MHz. Por tanto, se obtiene lo siguiente.

	Mejor Toma (dB)	Peor Toma (dB)
50 MHz	28,754	34,590
860 MHz	32,287	36,172

Tabla 13. Mejor y peor toma de la atenuación desde la salida de los amplificadores de cabecera hasta las tomas de usuario, en la banda de 50 MHz – 860MHz

Por tanto, la atenuación en cada una de las tomas estará comprendida entre 28,754 dB y 36,172 dB.

2.1.3.1 Respuesta Amplitud-Frecuencia (Variación máxima de la atenuación desde la salida de la cabecera hasta la toma de usuario en el mejor y peor caso)

Para obtener el resultado de la respuesta Amplitud-Frecuencia, procederemos primero a calcular el rizado de la señal, tanto en la mejor toma como en la peor. Como marca el Real Decreto 346/2011, este deberá ser inferior a 16 dB.

El rizado total vendrá dado por la siguiente expresión:

$$Rizado_{TOTAL} = Rizado_{cable}(dB) + 2 \cdot Rizado_{componentes}(dB) < 16 \text{ dB}$$

En primer lugar, obtendremos el rizado del cable. Esto lo podemos calcular con la diferencia en los 50 MHz y 860 MHz de la longitud del cable multiplicado por su atenuación, en la mejor y peor toma, tal y como se muestra a continuación.

- Para la peor toma:

$$Rizado_{cable} = L_{cable}(m) \cdot \alpha_{cable}(860 \text{ MHz}) - L_{cable}(m) \cdot \alpha_{cable}(50 \text{ MHz})$$

$$Rizado_{cable} = 52,24 \cdot 0,166 - 52,24 \cdot 0,04 = 6,58 \text{ dB}$$

- Para la mejor toma:

$$Rizado_{cable} = L_{cable}(m) \cdot \alpha_{cable}(860 \text{ MHz}) - L_{cable}(m) \cdot \alpha_{cable}(50 \text{ MHz})$$

$$Rizado_{cable} = 31,36 \cdot 0,166 - 31,36 \cdot 0,04 = 3,95 \text{ dB}$$

Por tanto, los rizados en toda la banda producidos por el cable en la toma con menor y mayor atenuación son de 3,95 dB y 6,58 dB.

En cuanto al rizado introducido por los componentes, se considerarán los datos mostrados en la siguiente tabla:

	Rizado (dB)
Toma	0,5
Repartidor	0,3
Derivador	0,7
Mezclador	0,5

TOTAL	2
--------------	---

Tabla 14. Rizado de los elementos

Por tanto, el rizado total será el siguiente.

- Para la peor toma:

$$Rizado_{TOTAL} = 6,58 + (2 \cdot 2) = 10,58 \text{ dB}$$

- Para la mejor toma:

$$Rizado_{TOTAL} = 3,95 + (2 \cdot 2) = 7,95 \text{ dB}$$

Lo que muestra que la respuesta Amplitud-Frecuencia de la red RTV en la banda de 50 MHz a 860 MHz cumple con lo establecido en el Real Decreto 346/2011, ya que el valor del rizado es inferior a 16 dB en ambos casos.

$$Rizado_{TOTAL} < 16 \text{ dB}$$

	Mejor Toma	Peor Toma
<i>Rizado_{cable}</i>	3,95 dB	6,58 dB
<i>Rizado_{componentes}</i>	2 dB	2 dB
Atenuación a 50 MHz	28,754 dB	34,590 dB
Atenuación a 860 MHz	32,287 dB	36,172 dB
<i>Rizado_{TOTAL}</i>	7,95 dB	10,58 dB

Tabla 15. Rizado de los elementos en la mejor y peor toma

La variación Amplitud-Frecuencia será inferior a $|3| \text{ dB}$ en cualquier canal y nunca superará los $|0,5| \text{ dB/MHz}$.

2.1.3.2 Amplificadores necesarios (Número, situación en la red y tensión máxima de salida)

En el cálculo de la estimación de la ganancia que debe tener el amplificador debemos tener en cuenta el nivel de señal a la salida de la cabecera.

Como marca el Real Decreto 346/2011, para Televisión Digital Terrestre, se necesitan en toma niveles de entre 47 y 70 dBuV.

Por ello, el nivel de señal máxima a la salida de la cabecera vendrá dado por el nivel de señal máximo para TDT (70 dBuV) más la atenuación mínima. Por otra parte, el nivel de señal mínimo a la salida será el nivel de señal mínimo para TDT (47 dBuV) más la atenuación máxima.

$$S_{m\acute{a}x_cabecera} = S_{m\acute{a}x} + A_{m\acute{i}n} = 70 + 28,754 = 98,754 \text{ dBuV}$$

$$S_{m\acute{i}n_cabecera} = S_{m\acute{i}n} + A_{m\acute{a}x} = 47 + 36,172 = 83,172 \text{ dBuV}$$

Por tanto:

- Para asegurar que lleguen 47 dBuV de señal a la peor toma, debe haber un nivel de señal de 83,172 dBuV como mínimo a la salida de la cabecera.

- Para asegurar que lleguen 70 dBuV de señal a la mejor toma, debe haber un máximo de nivel de señal de 98,754 dBuV.

Se usará un amplificador con un nivel de salida de 110 dBuV para una S/I = 35 dB, que se ajustará para obtener un nivel de salida de 91 dBuV, la media entre el nivel de salida de cabecera máximo y mínimo, y así satisfacer lo establecido por el Real Decreto 346/2011 de un mínimo de 47 dBuV en la peor toma y un máximo de 70 dBuV en la mejor toma.

Si una vez realizada la instalación, por el rizado en la respuesta de los elementos de red, resultase un nivel inferior a 50 dBuV para TV Digital Terrestre, se subirá la salida de los amplificadores correspondientes (aumentando su ganancia) hasta obtener este valor, sin superar nunca los valores máximos especificados.

Por otra parte, para FM, los niveles establecidos por el Real Decreto son un mínimo de 47 dBuV y un máximo de 70 dBuV. Para el cálculo de estos valores, usaremos el valor de la atenuación del cable coaxial en 100 MHz:

$$\alpha_{cable}(100 \text{ MHz}) = 0,056 \text{ dB}$$

Se estimará la atenuación en la mejor y peor toma, como se ha hecho para TDT.

Vivienda	Planta	Toma	Distancia hacia la cabecera (m)	Atenuación
				100 MHz
Vivienda A2	Sótano	-		
		-		
	Planta Baja	1 (cocina)	31,36	29,256
		2 (salón)	32,76	29,335
		3 (dormitorio)	34,86	29,452
	Primer Piso	4 (dormitorio)	32,43	29,316
5 (dormitorio)		32,25	29,306	
Vivienda B2	Sótano	-		
		-		
	Planta Baja	6 (cocina)	31,36	29,256
		7 (salón)	32,76	29,335
		8 (dormitorio)	34,86	29,452
	Primer Piso	9 (dormitorio)	32,43	29,316
10 (dormitorio)		32,25	29,306	
Vivienda B1	Sótano	-		
		-		
	Planta Baja	11 (cocina)	47,64	30,168
		12 (salón)	49,84	30,291
		13 (dormitorio)	52,24	30,425
Primer Piso	14 (dormitorio)	49,84	30,291	

		15 (dormitorio)	49,63	30,279
Vivienda A1	Sótano	16 (gimnasio)	45,14	35,028
		17 (local multiusos)	49,79	35,288
		18 (cocina)	47,64	35,168
	Planta Baja	19 (salón)	49,84	35,291
		20 (dormitorio)	52,24	35,425
		21(dormitorio)	49,84	35,291
	Primer Piso	22 (dormitorio)	49,63	35,279

Tabla 16. Atenuación del cable coaxial

Por lo que resulta:

	Mejor Toma	Peor Toma
Atenuación 100 MHz	29,256	35,425

Tabla 17. Atenuación del cable coaxial en la mejor y peor toma

Para obtener el nivel de señal a la salida de la cabecera, procederemos a los mismos cálculos empleados para TDT, pero con la atenuación obtenida para FM.

$$S_{\text{máx_cabeceraFM}} = S_{\text{máx}} + A_{\text{minFM}} = 70 + 29,256 = 99,256 \text{ dBuV}$$

$$S_{\text{mín_cabeceraFM}} = S_{\text{mín}} + A_{\text{máxFM}} = 47 + 35,425 = 82,425 \text{ dBuV}$$

Por tanto:

- Para asegurar que lleguen 47 dBuV de señal a la peor toma, debe haber un nivel de señal de 82,425 dBuV como mínimo a la salida de la cabecera.
- Para asegurar que lleguen 70 dBuV de señal a la mejor toma, debe haber un máximo de nivel de señal de 99,256 dBuV.

Por tanto, el amplificador que de el servicio de radiodifusión en FM se ajustará para obtener un nivel de salida de 91 dBuV, que es la media entre el nivel máximo y mínimo de la señal de cabecera en FM.

2.1.3.3 Niveles de señal en toma de usuario en el mejor y peor caso

El nivel de señal en toma de usuario para TDT en el mejor y peor caso se obtiene restandole a la señal de salida de la cabecera la atenuación máxima y mínima para la peor y mejor toma, respectivamente.

$$S_{\text{toma_min}} = S_{\text{cabeceraTDT}} - A_{\text{max}} = 91 - 36,172 = 54,828 \text{ dBuV}$$

$$S_{\text{toma_max}} = S_{\text{cabeceraTDT}} - A_{\text{min}} = 91 - 28,754 = 62,246 \text{ dBuV}$$

Como podemos observar, se cumple lo valores se encuentran comprendidos entre 47 dBuV y 70 dBuV, como así lo establece el Real Decreto 346/2011.

Nivel de señal de prueba en el mejor caso	Nivel de señal de prueba en el peor caso
54,828 dBuV	62,246 dBuV

Tabla 18. Nivel de señal de prueba en el mejor y peor caso

2.1.3.4 Relación señal/ruido en la peor toma

Para el cálculo de la relación señal/ruido en la peor toma de la edificación unifamiliar, usaremos la banda de 860 MHz.

En TDT, la relación señal a ruido que establece el Real Decreto 346/2011 debe ser mayor de 25 dB, obteniendo lo siguiente:

$$\frac{S}{N_{TDT}} \text{ (dB)} = S_{ANTENA}(\text{dB}\mu\text{V}) - F(\text{dB}) - \text{Rizado}_{\text{cable(peor toma)}} > 25 \text{ dB}$$

Donde:

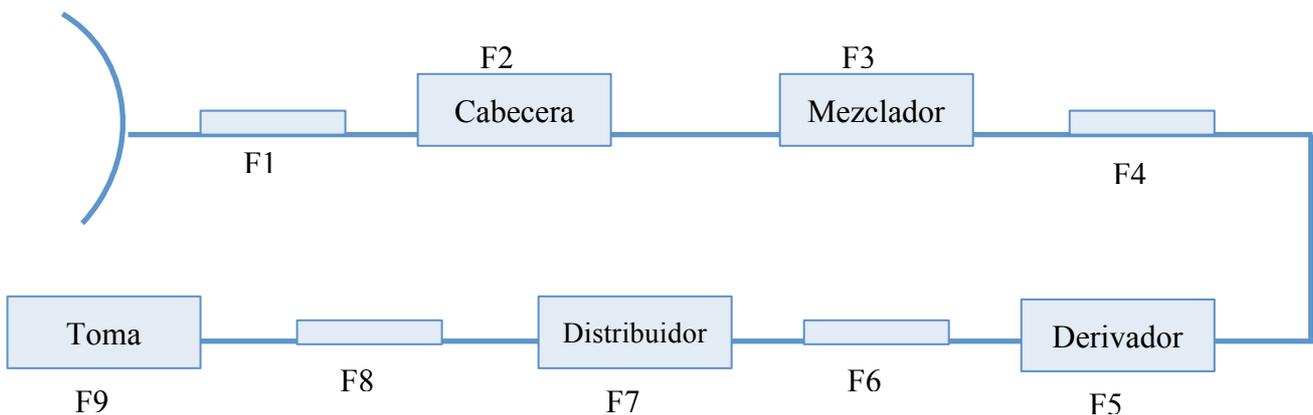
- S_{ANTENA} es el nivel de salida de la antena, en este caso será de 50 dBuV.
- F el factor de ruido.
- $\text{Rizado}_{\text{cable(peor toma)}}$ será el rizado del cable calculado anteriormente para la peor toma en la banda de 860 MHz.

El factor de ruido es la degradación de la relación señal/ruido provocada por el dispositivo cuando el ruido en su entrada es el que corresponde a la temperatura estándar T_0 , que en este caso es 290 K. Definiremos el factor de ruido F como:

$$F = \alpha \cdot l$$

Donde α es la atenuación y l la longitud. Para el caso de los elementos pasivos, F será directamente las pérdidas de los mismos.

En el siguiente dibujo se muestra el esquema de la línea de transmisión.



Debemos tener en cuenta las distancias que hay entre cada dispositivo y tomamos la atenuación del cable coaxial como 0,166 dB/m.

En la siguiente tabla observamos el resultado de cada factor de ruido:

	Distancia (m)	Factor de ruido (dB)
F1	0,5	0,083
F2	-	5
F3	-	5,5
F4	37,3877	6,206
F5	-	16
F6	2,7	0,448
F7	-	9
F8	9,1	1,51
F9	-	2

Tabla 19. Descripción de la línea de transmisión

Para obtener el resultado total del factor de ruido en la línea de transmisión, usaremos la fórmula de Friis para cuádrupolos en cascada, que se define como:

$$F = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \dots + \frac{F_n - 1}{G_1 \cdot G_{n-1}}$$

Donde:

$$G_1 = \frac{1}{F_1}$$

Por tanto tenemos que:

$$F(\text{lineal}) = 10^{\frac{0,083}{10}} + \frac{10^{\frac{5}{10}} - 1}{\frac{1}{10^{\frac{0,083}{10}}}} + \dots$$

$$+ \frac{10^{\frac{2}{10}} - 1}{\frac{1}{10^{\frac{0,083}{10}}} \cdot \frac{1}{10^{\frac{5}{10}}} \cdot \frac{1}{10^{\frac{5,5}{10}}} \cdot \frac{1}{10^{\frac{6,2}{10}}} \cdot \frac{1}{10^{\frac{16}{10}}} \cdot \frac{1}{10^{\frac{0,448}{10}}} \cdot \frac{1}{10^{\frac{9}{10}}} \cdot \frac{1}{10^{\frac{1,51}{10}}}} = 5,04$$

$$F(\text{dB}) = 10 \log(5,04) = 7,03 \text{ dB}$$

Por consiguiente:

$$\frac{S}{N_{TDT}} (\text{dB}) = 50 - 7,03 - 3,95 = 39,01 \text{ dB} > 25 \text{ dB}$$

Por tanto podemos afirmar que se cumple con lo establecido en el Real Decreto 346/2011, y la relación señal/ruido para TDT es mayor de 25 dB.

Para radio FM, esta instalación garantiza ampliamente una relación señal/ruido mayor de 38 dB para las señales FM-radio que llegan a la antena omnidireccional.

2.1.3.5 Productos de Intermodulación

Podemos estimar una aproximación de la intermodulación de una señal TDT mediante la siguiente expresión:

$$\left(\frac{S}{I}\right)_{\text{samp}} (\text{dB}) = \left(\frac{S}{I}\right)_{\text{max}} (\text{dB}) + 2 \cdot (S_{\text{max}}(\text{dBuV}) + S_{\text{amp}}(\text{dBuV}) - 7,5 \log(N - 1))$$

$$= 35 \text{ dB} + 2 \cdot (117 \text{ dBuV}) - 91 \text{ dBuV} - 7,5 \log(7 - 1) = 75,33 \text{ dB}$$

En esta expresión, se definen los términos:

- $\left(\frac{S}{I}\right)_{\text{max}}$, que es la relación señal/intermodulación de tercer orden del amplificador para el nivel de salida máximo del amplificador, definido anteriormente.
- S_{max} , se refiere al nivel de salida máximo del amplificador.
- S_{amp} , nivel de salida del amplificador, calculado anteriormente.
- N , número de canales que procesa el amplificador.

2.1.4 Descripción de los elementos que componen la instalación

2.1.4.1 Sistemas captadores

Los sistemas captadores usados para esta instalación presentan las siguientes características.

Para FM:

- 1 Antena Omnidireccional.

Para UHF:

- 1 Antena Directiva con una ganancia $G > 17$ dB.

Como soporte de los dispositivos de captación:

- Mástil de 1,5 metros donde se colocarán las dos antenas de FM y UHF, que se colocará anclado a la superficie de la caseta de obra del sistema de telecomunicaciones.

2.1.4.2 Amplificadores

AMPLIFICADORES	Ya que el número de tomas totales es menor a 30, como amplificador vamos a utilizar un elemento de cabecera de banda ancha de tres entradas, UHF, DAB y FM, y una salida. Además se puede ajustar la Ganancia y controlar la atenuación.
----------------	--

2.1.4.3 Mezcladores

MEZCLADORES	Doble mezclador de FI para mezcla de TVSAT. Dispone de 3 entradas (FI 1+MATV,F2) y dos salidas (FI 1+MATV, FI 2+MATV). Esto permitirá la instalación de dos antenas de satélite.
-------------	--

2.1.4.4 Distribuidores, derivadores, PAUs y tomas

Distribuidores			Derivadores		
Cantidad	Entradas	Salidas	Cantidad	Entradas	Salidas
3	1	5	4	1	2
1	1	7			

Tabla 20. Distribuidores y derivadores

Tomas TV	PAU
Cantidad	Cantidad
22	4

Tabla 21. PAUs y tomas

2.1.4.5 Cables

Cables

Tipo	Longitud Total (m)
1	921,50

Tabla 22. Cable coaxial

2.2 TVSAT: Distribución de radiodifusión sonora y televisión por satélite

2.2.1 Selección de emplazamiento y parámetros de las antenas receptoras de la señal de satélite

Inicialmente no está prevista la incorporación de las señales de satélite a la ICT. Sin embargo, en este proyecto vamos a incorporar la captación y distribución de estas. Por lo que se instalarán dos antenas parabólicas con la orientación adecuada para captar los canales provenientes del satélite Astra e Hispasat, respectivamente.

El emplazamiento previsto para ubicar las mismas queda reflejado en el plano de cubierta. Se ha comprobado la ausencia de obstáculos que puedan provocar obstrucción de la señal en ambos casos.

Para el cálculo de la orientación de las antenas satélites vamos a tener en cuenta los siguientes datos:

	Hispasat 1D/1E	Astra
Orientación	30.0° O	19,2° E

Tabla 23. Posición satélites

Con estos datos calcularemos tanto el Acimut, que es el ángulo que forma el meridiano con el círculo vertical que pasa por un punto de la esfera celeste o globo terráqueo, es decir, la posición del plato en plano horizontal respecto del norte, y la elevación, inclinación en la que llega el haz de señal del satélite hasta nuestra parabólica. Se calcula mediante las siguientes expresiones:

- Acimut

$$\alpha = 180^\circ + \arctg\left(\frac{\tan(\phi)}{\text{sen}(\theta)}\right)$$

- Elevación

$$\gamma = \arctg\left(\frac{\cos(\beta) - \rho}{\text{sen}(\beta)}\right)$$

La orientación de cada una de las antenas será la siguiente:

	Azimut	Elevación
Astra	150,79°	40,07°
Hispasat	222,16°	35°

Tabla 24. Orientación satélites

2.2.2 Cálculo del diámetro de antena para Hispasat

Para la región en la que se requiere el proyecto, la cobertura del satélite Hispasat tiene un PIRE de 52 dBW. Se asegurará una calidad al usuario de 17 dB. Se trabajará con una frecuencia de 12 GHz, y un ancho de banda de 36 MHz. Supondremos el valor típico de eficiencia de 0,7 para la antena.

Se elegirá un conversor comercial LNB con las siguientes características:

- Figura de ruido: 0,3 dB
- Ganancia: 58 dB

Para calcular el diámetro de la antena satélite partiremos de la siguiente expresión:

$$d(m) = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{G}{\eta}}$$

Debemos calcular la longitud de onda y G, ganancia mínima de la antena.

En primer lugar, calcularemos lambda de la siguiente forma:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{12 \cdot 10^8} = 0,025 \text{ m}$$

Donde c es la velocidad de la luz y f la frecuencia a la que trabaja la antena.

Por otra parte, la Ganancia mínima de la antena la obtendremos de la siguiente forma:

$$G_{min}(dB) = \frac{C}{N}(dB) - PIRE(dBW) - 20 \log\left(\frac{\lambda}{4\pi D}\right) + 10 \log(kTB) + A(dB)$$

Donde:

- $T = T_a + T_o(F_{sis} - 1)$
- k es la constante de Boltzman, $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{W}{Hz} \cdot K$
- A se debe a la atenuación debida a las condiciones atmosféricas, A=1,8 dB.
- D es la distancia hasta el satélite.

En primer lugar calcularemos la temperatura de ruido, en la que podemos aproximar la figura de ruido total por la figura de ruido del conversor:

$$T = T_a + T_o(F_c - 1) = 35 + 290 \left(10^{\frac{0,3}{10}} - 1\right) = 55,74 \text{ K}$$

Para el cálculo de la Distancia hasta el satélite usaremos la siguiente expresión:

$$D(km) = \text{lorb} \sqrt{(1 + 0,42(1 - \cos\alpha))}$$

Donde,

- *lorb*, es la longitud de la orbita geoestacionaria (35786 km)
- $\alpha = \arccos(\cos(\text{latitud}_{ant}) \cdot \cos(\text{Long}_{ant} - \text{Long}_{sat})) = 47,71^\circ$

Por consiguiente:

$$D(km) = 35786 \sqrt{(1 + 0,42(1 - \cos(47,71)))} = 38165,725 \text{ km}$$

Podemos calcular la Ganancia mínima del satélite:

$$G_{min}(dB) = 17 \text{ dB} - 52 \text{ dBW} - 20 \log\left(\frac{0,025}{4\pi \cdot 38165,725 \cdot 10^3}\right) + 10 \log(1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 55,74 \cdot 36 \cdot 10^6) + 1,8(dB) = 36,88 \text{ dB}$$

Y con ello, el diámetro mínimo de la antena:

$$d(m) = \frac{0,025}{\pi} \sqrt{\frac{10^{\frac{36,88}{10}}}{0,7}} = 0,66$$

Lo que se aproxima a una antena de 75 cm de diámetro. Que al calcular el factor de calidad:

$$\frac{G}{T} (dB) = G_{min} - 10 \log T = 36,88 - 10 \log(55,74) = 19,41 \text{ dB}$$

Cumple con lo recomendado por la UIT, ya que es mayor que 11 dB.

2.2.3 Cálculo del diámetro de antena para Astra

Para la región en la que se requiere el proyecto, la cobertura del satélite Astra tiene un PIRE de 50 dBW.

El resto de datos serán los mismos que para los cálculos de la antena para Hispasat. Por ello, procederemos directamente a calcular la distancia D del satélite a la antena:

$$\begin{aligned} \alpha &= \arccos(\cos(\text{latitud}_{ant}) \cdot \cos(\text{Long}_{ant} - \text{Long}_{sat})) \\ &= \arccos(\cos(39,18) \cdot \cos(-0,225 + 19,2)) = 42,85^\circ \end{aligned}$$

$$D(km) = 35786 \sqrt{(1 + 0,42(1 - \cos(42,85)))} = 37738,24 \text{ km}$$

La ganancia G mínima de la antena es:

$$\begin{aligned} G_{min}(dB) &= 17 \text{ dB} - 50 \text{ dBW} - 20 \log \left(\frac{0,025}{4\pi \cdot 37738,24 \cdot 10^3} \right) \\ &\quad + 10 \log(1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 55,74 \cdot 36 \cdot 10^6) + 1,8(dB) = 38,78 \text{ dB} \end{aligned}$$

Y por consiguiente:

$$d(m) = \frac{0,025}{\pi} \sqrt{\frac{10^{\frac{38,78}{10}}}{0,7}} = 0,82$$

Lo que se aproxima a una antena de 85 cm de diámetro. Que al calcular el factor de calidad:

$$\frac{G}{T} (dB) = G_{min} - 10 \log T = 38,784 - 10 \log(55,74) = 21,32 \text{ dB}$$

Cumple con lo recomendado por la UIT, ya que es mayor que 11 dB.

2.2.4 Cálculo de los soportes para la instalación de las antenas satélite

Como el sistema de captación se encuentra a más de 20 metros sobre el suelo, al tratarse de una edificación en la montaña de Cullera, los cálculos que se van a proceder serán basados en velocidades de viento de 150 km/h.

Para la fijación de las dos antenas parabólicas, usaremos pernos de 16 mm de diámetro anclados directamente al techo de la caseta de hormigón del sistema de telecomunicaciones, de forma que, ya que la carga del viento es elevada, reducirá el riesgo de accidentes.

2.2.5 Previsión para incorporar las señales de satélite

La normativa aplicable no exige la instalación de los equipos necesarios para recibir estos servicios. A continuación se realiza el estudio de dicha previsión, suponiendo que se distribuirán solo los canales digitales modulados en QPSK y suministrados por las actuales entidades habilitadas de carácter nacional.

La introducción de otros servicios o la modificación de la técnica de modulación empleada para su distribución de otros servicios o la modificación de la técnica de modulación empleada para su distribución, requerirá modificar algunas de las características indicadas, concretamente el tamaño de las antenas y el nivel de salida de los amplificadores de FI.

2.2.6 Mezcla de las señales de radiodifusión sonora y televisión por satélite con las terrestres

Las señales captadas por las antenas terrestres se introducirán en una cabecera de amplificación destinada para dicho fin, su salida (MATV) se inyectará en un mezclador de doble frecuencia intermedia de tres entradas y que a su salida se repartirá la señal.

2.2.7 Cálculo de los parámetros básicos de la instalación

2.2.7.1 Cálculo de la atenuación desde los amplificadores de cabecera hasta las tomas de usuario en la banda 950MHz-2150Mhz

Para el cálculo de la atenuación en el sistema en la banda 950MHz-2150MHz se utilizarán los siguientes datos:

	Atenuación (dB)	
	950 MHz	2150 MHz
Cable	17,5	27,5
Toma	3,5	3,5
Repartidor_6s	12	12
Repartidor_8s	14	14
Derivador	17	17
Mezclador	1	1

Tabla 25. Atenuación desde los amplificadores de cabecera hasta las tomas de usuario en la banda 950MHz-2150Mhz de los elementos

En la siguiente tabla se indican los valores calculados de la atenuación a las frecuencias extremas de la banda, desde la salida de los amplificadores hasta las tomas, de las diferentes viviendas. Las características de los elementos pasivos se muestran en el Pliego de Condiciones.

Vivienda	Planta	Toma	Distancia hacia la cabecera (m)	Atenuación	
				950 MHz	2150 MHz
Vivienda A2	Sótano	-			
		-			
	Planta Baja	1 (cocina)	31,36	38,988	42,124
		2 (salón)	32,76	39,233	42,509
		3 (dormitorio)	34,86	39,601	43,087
	Primer Piso	4 (dormitorio)	32,43	39,175	42,418
5 (dormitorio)		32,25	39,144	42,369	

Vivienda B2	Sótano	-			
		-			
	Planta Baja	6 (cocina)	31,36	38,988	42,124
		7 (salón)	32,76	39,233	42,509
		8 (dormitorio)	34,86	39,601	43,087
Primer Piso	9 (dormitorio)	32,43	39,175	42,418	
	10 (dormitorio)	32,25	39,144	42,369	
Vivienda B1	Sótano	-			
		-			
	Planta Baja	11 (cocina)	47,64	41,837	46,601
		12 (salón)	49,84	42,222	47,206
		13 (dormitorio)	52,24	42,642	47,866
Primer Piso	14 (dormitorio)	49,84	42,222	47,206	
	15 (dormitorio)	49,63	42,185	47,148	
Vivienda A1	Sótano	16 (gimnasio)	45,14	43,400	43,400
		17 (local multiusos)	49,79	44,213	44,213
	Planta Baja	18 (cocina)	47,64	43,837	43,837
		19 (salón)	49,84	44,222	44,222
		20 (dormitorio)	52,24	44,642	44,642
	Primer Piso	21 (dormitorio)	49,84	44,222	44,222
22 (dormitorio)		49,63	44,185	44,185	

Tabla 26. Atenuación desde los amplificadores de cabecera hasta las tomas de usuario en la banda 950MHz-2150Mhz

Los cálculos obtenidos en esta tabla se obtienen de la siguiente expresión:

$$Atenuación = (d * \alpha_{cable}) + \alpha_{distribuidor} + \alpha_{toma} + \alpha_{mezclador} + \alpha_{derivador}$$

La mejor toma será aquella de menor atenuación en los 50 MHz, mientras que la peor toma será la que mayor atenuación tenga en los 860 MHz. Por tanto, se obtiene lo siguiente.

	Mejor Toma (dB)	Peor Toma (dB)
950 MHz	38,988	44,642
2150 MHz	42,124	47,866

Tabla 27. Mejor y peor toma de la atenuación desde los amplificadores de cabecera hasta las tomas de usuario en la banda 950MHz-2150Mhz

Por tanto, la atenuación en cada una de las tomas estará comprendida entre 38,988 dB y 47,866 dB.

2.2.7.2 Respuesta amplitud frecuencia en la banda 950MHz-2150MHz (Variación máxima de la atenuación desde la cabecera hasta la toma de usuario en el mayor y peor caso)

Para el rizado total de la señal, tendremos en cuenta, por una parte, el rizado de los componentes, que será el mismo en todo el sistema:

	Rizado (dB)
Toma	0,5

Repartidor	0,3
Derivador	0,7
Mezclador	0,5
TOTAL	2

Tabla 28. Rizado de los componentes

Y, por otra, el rizado del cable en la peor y mejor toma:

- Para la peor toma:

$$Rizado_{cable} = L_{cable}(m) \cdot \alpha_{cable}(2150 \text{ MHz}) - L_{cable}(m) \cdot \alpha_{cable}(950 \text{ MHz})$$

$$Rizado_{cable} = 52,24 \cdot 0,275 - 52,24 \cdot 0,175 = 5,22 \text{ dB}$$

- Para la mejor toma:

$$Rizado_{cable} = L_{cable}(m) \cdot \alpha_{cable}(2150 \text{ MHz}) - L_{cable}(m) \cdot \alpha_{cable}(950 \text{ MHz})$$

$$Rizado_{cable} = 31,36 \cdot 0,275 - 31,36 \cdot 0,175 = 3,13 \text{ dB}$$

Por tanto, el rizado total será el siguiente.

- Para la peor toma:

$$Rizado_{TOTAL} = 5,22 + (2 \cdot 2) = 9,22 \text{ dB}$$

- Para la mejor toma:

$$Rizado_{TOTAL} = 3,13 + (2 \cdot 2) = 7,13 \text{ dB}$$

Lo que muestra que la respuesta Amplitud-Frecuencia de la red RTV satélite en la banda de 950 MHz a 2150 MHz cumple con lo establecido en el Real Decreto 346/2011, ya que el valor del rizado es inferior a 20 dB en ambos casos.

$$Rizado_{TOTAL} < 20 \text{ dB}$$

	Mejor Toma	Peor Toma
<i>Rizado_{cable}</i>	3,13 dB	5,22 dB
<i>Rizado_{componentes}</i>	2 dB	2 dB
Atenuación a 950 MHz	38,988 dB	44,642 dB
Atenuación a 2150 MHz	42,124 dB	47,866 dB
<i>Rizado_{TOTAL}</i>	7,13 dB	9,22 dB

Tabla 29. Rizado de los componentes en la mejor y peor toma

2.2.7.3 Amplificadores necesarios

En el cálculo de la estimación de la ganancia que debe tener el amplificador debemos tener en cuenta el nivel de señal a la salida de la cabecera.

Como marca el Real Decreto 346/2011, para Televisión Satélite, se necesitan en toma niveles de entre 47 y 77 dBuV.

Por ello, el nivel de señal máxima a la salida de la cabecera vendrá dado por el nivel de señal máximo para TV satélite (77 dBuV) más la atenuación mínima. Por otra parte, el nivel de señal

mínimo a la salida será el nivel de señal mínimo para TV satélite (47 dBuV) más la atenuación máxima.

$$S_{m\acute{a}x_cabecera} = S_{m\acute{a}x} + A_{m\acute{i}n} = 77 + 38,98 = 115,98 \text{ dBuV}$$

$$S_{m\acute{i}n_cabecera} = S_{m\acute{i}n} + A_{m\acute{a}x} = 47 + 47,86 = 95,86 \text{ dBuV}$$

Por tanto:

- Para asegurar que lleguen 47 dBuV de señal a la peor toma, debe haber un nivel de señal de 95,86 dBuV como mínimo a la salida de la cabecera.
- Para asegurar que lleguen 77 dBuV de señal a la mejor toma, debe haber un máximo de nivel de señal de 115,98 dBuV.

Se usará un amplificador con un nivel de salida de 123 dBuV para una S/I = 35 dB, que se ajustará para obtener un nivel de salida de **106 dBuV**, la media entre el nivel de salida de cabecera máximo y mínimo, y así satisfacer lo establecido por el Real Decreto 346/2011 de un mínimo de 47 dBuV en la peor toma y un máximo de 77 dBuV en la mejor toma.

2.2.7.4 Niveles de señal en toma de usuarios en el mejor y peor caso

El nivel de señal en toma de usuario para TV Satélite en el mejor y peor caso se obtiene restándole a la señal de salida de la cabecera la atenuación máxima y mínima para la peor y mejor toma, respectivamente.

$$S_{toma_min} = S_{cabecerSAT} - A_{max} = 106 - 47,86 = 58,14 \text{ dBuV}$$

$$S_{toma_max} = S_{cabecerasAT} - A_{min} = 106 - 38,988 = 67,012 \text{ dBuV}$$

Como podemos observar, se cumple lo valores se encuentran comprendidos entre 47 dBuV y 77 dBuV, como así lo establece el Real Decreto 346/2011.

Nivel de señal de prueba en el mejor caso	Nivel de señal de prueba en el peor caso
58,14 dBuV	67,012 dBuV

Tabla 30. Nivel de señal de prueba en el mejor y peor caso

2.2.7.5 Relación señal/ruido

Para el cálculo del diámetro de las antenas satélite hemos supuesto una relación señal/ruido de 17 dB.

2.2.7.6 ii.ii.v.vi. Productos de intermodulación

La determinación de los valores S/I dependen del fabricante. Este asegura un S/I = 35 dB para un nivel de salida máximo de 123 dBuV, siempre que el nivel de salida de los amplificadores no exceda de 123 dBuV.

2.3 STDP y TBA: Acceso y Distribución de Servicios de Telecomunicaciones de Telefonía Disponible al Público y de Banda Ancha

Este capítulo tiene por objeto describir y detallar las características de la red que permitan el acceso y la distribución de los servicios de telecomunicaciones de telefonía disponible al público y de banda ancha.

Según se establece en el artículo 9 del Real Decreto 346/2011 en este proyecto se describirán y proyectarán la totalidad de las redes que pueden formar parte de la ICT, de acuerdo a la presencia de operadores que despliegan red en la ubicación de la futura edificación.

2.3.1 Redes de Distribución y de Dispersión

Para este proyecto se usarán tecnologías de acceso basadas en redes de cables de pares trenzados, como establece el apartado 3.1 del Anexo II del Real Decreto 346/2011, ya que la distancia entre el punto de interconexión y el punto de acceso al usuario más alejado es inferior a 100 metros.

2.3.1.1 Redes de cables de pares trenzados

2.3.1.1.1 Topología de la Red de Cables de Pares Trenzados

Los Operadores de los servicios de telecomunicaciones de telefonía disponible al público y de banda ancha, accederán al edificio a través de sus redes de alimentación mediante cables. Estos entran al Recinto de Instalaciones de Telecomunicaciones y terminarán en unas regletas de conexión (Regletas de entrada) situadas en el Registro Principal de cables situadas en el RITU.

Hasta este punto es responsabilidad de cada operador el diseño, dimensionamiento e instalación de la red de alimentación, sea cual sea la tecnología de acceso que utilice para proporcionar los servicios. El acceso de la misma hasta el RITU se realizará a través de la arqueta de entrada, canalización externa y canalización de enlace.

En el Registro Principal, se colocarán también las regletas o paneles de conexión desde las cuales partirán los cables que se distribuyen hasta cada usuario, además dispone de espacio suficiente para alojar las guías y soportes necesarios para el encaminamiento de cables y puentes, así como para los paneles o regletas de entrada de los operadores.

Al tratarse de un conjunto de viviendas unifamiliares, la distribución será en estrella, comenzando la misma en el Recinto de Instalaciones de Telecomunicaciones Único y terminando en el Registro de Terminación de Red con un conector RJ45, del cual saldrá un multiplexor con tantas salidas como estancias.

2.3.1.1.2 Cálculo y dimensionamiento de las redes de distribución y dispersión de cables de pares y tipos de cables

La edificación compuesta por 4 viviendas unifamiliares adosadas, objeto del presente proyecto, tiene la siguiente distribución:

Vivienda	Distribución	Número total de estancias
Vivienda A1	3 Plantas: Sótano (2 Estancias) Planta Baja (3 Estancias) Primer Piso (2 Estancias)	7
Vivienda B1	3 Plantas: Sótano (0 Estancias) Planta Baja (3 Estancias) Primer Piso (2 Estancias)	5

Vivienda B2	3 Plantas: Sótano (0 Estancias) Planta Baja (3 Estancias) Primer Piso (2 Estancias)	5
Vivienda A2	3 Plantas: Sótano (0 Estancias) Planta Baja (3 Estancias) Primer Piso (2 Estancias)	5

Tabla 31. Distribución y número de estancias

Como establece el Real Decreto 346/2011 sobre las tecnologías de acceso basadas en redes de cables de pares trenzados, existiendo operadores de servicio, el número de acometidas necesarias, cada una formada por un cable no apantallado de 4 pares trenzados de cobre de Clase E (Categoría 6), será de 1 por vivienda.

Conocida la necesidad futura a largo plazo, se dimensionará la red de distribución multiplicando la cifra de demanda prevista por el factor 1,2.

Por tanto, el número total de acometidas necesarias será de:

	Número de PAU	Número de cables de 4 pares trenzados
Viviendas	4	4
Locales Comerciales	0	0
Cables Previstos		4
Coefficiente corrector		1,2
Conexiones necesarias		4,8 \approx 5

Tabla 32. Número de cables de 4 pares trenzados

Dado que la red de cables de pares trenzados es en estrella, los cables de esta red se tienden directamente desde el punto de interconexión hasta el PAU de cada vivienda (4 en total), mientras que el restante quedará como cable de reserva ante posible demanda futura. Así, la red de distribución y dispersión estará formada por 5 cables UTP de cobre de 4 pares categoría 6 Clase E.

2.3.1.1.3 Cálculo de la atenuación de las redes de distribución y dispersión de cables de pares trenzados

Para el cálculo de la atenuación de la red de distribución y dispersión de cable de pares trenzados, se ha considerado la atenuación del cable, y la de la conexión en el punto de interconexión, en el panel de conexión de salida.

Para este cálculo vamos a considerar un valor máximo de atenuación del cable de 34 dB/100 metros a 300 MHz. Así mismo se ha considerado una pérdida máxima de 0,3 dB en la conexión del punto de interconexión, obteniéndose los siguientes valores:

	Distancia del RITU al RTR (m)	Atenuación (dB)
Vivienda A2	20,45	7,25
Vivienda B2	20,55	7,28
Vivienda B1	30,85	10,78
Vivienda A1	31,15	10,89

Tabla 33. Atenuación en cables trenzados

Lo que se ha obtenido a partir de la siguiente expresión:

$$\alpha_T(300 \text{ MHz}) = d \cdot \alpha_c(300 \text{ MHz}) + A_{\text{interconexión}}$$

2.3.1.1.4 Estructura de distribución y conexión

Como se ha mencionado en apartados anteriores, de las 5 acometidas, 4 irán a cada una de las viviendas, mientras que la restante se quedará como reserva en el RITU.

Estos cables se conectarán, en su extremo inferior, a los conectores RJ45 hembra del panel de su conexión de salida situado en el Registro Principal de cables de Pares Trenzados, instalado en el RITU, y en su extremo superior finalizarán en la roseta (conector hembra RJ45) de la vivienda, salvo el de reserva que quedará almacenado en el RITU.

Los cables deberán estar etiquetados en ambos extremos, indicando en cada uno de ellos la planta y vivienda a la que se corresponde, incluidos los de reserva.

2.3.1.1.5 Dimensionamiento de punto de interconexión

El punto de interconexión es la unión entre cada una de las redes de alimentación de los operadores del servicio y las redes de distribución de la ICT de la edificación, y delimita las responsabilidades en cuanto a mantenimiento entre el operador del servicio y la propiedad de la edificación.

Se situará en el registro principal, en el interior del RITU, y estará compuesto por una serie de paneles de conexión o regletas de entrada donde finalizarán las redes de alimentación de los distintos operadores de servicio, por una serie de paneles de conexión o regletas de salida donde finalizará la red de distribución de la edificación, y por una serie de latiguillos de interconexión que se encargarán de dar continuidad a las redes de alimentación hasta la red de distribución de la edificación en función de los servicios contratados por los distintos usuarios.

Este panel de conexión deberá tener capacidad al menos para 5 conectores RJ45 de la red de distribución por lo que se utilizará el modelo inmediatamente superior que tiene capacidad para 8 vías.

Las características de este panel se especifican en el Pliego de Condiciones.

2.3.1.1.6 Puntos de distribución

Al tratarse de una distribución en estrella, el punto de distribución coincide con el de interconexión, estando las acometidas en los registros secundarios en paso hacia la red de dispersión, por lo que el punto de distribución carece de implementación física.

2.3.1.1.7 Resumen de los materiales necesarios para la red de cables de pares

Las características de todos los materiales utilizados se indican en el pliego de condiciones.

2.3.1.1.7.1 Cables de pares trenzados

Se tenderá un total de 103 metros de cable de cobre de 4 pares trenzados UTP categoría 6 Clase E para la red de distribución/dispersión. Sus características se especifican en el Pliego de Condiciones.

2.3.1.1.7.2 Regletas o paneles de salida del Punto de Interconexión

Se instalará un panel de conectores RJ45 para 24 conexiones en punto de Interconexión/distribución. Aunque sólo se necesitan 5 de las 24 conexiones, no existen paneles con menor capacidad que esta.

2.3.1.1.7.3 Regletas en los Puntos de Distribución

No se instalan regletas en Punto de Distribución al no utilizarse cables multipares convencionales.

2.3.1.1.7.4 Conectores

Cada uno de los 5 cables de pares trenzados que constituyen las redes de distribución y dispersión estará conexionado en el punto de interconexión a un conector hembra RJ45 de ocho vías con todos los contactos conexionados.

2.3.1.1.7.5 Puntos de Acceso al Usuario (PAU)

El PAU de cada vivienda estará constituido por una roseta con conector hembra miniatura de 8 vías RJ45 a la que se conectarán todos los conductores del cable de pares trenzado que llega desde el punto de interconexión. El número total de rosetas con conector hembra miniatura de 8 vías es de 4.

2.3.2 Redes de Cables de Fibra Óptica

2.3.2.1 Establecimiento de la topología de la red de cables de Fibra Óptica

Red de Alimentación

Los Operadores de los servicios de telecomunicaciones de cable de fibra óptica para servicios de banda ancha, accederán al edificio a través de sus redes de alimentación. En cualquier caso, accederán al Recinto de Instalaciones de Telecomunicación único y terminarán sus redes en unos paneles de conectores de entrada situados en el Registro Principal de Cables de Fibra Óptica situado en el interior del RITU.

Hasta este punto, es responsabilidad de cada operador el diseño, dimensionamiento e instalación de la red de alimentación. El acceso de la misma hasta el RITU se realizará a través de la arqueta de entrada, canalización externa y de enlace.

Del Registro Principal de Cable de Fibra Óptica, partirán los propios cables de la red de distribución de la edificación terminados con conectores tipo SC/APC.

Red interior del edificio

Al tratarse de una edificación con menos de 15 PAUs, la red de distribución y dispersión se hará en estrella desde el Registro Principal, realizando una dispersión desde el RITU hasta cada Registro de Terminación de Red.

2.3.2.2 Cálculo y dimensionamiento de las redes de distribución y dispersión de fibra óptica y tipos de cables

Como establece el Real Decreto 346/2011 sobre las tecnologías de acceso basadas en redes de fibra óptica, existiendo operadores de servicio, el número de acometidas necesarias, cada una formada por un cable de dos fibras ópticas, será de 1 por vivienda.

Conocida la necesidad futura a largo plazo, se dimensionará la red de distribución multiplicando la cifra de demanda prevista por el factor 1,2.

Por tanto, el número total de acometidas necesarias será de:

	Número de PAU	Número de cables de dos fibras ópticas
Viviendas	4	4
Locales Comerciales	0	0
Cables Previstos		4
Coeficiente corrector		1,2
Conexiones necesarias		4,8 ≈ 5
Número total de fibra óptica		10

Tabla 34. Número de cables de fibras ópticas

Dado que la red de cables de fibra óptica es en estrella, los cables de esta red se tienden directamente desde el punto de interconexión hasta el PAU de cada vivienda (4 en total), mientras que el restante quedará como cable de reserva ante posible demanda futura. Así, la red de distribución y dispersión estará formada por 5 cables de dos fibras ópticas.

2.3.2.3 Cálculo de la atenuación de las redes de distribución y dispersión de fibra óptica

Se utilizará un cable de dos fibras ópticas con las siguientes atenuaciones según su longitud de onda:

Longitud de onda (nm)	Atenuación (dB/km)
1310	0,4
1490	0,35
1550	0,3

Tabla 35. Atenuación de cables de fibras ópticas

La atenuación total desde el Registro Principal hasta el PAU de cada vivienda será la suma de la atenuación del cable más la atenuación del conector SC/APC que se instalará en ambos extremos del cable y que aportan 0,5 dB entre los dos. Los cables de fibra óptica serán conectorizados en campo mediante sistema Crimplok de 3M o similar, que permita cumplir con esta especificación.

$$\alpha_T = (\alpha_\lambda(m) \cdot d(m)) + \alpha_{SC/APC}$$

En la siguiente tabla muestra las atenuaciones desde el Registro Principal hasta el PAU de cada vivienda y cada local.

	Distancia del RITU al RTR (m)	Atenuación (dB)		
		1310 nm	1490 nm	1550 nm

Vivienda A2	20,45	0,50818	0,50715	0,50613
Vivienda B2	20,55	0,50822	0,50719	0,50616
Vivienda B1	30,85	0,51234	0,51079	0,50925
Vivienda A1	31,15	0,51246	0,5109	0,50934

Tabla 36. Atenuación de cables de fibras ópticas en diferentes ventanas

En ningún caso se supera el valor máximo establecido por el Real Decreto 346/2011, 1,55 dB.

2.3.2.4 Estructura de distribución y conexión

Como se ha indicado en apartados anteriores la distribución de esta red se hará en estrella mediante un cable de dos fibras ópticas que partirá del punto de interconexión situado en el RITU y terminará en el PAU de cada vivienda.

2.3.2.5 Dimensionamiento

2.3.2.6 Punto de Interconexión

Dado que se deben conectar 5 cables de fibra óptica cada uno con 2 fibras ópticas, se necesitará un total de 10 conectores SC/APC en el panel de conexión.

2.3.2.7 Puntos de distribución

Al tratarse de una distribución en estrella, el punto de distribución coincide con el de interconexión, estando las acometidas en los registros secundarios en paso hacia la red de dispersión.

2.3.2.8 Resumen de los materiales necesarios para las redes de distribución y dispersión de cables de fibra óptica

Las características de todos los materiales se indican en el Pliego de Condiciones.

2.3.2.8.1 Cables

Se tenderá un total de 102 metros de cable de dos fibras ópticas.

2.3.2.8.2 Conectores

Cada una de las fibras ópticas de cada vivienda y cada local quedará terminada en sus dos extremos mediante un conector SC/APC. Se instalarán por tanto 20 conectores SC/APC, 10 en las terminaciones de cada Fibra, 8 en el extremo de las fibras que terminan en los PAUs y 2 en la Fibra de reserva.

2.3.2.8.3 Registro principal de Fibra Óptica

Se instalará un registro principal de Fibra Óptica para la interconexión entre la red de alimentación del operador y la de dispersión del edificio.

2.3.2.8.4 Puntos de Acceso al Usuario

El punto de acceso al usuario estará formado por una roseta óptica que alojará los conectores ópticos SC/APC y contendrá los acopladores para conectar con los dispositivos que se puedan instalar en el RTR. El número de rosetas ópticas es de 4.

2.3.3 Redes de Cables Coaxiales para TBA

2.3.3.1 Establecimiento de la topología de la red de cables coaxiales

Los Operadores de los servicios de telecomunicaciones de cable coaxial para servicios de banda ancha, accederán al edificio a través de sus redes de alimentación. En cualquier caso, accederán al RITU correspondiente y terminarán sus redes en unos paneles de conexión o regletas de entrada situadas en el Registro Principal de Cables Coaxiales situados en el RITU. Estos paneles de conexión estarán constituidos por derivadores o repartidos en conectores tipo F hembra.

Hasta este punto es responsabilidad de cada operador el diseño, dimensionamiento e instalación de la red de alimentación. El acceso de la misma hasta el RITU se realizará a través de la arqueta de entrada, canalización externa y canalización de enlace.

Del Registro Principal de Cables Coaxiales, partirán los propios cables de la red de distribución de la edificación terminados con conectores tipo F macho.

Red interior del edificio

Al tratarse de una edificación con menos de 20 PAUs, la red de distribución y dispersión se hará en estrella desde el Registro Principal de Cables Coaxiales.

2.3.3.2 Cálculo y dimensionamiento de las redes de distribución y dispersión de cables coaxiales y tipos de cables

Como establece el Real Decreto 346/2011 sobre las tecnologías de acceso basadas en redes de cables coaxiales, existiendo operadores de servicio, el número de acometidas necesarias, cada una formada por un cable coaxial, será de 1 por vivienda.

Por tanto, el número total de acometidas necesarias será de:

	Número de PAU	Número de cables coaxiales
Viviendas	4	4
Locales Comerciales	0	0
Cables Previstos		4
Conexiones necesarias		4

Tabla 37. Número de cables coaxiales

Así, la red dispersión estará formada por 4 cables coaxiales del tipo RG 59, sin ningún cable de reserva.

2.3.3.3 Cálculo de la atenuación de las redes de distribución y dispersión

Para el cálculo de la atenuación de las redes de distribución y dispersión vamos a utilizar los datos mostrados en la siguiente tabla:

Frecuencia (MHz)	Atenuación (dB/m)
86	5,15
860	16,39

Tabla 38. Atenuación de cables coaxiales

La atenuación total desde el Registro Principal hasta el PAU de cada vivienda será la suma de la atenuación del cable más la atenuación del distribuidor de dos salidas, 4,5 dB, que se instalará en el RTR, y la atenuación de dos conectores F uno en cada extremo que aportan 1 dB entre los dos.

$$\alpha_T = (\alpha_f(m) \cdot d(m)) + \alpha_{distribuidor} + \alpha_{conectoresF}$$

	Distancia del RITU al RTR (m)	Atenuación (dB)	
		86 MHz	860 MHz
Vivienda A2	20,45	6,553	8,851
Vivienda B2	20,55	6,558	8,868
Vivienda B1	30,85	7,088	10,556
Vivienda A1	31,15	7,104	10,605

Tabla 39. Atenuación de cables coaxiales desde el RITU al RTR

En ningún caso se supera el valor máximo establecido por el Real Decreto 346/2011, 20 dB.

2.3.3.4 Estructura de distribución

Como se ha indicado en apartados anteriores, la distribución de esta red se hará en estrella mediante un cable que partirá del punto de interconexión situado en el Registro Principal en el RITU y terminará en el PAU de cada vivienda.

2.3.3.5 Dimensionamiento

Punto de interconexión

No se equipará panel de conexión y se dejarán los cables terminados con conector F macho en el interior del Registro Principal de Cable Coaxial. El distribuidor u otros equipos que instalen los operadores en el Registro Principal de Cable Coaxial servirán como panel de conexión de salida conectándose a él los cables que vayan a recibir servicio.

2.3.3.6 Resumen de los materiales necesarios para las redes de distribución y dispersión de cables coaxiales

Las características de todos los materiales utilizados se indican en el Pliego de Condiciones.

2.3.3.7 Cables

Se tenderá un total de 103 metros de cable coaxial tipo RG 59 de 6.5 mm de diámetro.

2.3.3.8 Conectores

Cada uno de los cables de cada vivienda quedará terminado en sus dos extremos mediante un conector F macho. El número total de conectores de tipo F es de 8.

2.3.3.9 Puntos de Acceso al Usuario

El PAU estará constituido por el distribuidor de 2 salidas para las viviendas.

2.3.4 Redes Interiores de Usuario

2.3.4.1 Red de cables de pares trenzados

2.3.4.1.1 Cálculo y dimensionamiento de la red interior de usuario de pares trenzados

En la tabla siguiente se indica el número total de estancias por vivienda, así como el número de tomas de voz y datos. Esta distribución se puede ver en su plano correspondiente.

	Estancias	Número de tomas de voz	Número de tomas de datos	Número total de tomas RJ45
Vivienda A2	7	3	4	7
Vivienda B2	5	3	4	7
Vivienda B1	5	3	4	7
Vivienda A1	5	3	4	7
TOTAL	22	12	16	28

Tabla 40. Distribución de tomas

Por tanto, el total de tomas necesarias de datos y voz es 28.

2.3.4.1.2 Cálculo de la atenuación de la red interior de usuario de telefonía de cable de pares trenzados

Para el cálculo de la atenuación de cada una de las ramas que constituyen las redes interiores de usuario de cable de pares trenzados, se ha considerado la atenuación del cable, la del conector del PAU, la de cada una de las dos conexiones del multiplexor pasivo y la de la base de acceso terminal. Para este cálculo se ha considerado un valor máximo de atenuación del cable de 34 dB/100 metros a 300 MHz. Así mismo, cada una de las conexiones introduce una atenuación menor de 0,3 dB, con lo que consideraremos este valor.

$$\alpha_T = \alpha_C + 4 \cdot \alpha_{PAU}$$

Vivienda	Planta	Toma	Voz	
			Distancia hacia la cabecera (m)	Atenuación
Vivienda A2	Sótano	-		-
		-		-
	Planta Baja	1 (cocina)	32,06	12,10
		2 (salón)	33,63	12,63
		3 (dormitorio)	-	-
Primer Piso	4 (dormitorio)	29,81	11,33	
	5 (dormitorio)	-	-	
Vivienda B2	Sótano	-	-	-
		-	-	-
	Planta Baja	6 (cocina)	32,06	12,10
		7 (salón)	33,63	12,63
		8 (dormitorio)	-	-
Primer Piso	9 (dormitorio)	29,81	11,33	
	10 (dormitorio)	-	-	
Vivienda B1	Sótano	-	-	-
		-	-	-

	Planta Baja	11 (cocina)	49,17	17,91
		12 (salón)	50,51	18,37
		13 (dormitorio)	-	-
	Primer Piso	14 (dormitorio)	47,19	17,24
		15 (dormitorio)	-	-
	Vivienda A1	Sótano	16 (gimnasio)	-
17 (local multiusos)			-	-
Planta Baja		18 (cocina)	49,17	17,91
		19 (salón)	50,51	18,37
		20 (dormitorio)	-	-
Primer Piso		21(dormitorio)	47,19	17,24
		22 (dormitorio)	-	-

Tabla 41. Atenuación de la red interior de usuario de telefonía de cable de pares trenzados

2.3.4.1.3 Número y distribución de las bases de acceso terminal

El número total de tomas de voz por vivienda será de 3, mientras que de datos será de 4. En total habrán 7 tomas RJ45 por vivienda, lo que equivale a 28 tomas de voz y datos en toda la edificación.

2.3.4.1.4 Tipos de cables

Se utilizarán cables trenzados de 4 pares de hilos conductores del tipo UTP categoría 6 Clase E, uno desde el Registro de Terminación de Red hasta cada BAT en estrella. Deberán cumplir las especificaciones indicadas en el Pliego de Condiciones.

2.3.4.1.5 Resumen de los materiales necesarios para la red interior de usuario de cables de pares trenzados

		CABLE UTP CAT6 (m)	Conectores RJ45	TOMAS RJ45
Vivienda A2	Voz	95,5	3	3
	Datos	125,31	4	4
Vivienda B2	Voz	95,5	3	3
	Datos	125,31	4	4
Vivienda B1	Voz	146,87	3	3
	Datos	194,06	4	4
Vivienda A1	Voz	146,87	3	3
	Datos	194,06	4	4
TOTAL		1123,48	28	28

Tabla 42. Resumen de los materiales necesarios para la red interior de usuario de cables de pares trenzados

Se tenderá un total de 1123,48 metros de cable de cobre de 4 pares trenzados UTP categoría 6 Clase E para las redes interiores de usuario entre voz y datos.

2.3.4.1.6 Conectores

En cada uno de los extremos de los cables en los RTR se instalará un conector RJ45 macho miniatura de 8 vías, haciendo un total de 28 conectores RJ45 macho.

2.3.4.1.7 BATs

Se instalarán un total de 28 bases de acceso terminal, 12 de voz y 16 de datos.

2.3.5 Red de cables de fibra óptica

La red de fibra óptica terminará en el PAU de cada vivienda.

2.3.6 Red de cables coaxiales para TBA

2.3.6.1 Cálculo y dimensionamiento de la red interior de usuario de cables coaxiales

La red de interior de usuario se configurará en estrella con un cable coaxial del tipo 59 desde el Registro de Terminación de Red hasta cada una de las dos tomas que se instalarán en cada vivienda.

	Tomas cable coaxial TBA
Vivienda A2	2
Vivienda B2	2
Vivienda B1	2
Vivienda A1	2
TOTAL	8

Tabla 43. Cálculo y dimensionamiento de la red interior de usuario de cables coaxiales

La siguiente tabla muestra las atenuaciones para 86 MHz y para 860 MHz, desde el PAU de cada vivienda hasta cada una de las dos tomas que se instalarán en cada vivienda, teniendo en cuenta la atenuación del cable, la del conector F de salida del distribuidor, y la de la toma. Se utilizará el mismo tipo de cable que para la red de distribución que tiene una atenuación de 16,39 dB/100 metros a 860 MHz y 5,15 dB/100 metros a 86 MHz. También se utilizará un conector F con una atenuación de 0,5 dB.

Las tomas que se utilizarán tienen una atenuación de 1,2 dB a 860 MHz y 0,9 dB a 86 MHz.

$$\alpha_T = d(m) \cdot \alpha_c + \alpha_{conF} + \alpha_{toma}$$

Vivienda	Planta	Toma	Distancia hacia la toma (m)	Atenuación	
				86 MHz	860 MHz
Vivienda A2	Sótano	-	-		
		-	-		
	Planta Baja	1 (cocina)	-		
		2 (salón)	12,3	2,03	3,71
		3 (dormitorio)	-		
Primer Piso	4 (dormitorio)	11,9	2,01	3,65	
	5 (dormitorio)	-			
Vivienda B2	Sótano	-	-		
		-	-		
	Planta Baja	6 (cocina)	-		
		7 (salón)	12,3	2,3	3,71
	8 (dormitorio)	-			

	Primer Piso	9 (dormitorio)	11,9	2,01	3,65
		10 (dormitorio)	-		
Vivienda B1	Sótano	-	-		
		-	-		
	Planta Baja	11 (cocina)	-		
		12 (salón)	12,05	2,02	3,67
		13 (dormitorio)	-		
	Primer Piso	14 (dormitorio)	12,1	2,02	3,68
15 (dormitorio)		-			
Vivienda A1	Sótano	16 (gimnasio)	-		
		17 (local multiusos)	-		
	Planta Baja	18 (cocina)	-		
		19 (salón)	12,05	2,02	3,67
		20 (dormitorio)	-		
	Primer Piso	21(dormitorio)	12,1	2,02	3,68
		22 (dormitorio)	-		

Tabla 44. Cálculo de la atenuación de la red interior de usuario de cables coaxiales

2.3.6.2 Número y distribución de las bases de acceso terminal

En cada una de las viviendas se instalarán dos tomas, una en el salón-comedor y otra en el dormitorio principal. Habrá un total de 8 tomas en la edificación.

2.3.6.3 Tipos de cables

Se utilizará cable del tipo RG 59 de 6,5 mm de diámetro.

2.3.6.4 Resumen de los materiales necesarios para la red interior de usuario de cables coaxiales

Las características de todos los materiales utilizados se indican en el Pliego de Condiciones.

2.3.6.5 Cables

Se tenderá un total de 96,7 metros de cable coaxial tipo RG 59 de 6,6 mm de diámetro.

2.3.6.6 Conectores

Se utilizarán conectores de tipo F macho en el extremo de los cables correspondiente al PAU, que se conectarán al distribuidor de dos salidas. El número total de conectores tipo F es de 8.

2.3.6.7 BATs

Se utilizarán bases de acceso terminal del tipo final. El número total de BATs es de 8.

2.3.7 Canalización e infraestructura de distribución

En este capítulo se definen, dimensionan y ubican las canalizaciones, registros y recintos que constituirán la infraestructura donde se alojarán los cables y equipamiento necesarios para permitir el acceso de los usuarios a los servicios de telecomunicaciones definidos en los capítulos anteriores.

2.3.7.1 ii.iv.i. Consideraciones sobre el esquema general del edificio

En el esquema general del edificio se detalla la infraestructura necesaria, que comienza por la parte inferior del edificio, tanto en la arqueta de entrada como por los elementos captadores., y termina en las tomas de usuario.

Esta estructura la componen las siguientes partes: arqueta de entrada y canalización externa, canalizaciones de enlace, recintos de instalaciones de telecomunicación, registros principales, canalización principal y registros secundarios, canalización secundaria y registros de paso, registros de terminación de red, canalización interior de usuario y registros de toma, según se describe a continuación.

2.3.8 Arqueta de entrada y canalización externa

Permiten el acceso de los Servicios de Telecomunicaciones de Telefonía Disponible al Público y de Banda Ancha. La arqueta es el punto de convergencia de las redes de alimentación de los operadores que discurren por la canalización externa y de enlace hasta el RITU.

Dadas las condiciones del terreno en la que se ubica la edificación, esta es la mejor opción. Como el número total de PAUs es menor que 20, la arqueta tendrá unas dimensiones de 400 x 400 x 600 mm (ancho, largo y profundo). La ubicación de esta será objeto de consulta a los operadores que se hará en el momento inmediatamente anterior a la redacción del Acta de Replanteo.

Canalización externa

Como dicta lo establecido por el Real Decreto 346/2011 y dado que el número de PAU es 4, la canalización externa estará compuesta por 3 tubos de 63 mm de diámetro exterior con la siguiente funcionalidad:

- 2 conductos para TBA y STDP.
- 1 conducto de reserva.

Tanto la construcción de la arqueta de entrada como la de la canalización externa son responsabilidad de la propiedad de la edificación. Sus características se detallan en el Pliego de Condiciones.

2.3.9 Registros de enlace inferior y superior

Los registros de enlace tienen la función de interconectar las canalizaciones externa y de enlace.

Registros de enlace inferior

El Registro de enlace inferior asociado al punto de entrada general realiza la unión de las canalizaciones externa y de enlace inferior de las que discurren los Servicios de Telecomunicaciones de Telefonía Disponible al Público y de Banda Ancha, con redes de alimentación por cable.

Registros de enlace superior

No requerido en esta instalación.

2.3.10 Canalización de enlace inferior y superior

Canalización de enlace inferior

Discurrirá de forma subterránea y, por tanto, será prolongación de la canalización externa. Terminará en el RITU y estará formada por 3 tubos de 63 mm de diámetro:

- 2 conductos para TBA y STDP.
- 1 conducto de reserva.

Canalización de enlace superior

Conecta los sistemas de captación y el RITU. En este caso los sistemas de captación se encuentran situados encima de la caseta de hormigón que contiene el RITU.

Al entrar en el RITU, los cables se distribuirán en dos tubos de 40 mm de diámetro exterior:

- 1 conducto para cables de RTV
- 1 conducto para cables de Servicios de Acceso Inalámbrico (SAI)

Las características de los tubos que conforman estas canalizaciones se recogen en el Pliego de Condiciones.

2.3.11 Recintos de instalaciones de telecomunicación

2.3.11.1 Consideraciones y equipamiento

Al tratarse de un conjunto pequeño de viviendas unifamiliares adosadas y teniendo en cuenta que los Recintos de Telecomunicaciones deben estar en una zona común, ya que debe ser de fácil acceso, se descarta la colocación de un Recinto de Instalaciones de Telecomunicación Superior, porque su instalación solo sería posible en la parte superior de una vivienda privada, dejando de ser de fácil acceso.

Dado lo establecido en el Real Decreto 346/2011, se procederá a utilizar un Recinto de Instalaciones de Telecomunicaciones Único (RITU).

Consistirá en una caseta de hormigón donde se ubicarán los elementos necesarios para el suministro de Televisión Terrestre, los Registros Principales de Cables Trenzados, Coaxiales y Fibra Óptica con regletas y paneles correspondientes. El recinto dispondrá de ventilación natural directa y cuadro de protección eléctrica.

Como establece el Real Decreto 346/2011 y el número de PAU es menor de 10, las dimensiones del RITU serán de 2000 x 1000 x 500 mm (altura, anchura y profundidad).

El RITU estará equipado con un amplificador de banda ancha programable para FM y TDT, Registros Principales de Cables de Pares Trenzados, Coaxiales y Fibra Óptica, así como las regletas y paneles correspondientes, sistema de conexión a tierra, 2 bases de enchufe, placa de identificación de la instalación, alumbrado normal y de emergencia y cuadro de protección eléctrico.

Sus características se explican en el Pliego de Condiciones.

2.3.12 Registros principales

Los Registros Principales tienen como función albergar el Punto de Interconexión, entre la red exterior y la red del inmueble.

Existen tres tipos de Registros Principales: para Red de Cables de Pares Trenzados, para Red de Cables Coaxiales y para Red de Cables de Fibra Óptica.

Registro Principal para Red de Cables de Pares Trenzados

El Registro principal para Red de Cables de Pares Trenzados es una caja de 500x500x300 (alto x ancho x fondo) mm. En él se instalará un panel de conexión o panel repartidor de salida y dispondrá de espacio para que los operadores instalen sus paneles de conexión de entrada.

La unión con las regletas o paneles de conexión de entrada se realizará mediante latiguillos de conexión.

Sus características se incluyen en el Pliego de Condiciones.

Registro Principal para Red de Cables Coaxiales

El Registro Principal para Red de Cables Coaxiales es una caja de 500x500x300 (alto x ancho x fondo) mm. En él quedarán terminados los cables de la red de distribución mediante conectores tipo F y dispondrá de espacio para albergar en su momento los distribuidores y amplificadores que instalen los operadores que presten servicio a través de la red de cables coaxiales.

Registro Principal para Red de Cables de Fibra Óptica

El Registro Principal para Red de Cables de Fibra Óptica es una caja de 500x1000x300 (alto x ancho x fondo) mm. En él se alojará un panel de conectores de salida constituido por un módulo básico de 8 conectores y dispondrá de espacio para que los operadores instalen sus paneles de conectores de entrada.

2.3.13 Canalización principal y registros secundarios

2.3.13.1 Consideraciones y justificaciones

Debido a que en este proyecto se instalará un Recinto de Instalaciones de Telecomunicaciones Único, la canalización principal terminará en el último Registro Secundario.

Canalización principal

Como dicta el Real Decreto 346/2011 y dado que se trata de un número de PAUs menor de 10, el número de tubos que discurrirán por la canalización principal será de 5:

- 1 tubo RTV.
- 1 tubo de cables de pares trenzados.
- 1 tubo de cables coaxiales.
- 1 tubo de fibra óptica.
- 1 tubo de reserva.

Se realizará mediante tubos de 50 mm de diámetro exterior y pared interior lisa.

Registros Secundarios

En este proyecto se instalarán Registros Secundarios en los cambios de dirección. La canalización principal entrará por el lateral, continuará la canalización secundaria por la parte superior y seguirá la canalización principal por el otro lateral hasta llegar al siguiente Registro Secundario. Las dimensiones de estos Registros serán de 450 x 450 x 150 mm (anchura, altura y profundidad). Sus características se especifican en el Pliego de Condiciones. Existirá uno en el RITU, otro en el cambio de dirección de las viviendas y dos en cada distribución hacia las viviendas, en total 4.

2.3.14 Canalización Secundaria y Registros de Paso

Registros de Paso

Para este proyecto no se considerarán Registros de Paso porque no son necesarios.

Canalización Secundaria

Es la que soporta la red de dispersión. Conecta los registros secundarios con los registros de terminación de red en el interior de las viviendas. Está formada por 4 tubos de diámetros:

- 1 de 25 mm para cables de pares trenzados.
- 1 de 25 mm para cable coaxial TBA.
- 1 de 25 mm para cable coaxial RTV.
- 1 para fibra óptica.

2.3.15 Registros de Terminación de Red

Conectan la canalización secundaria con la canalización interior de usuario. En estos registros se alojan los puntos de acceso de usuario de los distintos servicios, que separan la red comunitaria de la privada de cada usuario.

Estarán constituidos por cajas empotradas en la pared de vivienda provistas de tapa y sus dimensiones mínimas serán de 500 x 600 x 80 mm.

Sus características se especifican en el Pliego de Condiciones.

Los registros de terminación de red dispondrán de tres tomas de corriente o bases de enchufe.

El total de Registros de Terminación de Red necesarios es de 4.

Se colocarán en el sótano de la vivienda, ya que, al ser una ubicación con inclinación, el sótano se encuentra sobre el nivel del suelo, al lado de la puerta de acceso a la terraza con acceso a la zona común.

2.3.16 Canalización Interior de Usuario

Es la que soporta la red interior de usuario. Está realizada por tubos, empotrados por el interior de la vivienda que unen el RTR con los distintos Registros de Toma.

La topología de las canalizaciones será en estrella. El diámetro de los tubos, será:

- 1 tubo de 20 mm. de diámetro para Cables de Pares Trenzados.
- 1 tubo de 20 mm. de diámetro para Cable Coaxial de TBA.
- 1 tubo de 20 mm. de diámetro para Cable coaxial de RTV.

2.3.17 Registros de toma

Son cajas empotradas en la pared donde se alojan las bases de acceso terminal (BAT), o tomas de usuario de dimensiones mínimas 64 x 64 x 42 mm (alto, ancho y fondo). El reparto de tomas queda repartido de la siguiente forma:

- En cocina: toma de voz y toma de RTV.

- En salón-comedor: toma de voz, toma de datos, toma de RTV y toma TBA.
- En dormitorio principal: toma de voz, toma de datos, toma de RTV y toma TBA.
- En dormitorio de la planta baja: toma de datos y toma RTV.
- En dormitorio del primer piso: toma de datos y toma RTV.

En la vivienda A1 se incorporarán además dos tomas más:

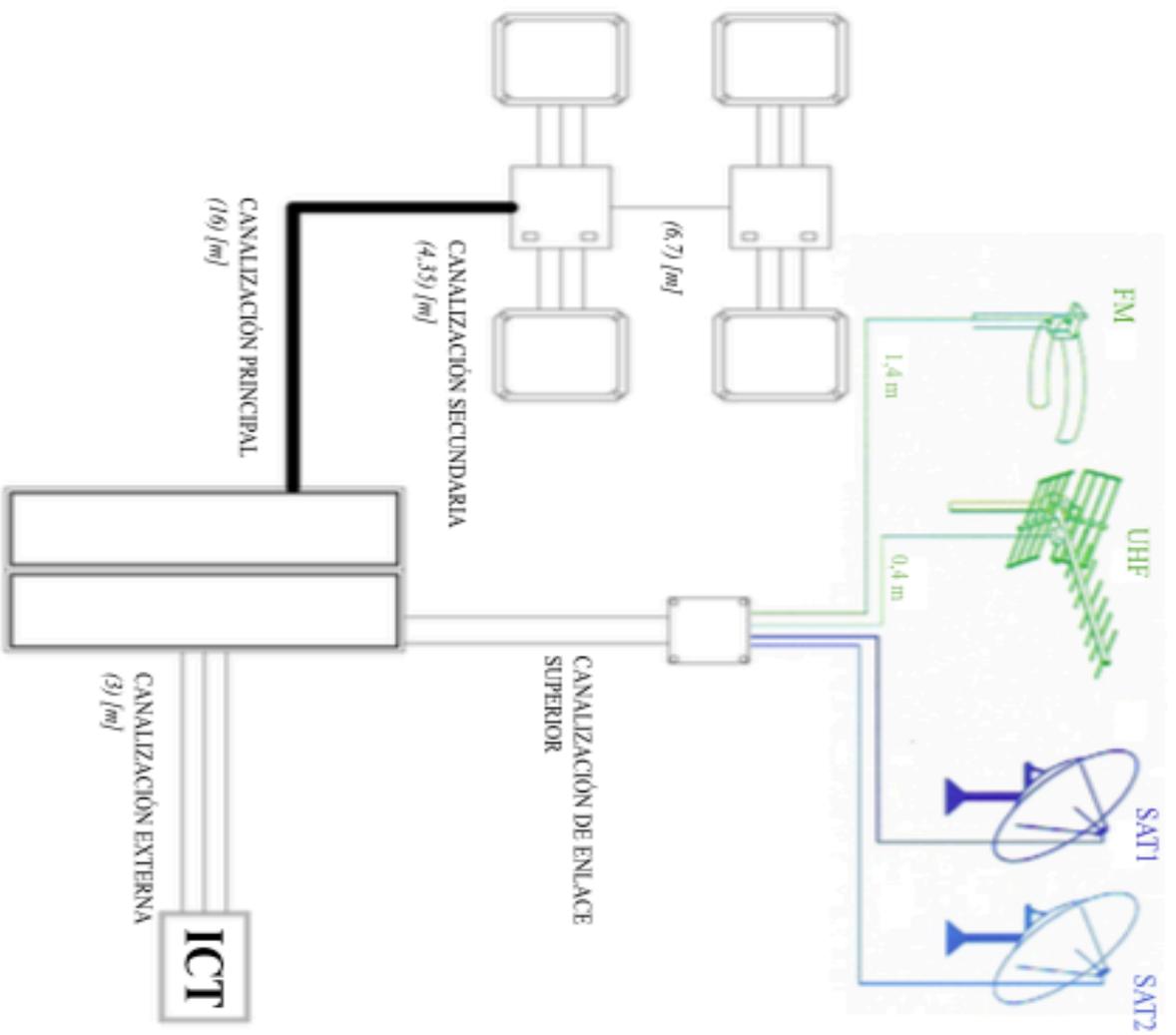
- En el gimnasio: 1 toma RTV.
- En el local multiusos: 1 toma RTV.

2.3.18 Cuadro resumen de materiales necesarios

Elemento	Cantidad	Dimensiones
Arqueta de entrada	1	400x400x600 mm
Canalización externa y canalización en enlace inferior	3 m	3 tubos de 63 mm de diámetro
Canalización de enlace superior	2 m	4 tubos de 40 mm de diámetro
Registro Principal para cables de Pares Trenzados	1	500x500x300 mm
Registro Principal para cables Coaxiales	1	500x500x300 mm
Registro Principal para cables de Fibra Óptica	1	500x1000x300 mm
Canalización principal	33,44 m	5 tubos de 50 mm de diámetro
Registros secundarios	4	450 x 450 x 150 mm
Canalización secundaria	9,15 m	4 tubos de 25 mm de diámetro
Registros de terminación de red	4	500 x 600 x 80 mm
Canalización interior	2450 m	Tubo de 20 mm de diámetro
Registro de toma para todos los servicios incluidos configurables	59	64 x 64 x 42 mm
Recinto de Instalaciones de Telecomunicaciones Único	1	2000 x 1000 x 500 mm
Equipamiento del RITU	<ul style="list-style-type: none"> - Un amplificador de banda ancha programable para FM y TDT Registros Principales de Cables de Pares Trenzados, Coaxiales y Fibra Óptica. - Regletas y paneles correspondientes. - Sistema de conexión a tierra. - 2 bases de enchufe. - Placa de identificación de la instalación. - Alumbrado normal y de emergencia. - Cuadro de protección eléctrico. 	

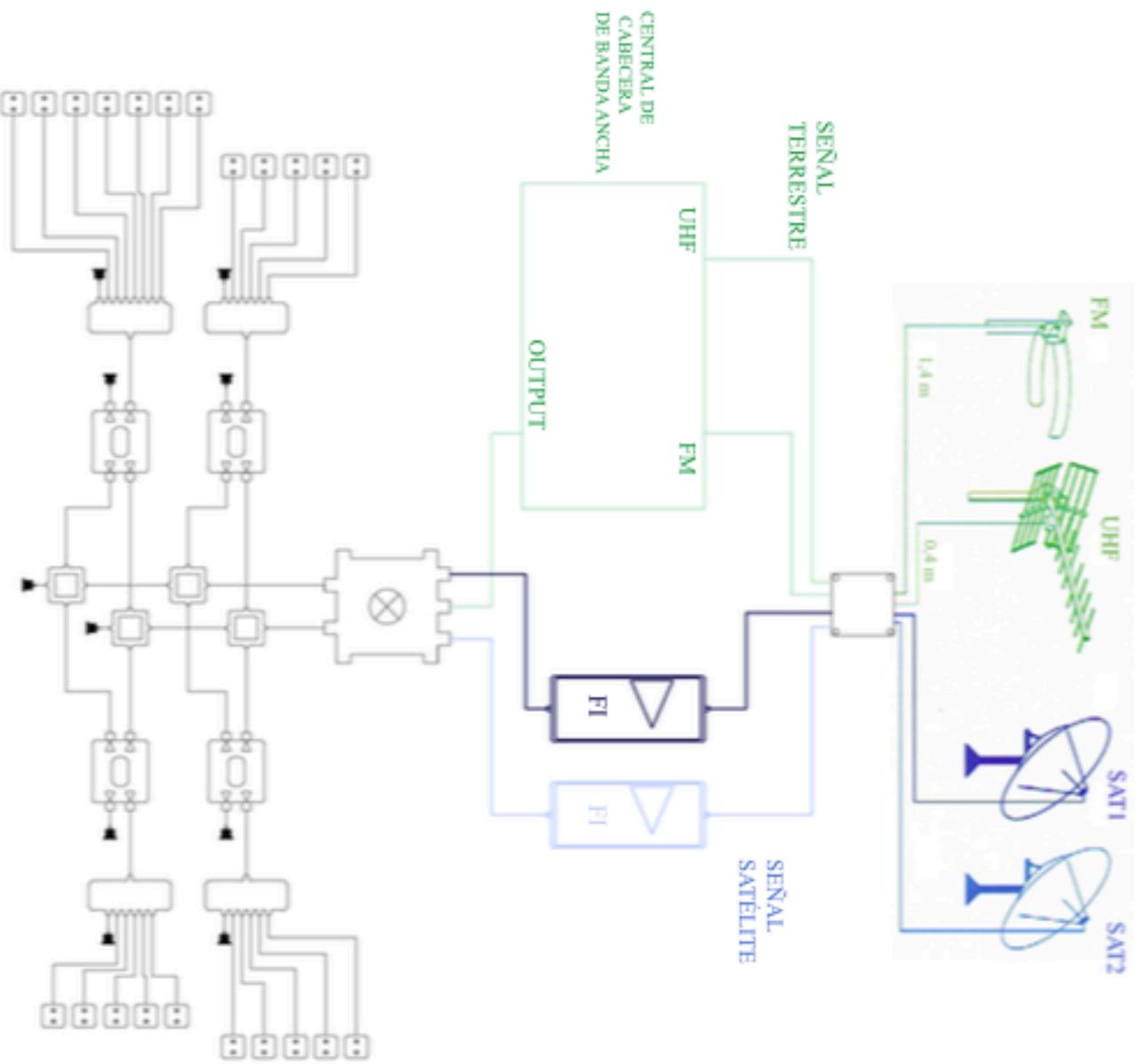
1.1.1 Tabla 45. Resumen de los elementos necesarios

3 PLANOS

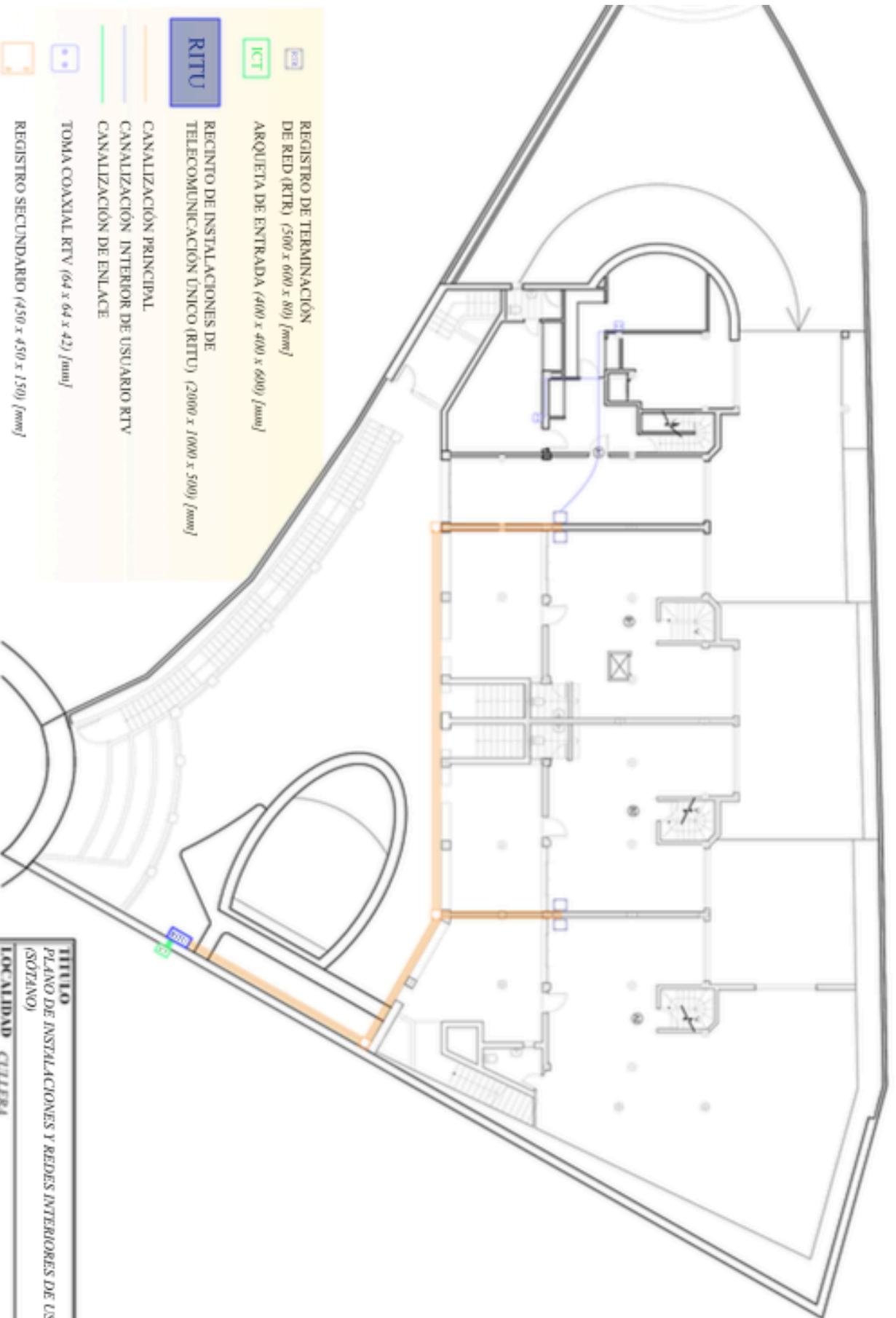


- ICT** ARQUETA DE ENTRADA
(400 x 400 x 600) [mm]
-  REGISTRO DE ENLACE SUPERIOR
(360 x 360 x 120) [mm]
-  RECINTO DE INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIÓN ÚNICO (RITU)
(2000 x 1000 x 500) [mm]
-  REGISTRO DE TERMINACIÓN DE RED (RTR)
(500 x 600 x 80) [mm]

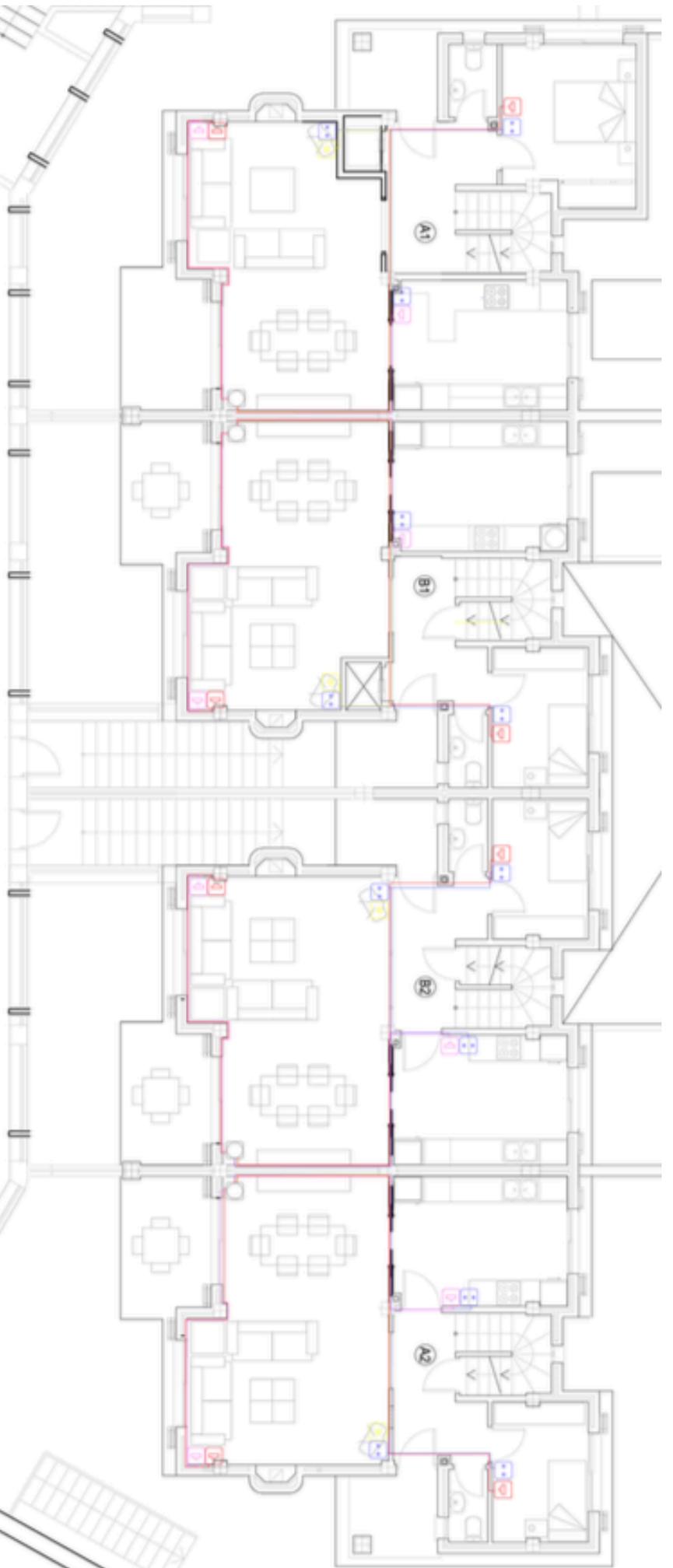
TÍTULO	ESQUEMA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS PARA REDES DE ALIMENTACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y DISPERSIÓN		Nº PLANO	1
LOCALIDAD	CULLERA			
AUTOR/IA	ANDREA ORTIZ - VILLAMOS GAMÓN			
ESCALA		FECHA	SEPTIEMBRE 2017	

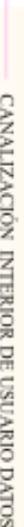
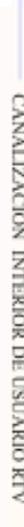


TÍTULO		Nº PLANO 2
ESQUEMA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS PARA REDES DE ALIMENTACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y DISPERSIÓN		
LOCALIDAD CULLERA		
AUTOR/A	ANDREA ORTIZ - VILLALBA GARCÓN	
ESCALA	1:1000	FECHA SEPTIEMBRE 2017

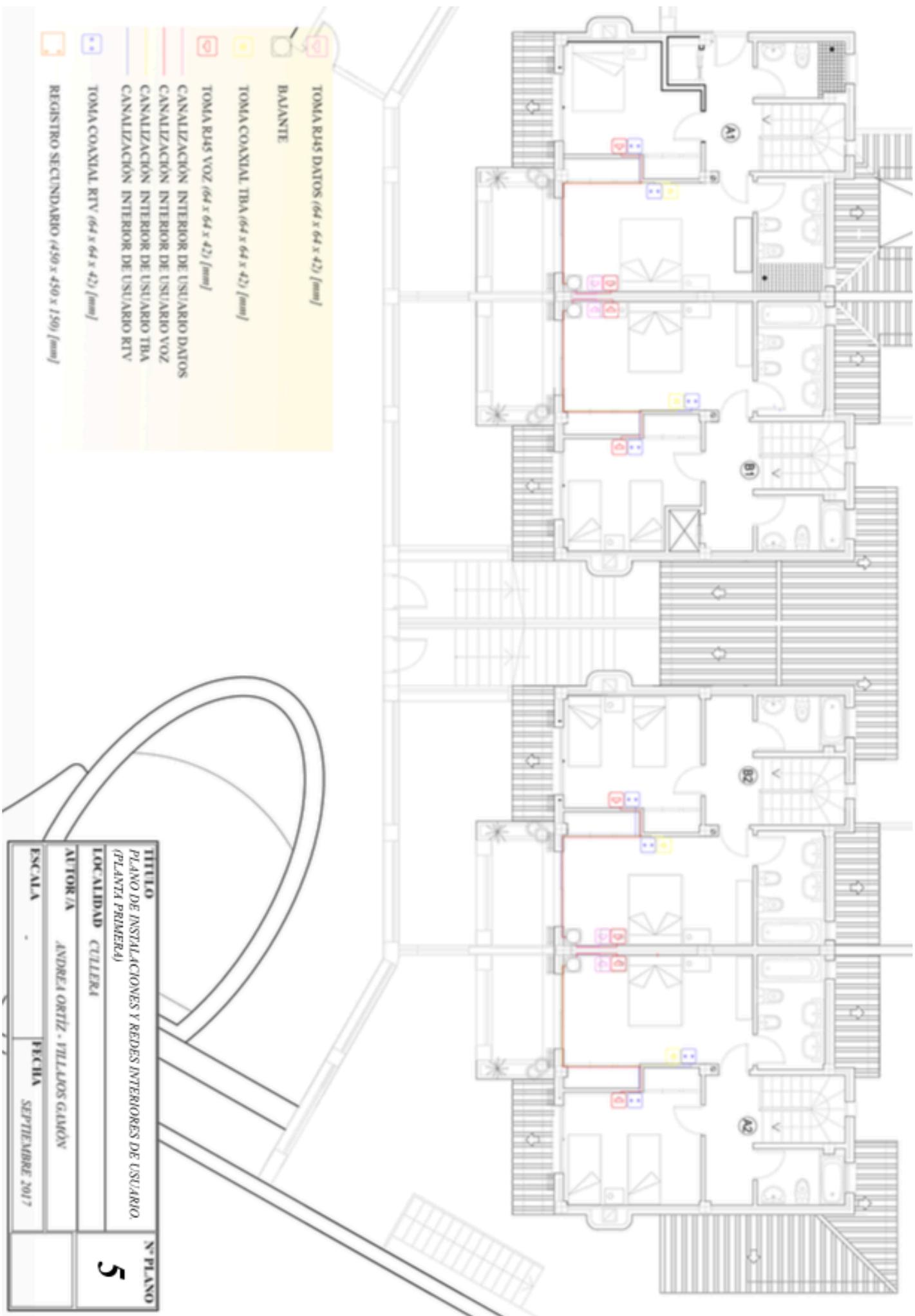


TITULO		N° PLANO 3
PLANO DE INSTALACIONES Y REDES INTERIORES DE USUARIO (SOTANO)		
LOCALIDAD CULIACA		
AUTORIA	ANDREA ORTIZ - VILLANOS GAMON	
ESCALA	FECHA SEPTIEMBRE 2017	

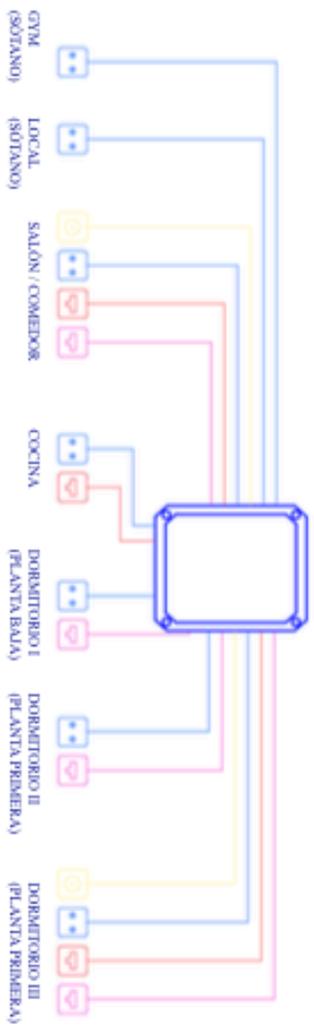


-  TOMA RJ45 DATOS (64 x 64 x 42) [mm]
-  BALANTE
-  TOMA COAXIAL TBA (64 x 64 x 42) [mm]
-  TOMA RJ45 VOZ (64 x 64 x 42) [mm]
-  CANALIZACIÓN INTERIOR DE USUARIO DATOS
-  CANALIZACIÓN INTERIOR DE USUARIO VOZ
-  CANALIZACIÓN INTERIOR DE USUARIO TBA
-  CANALIZACIÓN INTERIOR DE USUARIO RTV
-  TOMA COAXIAL RTV (64 x 64 x 42) [mm]
-  REGISTRO SECUNDARIO (450 x 450 x 150) [mm]

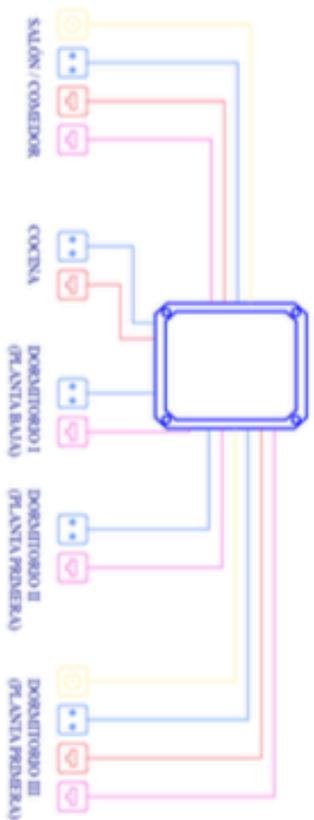
TITULO		N° PLANO 4
PLANO DE INSTALACIONES Y REDES INTERIORES DE USUARIO. (PLANTA BAJA)		
LOCALIDAD CILLERI		
AUTORIA ANDREA ORTIZ - TILLALOS GAMON		
ESCALA	FECHA	
	SEPTIEMBRE 2017	



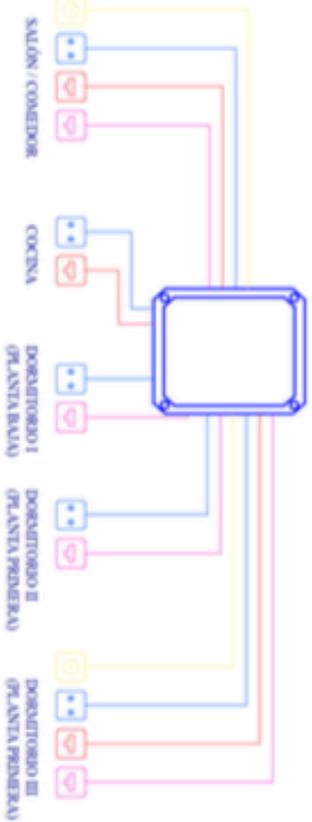
VIVIENDA A1



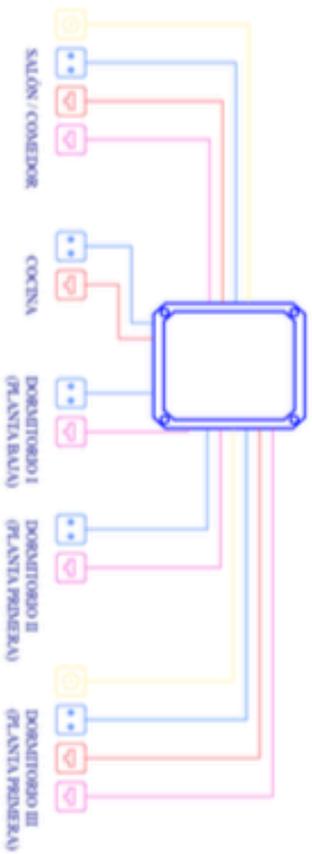
VIVIENDA B1



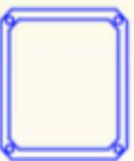
VIVIENDA B2



VIVIENDA A2

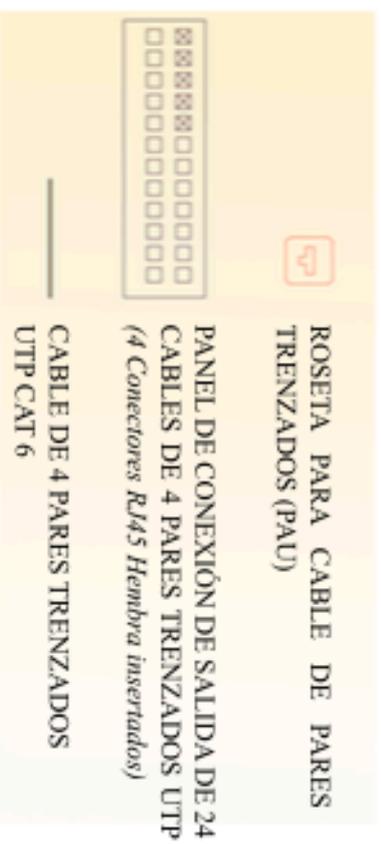
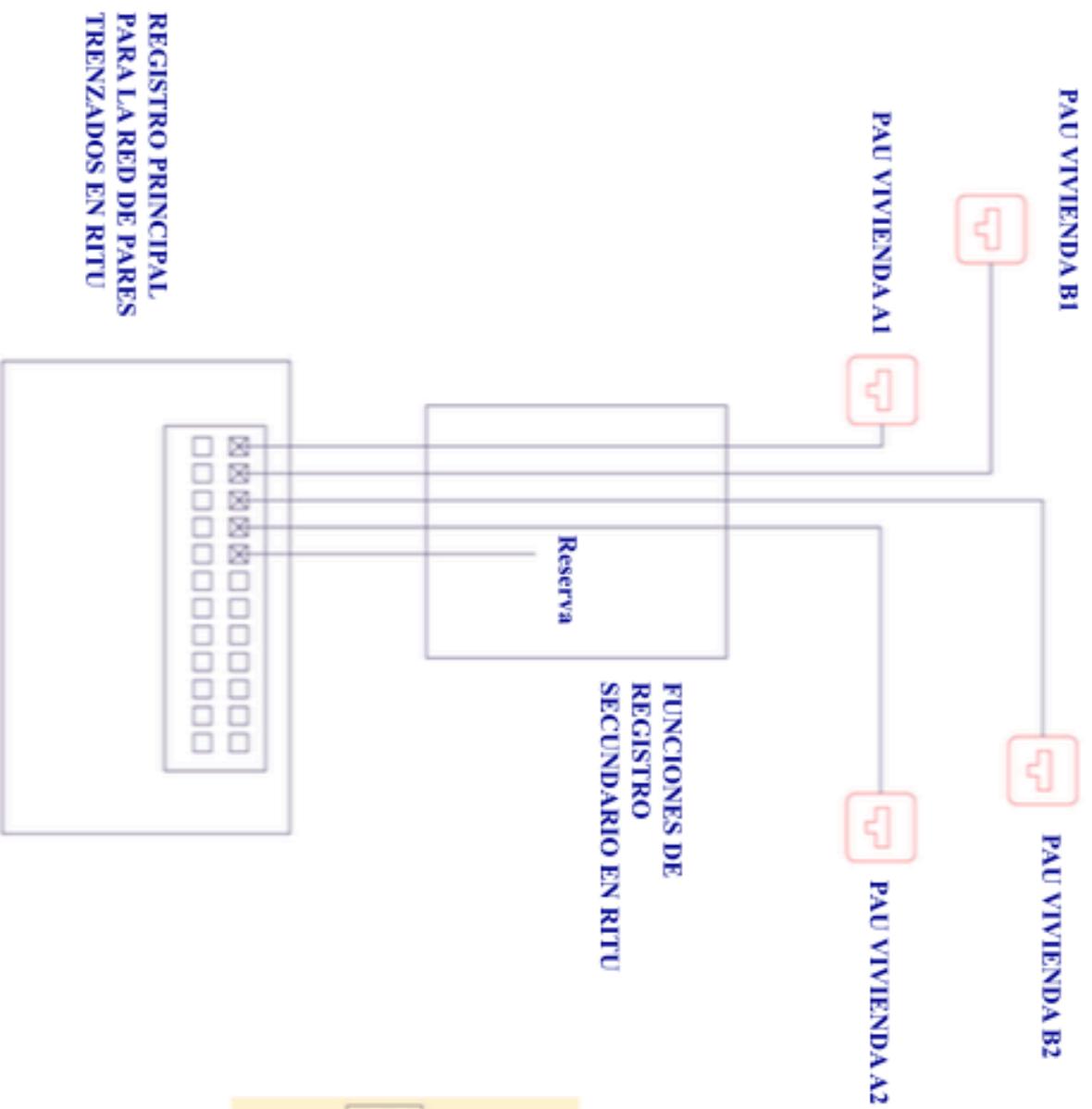


-  TOMA COAXIAL RTV (64 x 64 x 42) [mm]
-  TOMA RJ45 VOZ (64 x 64 x 42) [mm]
-  TOMA RJ45 DATOS (64 x 64 x 42) [mm]
-  TOMA COAXIAL TBA (64 x 64 x 42) [mm]

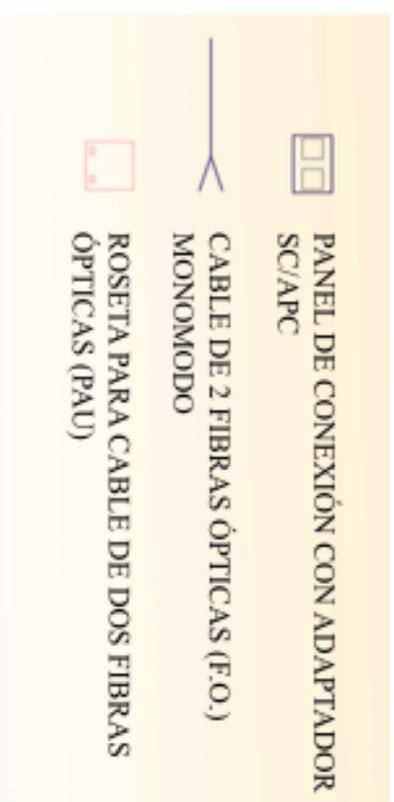
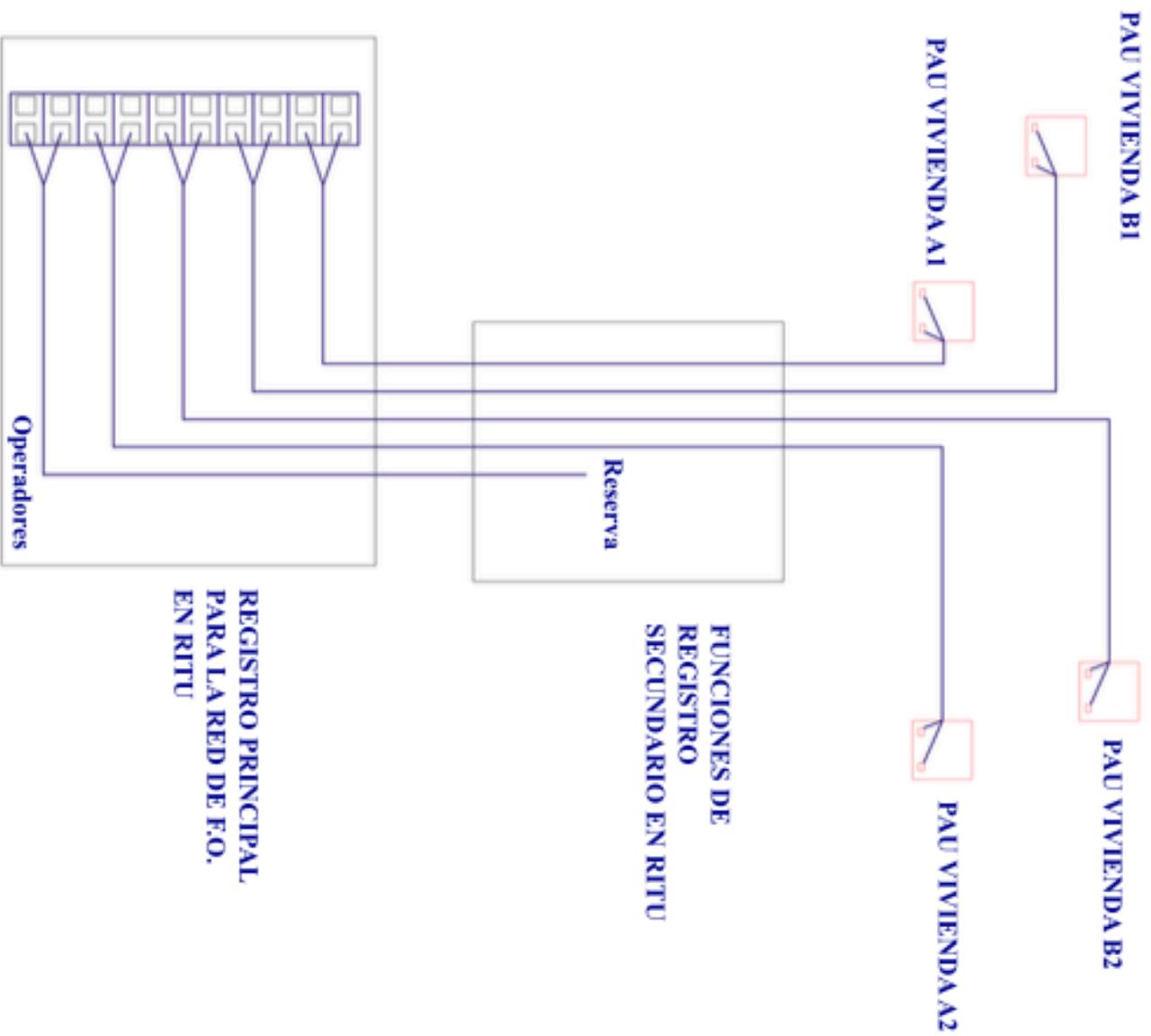


REGISTRO DE TERMINACIÓN
DE RED (RTR) (500 x 600 x 80) [mm]

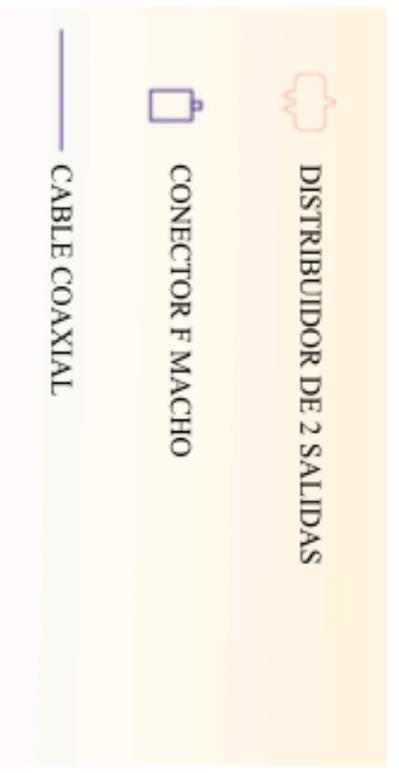
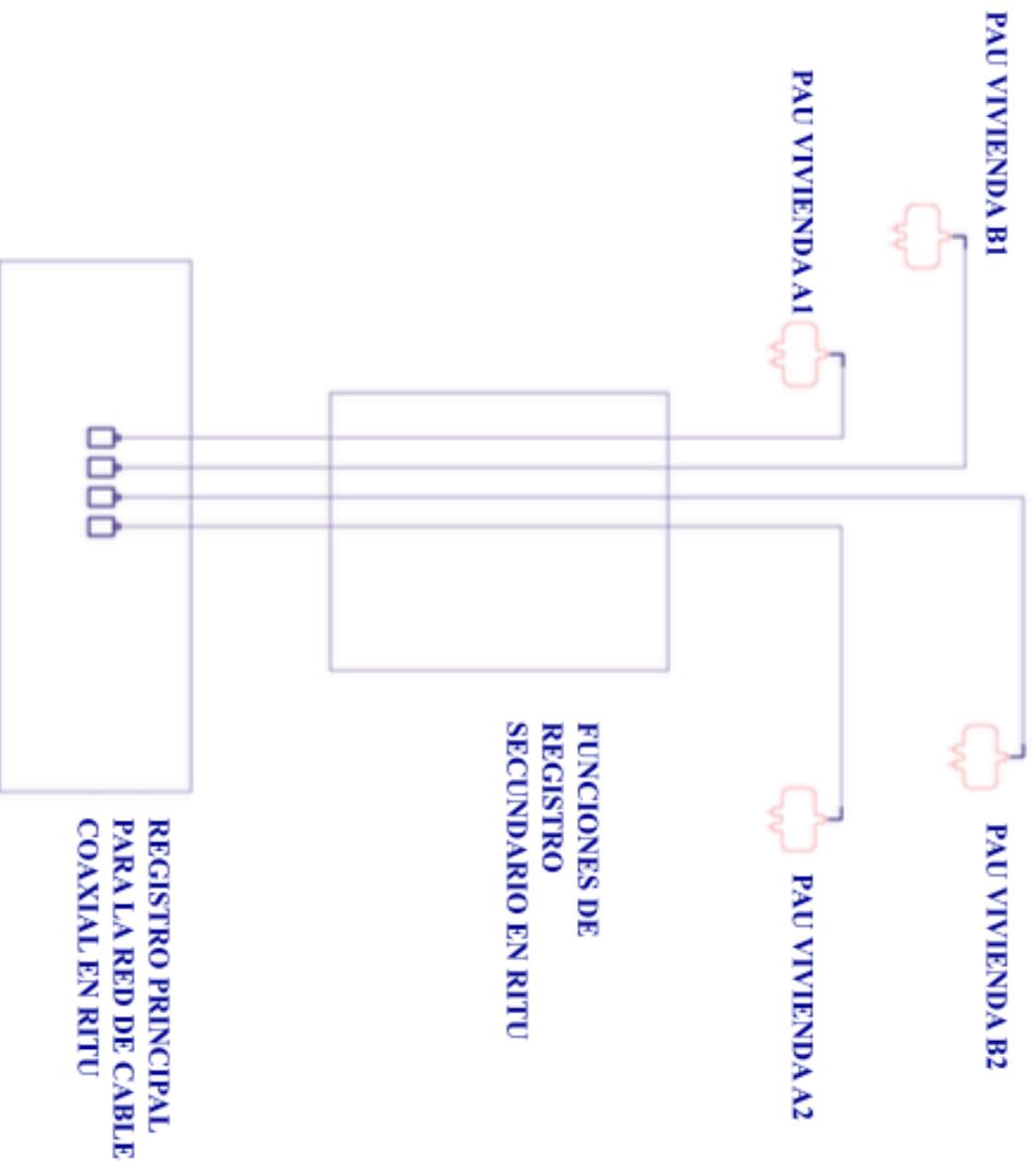
TÍTULO		Nº PLANO
ESQUEMA DE PRINCIPIO DE REDES INTERIORES DE USUARIO		6
LOCALIDAD	CULLERA	
AUTORIA	ANDREA ORTIZ - VILLALOS GARDÓN	
ESCALA	-	FECHA SEPTIEMBRE 2017



TÍTULO		Nº PLANO
ESQUEMA DE PRINCIPIO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN Y DISEÑO DE PERFORACIÓN DE CABLE TRENZADO		7
LOCALIDAD	CULLERA	
AUTOR/TA	ANDREA ORTIZ - VILLALOS GAMÓN	
ESCALA	1:1000	FECHA SEPTIEMBRE 2017

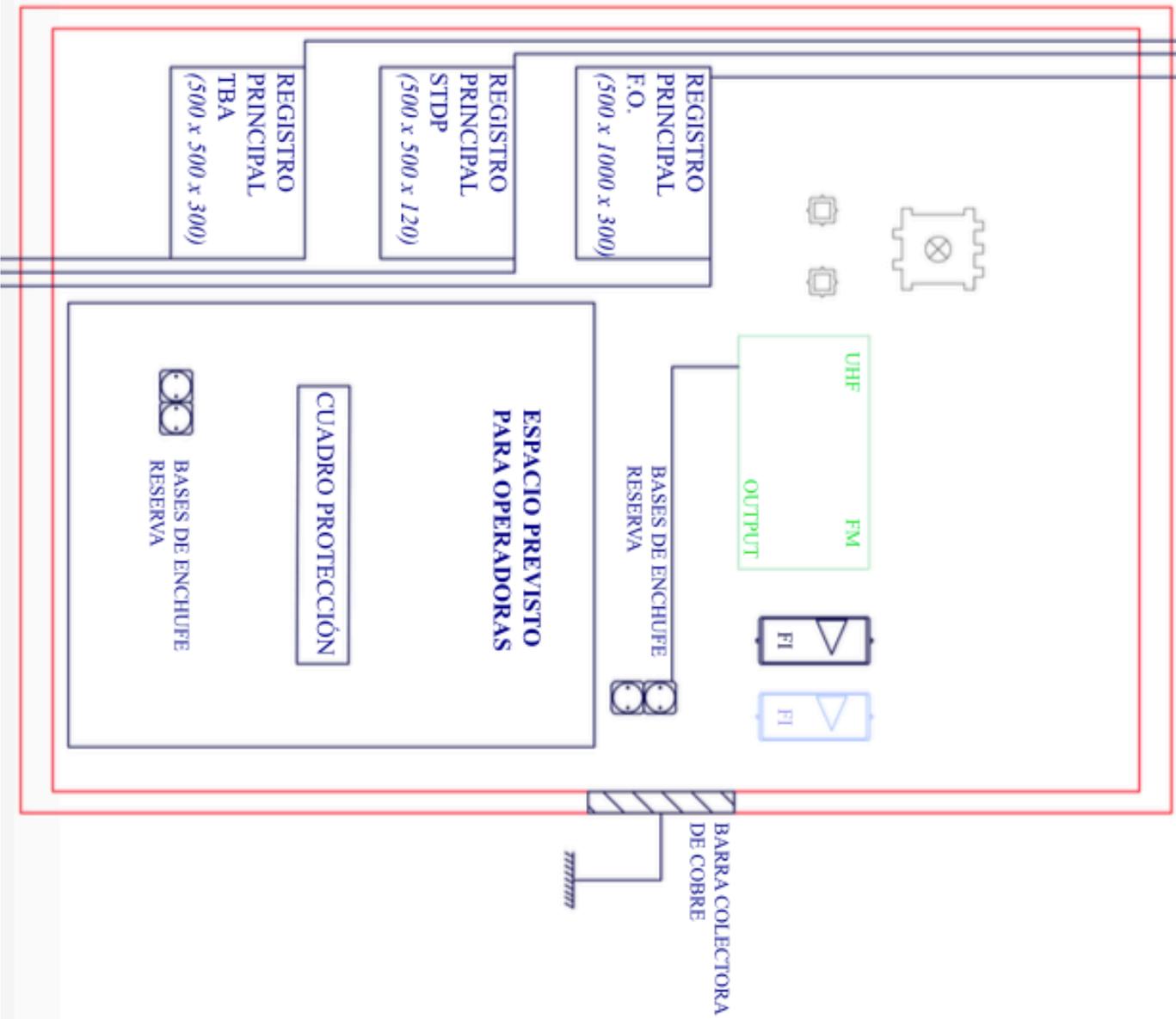


TÍTULO		Nº PLANO
ESQUEMA DE PRINCIPIO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN Y DISPERSIÓN DE FIBRA ÓPTICA		8
LOCALIDAD		
CILLERA		
AUTOR/IA		
ANDREA ORTIZ - VILLADOS GARCÓN		
ESCALA		
-	FECHA	
	SEPTIEMBRE 2017	



TITULO		9
ESQUEMA DE PRINCIPIO DE REDES DE DISTRIBUCION Y DISPERSION DE CABLE COAXIAL		
LOCALIDAD	CILLERA	
AUTOR/A	ANDREA ORTIZ - VILLALOS GAMON	
ESCALA	-	FECHA SEPTIEMBRE 2017

RITU (2000 x 1000 x 500) [mm]



TITULO		Nº PLANO 10
ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN INTERIOR RITU		
LOCALIDAD	CULLERA	
AUTORIA	ANDREA ORTIZ - TILLOS GAMÓN	
ESCALA		FECHA SEPTIEMBRE 2017

4 Pliego de Condiciones

4.1 Condiciones de la instalación

La captación y adaptación de señales de Radiodifusión sonora y TV por satélite no son objeto de este Proyecto, sí lo es su distribución. Se ha diseñado la Red de Distribución teniendo en cuenta los requisitos técnicos establecidos en el Reglamento de ICT para que estas señales puedan ser recibidas cuando la propiedad del inmueble lo decida.

4.1.1 Condiciones de acceso a los sistemas de captación

Los sistemas de captación se instalarán sobre la caseta de hormigón prevista para el RITU en la zona común, de forma que tiene un fácil acceso para todos los usuarios.

4.1.2 Características de los sistemas de captación

El conjunto para la captación de servicios de televisión terrestre estará compuesto por las antenas, mástil y demás sistemas de sujeción de antena necesarios para la recepción de las señales de radiodifusión sonora y de televisión terrestre difundidas por entidades con título habilitante.

4.1.2.1 Antenas

Las características de las antenas serán al menos las siguientes:

FM: Omnidireccional

Ganancia: 1dB

ROE < 2

Carga del viento (150 km/h): <37 N

UHF: Antena directiva UHF para los canales 21 a 69.

Ganancia: >19 dB

Carga del viento (150 km/h): <141 N

ROE: <2 dB



Figura 4. Antena FM



Figura 5. Antena UHF

4.1.2.2 Elementos de sujeción de las antenas para televisión terrestre

Las antenas FM y UHF se colocarán en un mástil de hierro de 1,45 metros y 35 mm de diámetro y 1,5 mm de espesor.

Sobre este mástil se situarán, únicamente, las antenas aquí especificadas y no podrá colocarse sobre el conjunto ningún otro elemento mecánico sin la autorización previa de un proyectista o del director de obra de ICT, caso en que existiese.

Los mástiles, tubos de mástiles y elementos anexos: soportes, anclajes, etc. deberán ser de materiales resistentes a la corrosión o tratados convenientemente a estos efectos y, deberán impedir, o al menor dificultar la entrada de agua en ellos y, en todo caso, deberán garantizar la evacuación de la que se pudiera recoger.

4.1.2.3 Elementos de sujeción de las antenas para televisión por satélite

Se usarán pernos de 16 mm de diámetro anclados directamente al techo de la caseta de hormigón.

4.2 Características de los elementos activos

4.2.1 Amplificadores

El equipo de amplificación tendrá las siguientes características:

Margen de frecuencia	MHz	47-862
Ganancia	dB	-2,5
Nivel de salida	dBuV	-
Corriente de paso máxima	mA	500
Consumo de corriente	mA	60
Dimensiones	mm	100 x 65 x 27

Tabla 46. Características de los amplificadores



Figura 6. Amplificador

4.3 Características de los elementos pasivos

4.3.1 Mezclador

Se utilizará un doble mezclador de FI para mezcla de TSAT. Posee tres entradas (FI 1, MATV, FI2) y dos salidas (FI 1+MATV, FI 2+MATV). Debe tener las siguientes características:

Margen de frecuencia	5-862 MHz	950-2400 MHz
Pérdidas de inserción	<5,5 dB	<1 dB
Pérdidas de retorno	>7 dB	>6 dB
Paso de continua	LNB/A, LNB/B	400 mA
Índice de protección	IP 20	

Tabla 47. Características del mezclador

4.3.2 Derivador

Se instalará un derivador de dos salidas, uno para cada bajante, con conexión tipo Easy F que permite una rápida instalación.

Margen de frecuencias		5-2400 MHz	
Salidas		N°	
Atenuación in-> Out	MATV	dB	1
	IF SAT		2,2
Atenuación In->D1/D2	MATV		16
	IF SAT		17
Rechazo entre salidas			>42
Tensión máxima		Vdc	40
Corriente máxima		mA	300
Dimensiones		mm	57x47x13
Peso		gr	56

Tabla 48. Características del derivador

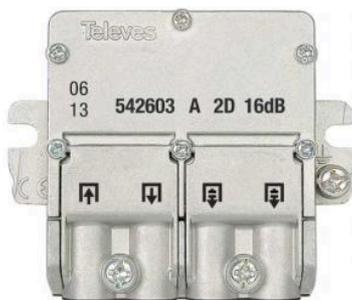


Figura 7. Derivador de dos salidas

4.3.3 Repartidores

Se instalarán repartidores de 6 y 8 salidas.

6 salidas:

Salidas	N°	6
Pérdidas de inserción	47-862 MHz	10 dB
	950-2400 MHz	12 dB
Rechazo entre salidas		>20 dB
Corriente máxima	A	1
Dimensiones	mm	135x55x26
Peso	gr	175

Tabla 50. Características del repartidor de 6 salidas



Figura 8. Repartidor de 6 salidas

8 salidas:

Salidas	N°	8
Pérdidas de inserción	47-862 MHz	12 dB
	950-2400 MHz	14 dB
Rechazo entre salidas		>20 dB

Corriente máxima	A	1
Dimensiones	mm	135x55x26
Peso	gr	225

Tabla 51. Características del repartidor de 8 salidas



Figura 9. Repartidor de 8 salidas

4.3.4 Cables

El cable utilizado deberá cumplir lo dispuesto en las normas UNE-EN 50117-2-4 para instalaciones interiores. Se utilizará cable de 7 mm de diámetro exterior y su velocidad de propagación será mayor o igual a 0,7. Deberá tener una Impedancia característica media de $75 \pm 3 \Omega$.

El conductor central será de cobre y el dieléctrico de polietileno celular físico. El cable coaxial deberá estar convenientemente apantallado mediante cinta metalizada y trenza de cobre o aluminio. La cubierta del cable deberá ser no propagadora de la llama y de baja emisión y opacidad de humo.

Los cálculos de este proyecto están basados en un cable con las atenuaciones típicas siguientes:

Frecuencia	Atenuación
5 MHz	1,1
60 MHz	4,1
90 MHz	5
750 MHz	15,4
862 MHz	16,6
950 MHz	17,5
2150 MHz	27,5
3000 MHz	33

4.3.5 Tomas

Tipo	1
Banda cubierta	5-2150 MHz
Pérdidas de derivación UHF	$2 \pm 0,5$ dB
Pérdidas de derivación FI	$3,5 \pm 0,5$ dB
Impedancia	75Ω
Pérdidas de retorno	>10 dB

Tabla 52. Características de las tomas



Figura 10. Toma RTV

Cualquiera que sea la marca de los materiales elegidos, las atenuaciones por ellos producidas en cualquier toma de usuario, no deberán superar los valores que se obtendrían si se utilizasen los indicados en éste y en anteriores apartados.

Estos materiales deberán permitir el cumplimiento de las especificaciones relativas a desacoples, ecos y ganancia y fase diferenciales, además del resto de especificaciones relativas a calidad calculadas en esta memoria.

4.3.6 Distribución de señales de televisión y radiodifusión sonora por satélite

El conjunto para la captación de servicios digitales por satélite de dos plataformas a través de los satélites HISPASAT y ASTRA, estará constituido por los elementos que se especifican a continuación:

	HISPASAT	ASTRA
Diámetro de la antena	75 cm	85 cm
Figura de ruido del LNB	0,3 dB	0,3 dB
Ganancia del LNB	58 dB	58 dB
Impedancia de salida	75 Ω	75 Ω

Tabla 52. Características de los elementos de captación por satélite



Figura 11. Antena parabólica



Figura 12. Conversor LNB

Amplificador FI

Nivel de salida máxima	123 dBuV
Banda cubierta	950-2150 MHz
Ganancia mínima	40 dB
Margen de regulación de la ganancia	>10 dB
Figura de ruido máxima	10 dB

Tabla 53. Características de los amplificadores FI

4.4 STDP y TBA (Servicios de telecomunicaciones de telefonía disponible al público y de banda ancha)

Será responsabilidad de la propiedad de la edificación, el diseño e instalación de las redes de distribución, dispersión e interior de usuario de estos servicios.

4.4.1 Redes de cables de pares trenzados STDP

Características de los cables

Los cables de pares trenzados se utilizan en la red de distribución y dispersión y en la red interior de usuario. Estos serán, como mínimo, de 4 pares de hilos conductores de cobre con aislamiento individual sin apantallar clase E (Categoría 6) y deberán cumplir las especificaciones de la norma UNE-EN 50288-6-1. Para la red de interior de usuario se utilizará el mismo tipo de cable, con cubierta de material no propagador de la llama, libre de halógenos y baja emisión de humos. Las redes de distribución y dispersión deberán cumplir los requisitos especificados en las normas UNE-EN 50174-1:2001, UNE-EN 50174-2 y UNE-EN 50174-3.

Los cables de pares trenzados que se utilizarán en este proyecto deberán tener una atenuación máxima de 34 dB/100 metros a 300 MHz y serán de categoría 6 clase E o superior.

4.4.1.1 Características de los elementos pasivos

Los elementos de conexión (regletas y conectores) de pares metálicos cumplirán los siguientes requisitos eléctricos:

- La resistencia de aislamiento entre contactos, en condiciones normales (23 °C, 50% H.R.), deberá ser superior a $10^6 M\Omega$.
- La resistencia de contacto con el punto de conexión de los cables/hilos deberá ser inferior a $10 m\Omega$.
- La rigidez dieléctrica deberá ser tal que soporte una tensión, entre contactos, de $1000 V_{efca} \pm 10\%$ y $1500 V_{cc} \pm 10\%$.

Panel de conexión para cables de pares trenzados

El panel de conexión para cables de pares trenzados, en el punto de interconexión, alojará tantos puertos como cables que constituyen la red de distribución. Cada uno de estos puertos, tendrá un lado preparado para conectar los conductores de cable de la red de distribución, y el otro lado estará formado por un conector hembra miniatura de 8 vías (RJ45) de tal forma que en el mismo se permita el conexionado de los cables de acometida de la red de alimentación o de los latiguillos de interconexión. Los conectores cumplirán la norma UNE-EN 50173-1.

Punto de Acceso al Usuario

El conector de la roseta de terminación de los cables de pares trenzados será un conector hembra miniatura de 8 vías (RJ45) con todos los contactos conexionados. Este conector cumplirá las normas UNE-EN 50173-1.

Conectores para cables de par trenzado

Las diferentes ramas de la red interior de usuario partirán del interior del PAU equipados con conectores macho miniatura de ocho vías (RJ45) dispuestas para cumplir la norma UNE-EN 50173-1. Las bases de acceso de los terminales estarán dotadas de uno o varios conectores hembra miniatura de ocho vías (RJ45) dispuestas para cumplir la citada norma.

4.4.2 Redes de cables de Fibra Óptica

El cable de acometida óptica será individual de 2 fibras ópticas con el siguiente código de colores:

Fibra 1: verde. Fibra 2: roja.

Las fibras ópticas que se utilizarán serán monomodo del tipo G.657 categoría A2 o B3, con baja sensibilidad a curvaturas y están definidas en la Recomendación UIT-T G.657.

El cable deberá ser completamente dieléctrico, no poseerá ningún elemento metálico y el material de la cubierta de los cables debe ser termoplástico, libre de halógenos, retardante a la llama y de baja emisión de humos.

En lo relativo a los elementos de refuerzo, deberán ser suficientes para garantizar que para una tracción de 450 N, no se producen alargamientos permanentes de las fibras ópticas ni aumentos de la atenuación. Su diámetro estará en torno a 4 milímetros y su radio de curvatura mínimo deberá ser 5 veces el diámetro (2 cm).

Se comprobará la continuidad de las fibras ópticas de las redes de distribución y dispersión y su correspondencia con las etiquetas de las regletas o las ramas, mediante un generador de señales ópticas en las longitudes de onda (1310 nm, 1490 nm y 1550 nm) en un extremo y un detector o medidor adecuado en el otro extremo.

Las medidas se realizarán desde las regletas de salida de fibra óptica, situadas en el registro principal óptico del RITI, hasta los conectores ópticos de la roseta de los PAU situada en el registro de terminación de red de cada vivienda, local o estancia común.

La atenuación óptica de la red de distribución y dispersión de fibra óptica no deberá ser superior a 2 dB en ningún caso, recomendándose que no supere 1.55 dB.

4.4.2.1 Características de los elementos pasivos

Caja de interconexión de cables de fibra óptica

La caja de interconexión de cables de fibra óptica estará situada en el RITI, y constituirá la realización física del punto de interconexión y desarrollará las funciones de registro principal óptico. La caja se realizará en dos tipos de módulos:

- Módulo de salida para terminar la red de fibra óptica del edificio (uno o varios).
- Módulo de entrada para terminar las redes de alimentación de los operadores.

El módulo básico para terminar la red de fibra óptica del edificio permitirá la terminación de 8 conectores en regletas donde se instalarán las fibras de la red de distribución terminadas en un conector SC/APC con su correspondiente adaptador. Se instalarán tantos módulos como sean necesarios para atender la totalidad de la red de distribución de la edificación. Los módulos de la red de distribución de fibra óptica de la edificación dispondrán de los medios necesarios para su instalación en pared y para el acoplamiento o sujeción mecánica de los diferentes módulos entre sí. Las cajas que los alojan estarán dotadas con los elementos pasacables necesarios para la introducción de los cables en las mismas. Los módulos de terminación de red óptica deberán haber superado las pruebas de frío, calor seco, ciclos de temperatura, humedad y niebla salina, de acuerdo a la parte correspondiente de la familia de normas UNE-EN 60068-2. Si las cajas son de material plástico, deberán cumplir la prueba de autoextinguibilidad y haber superado las pruebas de resistencia frente a líquidos y polvo de acuerdo a las normas UNE 20324, donde el grado de protección exigido será IP 55. También, deberán haber superado la prueba de impacto de acuerdo a la norma UNE-EN 50102. Finalmente, las cajas deberán haber superado las pruebas de carga estática, flexión, carga axial en cables, vibración, torsión y durabilidad, de acuerdo con la parte correspondiente de la familia de normas UNE-EN 61300-2.

Roseta de fibra óptica

La roseta para cables de fibra óptica estará situada en el RTR y estará formada por una caja que, a su vez, contendrá o alojará los conectores ópticos SC/APC de terminación de la red de dispersión de fibra óptica.

Las rosetas deberán haber superado las mismas pruebas de frío, calor seco, ciclos de temperatura, humedad y niebla salina, de autoextinguibilidad, de resistencia frente a líquidos y polvo de pruebas de carga estática, impacto, flexión, carga axial en cables, vibración, torsión y durabilidad, , de acuerdo con la parte correspondiente de la familia de normas UNE-EN 61300-2. La caja de la roseta óptica estará diseñada para alojar dos conectores ópticos, como mínimo, con sus correspondientes adaptadores.

Conectores para cables de fibra óptica

Los conectores para cables de fibra óptica serán de tipo SC/APC con su correspondiente adaptador, para ser instalados en los paneles de conexión preinstalados en el punto de interconexión del registro principal óptico y en la roseta óptica del PAU, donde irán equipados con los correspondientes adaptadores. Las características de los conectores ópticos responderán al proyecto de norma PNE-prEN 50377-4-2.

4.4.3 Redes de cables coaxiales TBA

Los cables coaxiales a utilizar en las redes de distribución y dispersión serán de los tipos RG-6, RG-11 y RG-59. Cumplirán con las especificaciones de las Normas UNE-EN 50117-2-1 y de la Norma UNE-EN 50117-2-2 y cumpliendo:

- Impedancia característica media 75 Ohmios.
- Conductor central de acero recubierto de cobre de acuerdo a la Norma UNE-EN-50117-1.
- Dieléctrico de polietileno celular físico, expandido mediante inyección de gas de acuerdo a la norma UNE-EN 50290-2-23, estando adherido al conductor central.
- Pantalla formada por una cinta laminada de aluminio-poliéster-aluminio solapada y pegada sobre el dieléctrico.
- Malla formada por una trenza de alambres de aluminio, cuyo porcentaje de recubrimiento será superior al 75 %.
- Cubierta externa de PVC, resistente a rayos ultravioleta para el exterior, y no propagador de la llama debiendo cumplir la normativa UNE-EN 50265-2 de resistencia de propagación de la llama.
- Cuando sea necesario, el cable deberá estar dotado con un compuesto anti-humedad contra la corrosión, asegurando su estanqueidad longitudinal.

Los diámetros exteriores y atenuación máxima de los cables cumplirán:

	RG-11	RG-6	RG-59
Diámetro exterior (mm)	10.3 ± 0.2	7.1 ± 0.2	6.2 ± 0.2
Atenuaciones	dB/100 m	dB/100 m	dB/100 m
5 MHz	1.3	1.9	2.8
862 MHz	13.5	20	24.5
Atenuación de apantallamiento	Clase A según apartado 5.1.2.7 de las Normas UNE-EN 50117-2-1 y UNE-EN 50117-2-2		

Tabla 54. Características de los cables de TBA

Características de los elementos pasivos

Todos los elementos pasivos de exterior permitirán el paso y corte de corriente incluso cuando la tapa esté abierta.

Todos los elementos pasivos utilizados en la red de cables coaxiales tendrán una impedancia nominal de 75 Ω, con unas pérdidas de retorno superiores a 15 dB en el margen de frecuencias de funcionamiento de los mismos que, al menos, estará comprendido entre 5 MHz y 1.000 MHz, y estarán diseñados de forma que permitan la transmisión de señales en ambos sentidos simultáneamente.

La respuesta amplitud-frecuencia de los derivadores cumplirá lo dispuesto en la norma UNE EN- 50083-4, tendrán una directividad superior a 10 dB, un aislamiento derivación-salida superior a 20 dB y su aislamiento electromagnético cumplirá lo dispuesto en la norma UNE EN 50083-2.

Todos los puertos de los elementos pasivos estarán dotados con conectores tipo F y la base de los mismos dispondrá de un herraje para la fijación del dispositivo en pared. Su diseño será tal que asegure el apantallamiento electromagnético y, en el caso de los elementos pasivos de exterior, la estanqueidad del dispositivo.

Cargas tipo F inviolables

Estarán constituidas por un cilindro formado por una pieza única de material de alta resistencia a la corrosión. El puerto de entrada F tendrá una espiga para la instalación en el puerto F hembra del derivador. La rosca de conexión será de 3/8-32.

Cargas de terminación

La carga de terminación coaxial a instalar en todos los puertos de los derivadores o distribuidores (incluidos los de terminación de línea) que no lleven conectado un cable de acometida será una carga de 75 ohmios de tipo F.

Conectores

Con carácter general en la red de cables coaxiales se utilizarán conectores de tipo F universal de compresión.

Distribuidor

Estará constituido por un distribuidor simétrico de dos salidas equipadas con conectores del tipo F hembra.

Bases de acceso de Terminal

Cumplirán las siguientes características:

Características físicas: Según normas UNE 20523-7 (Instalaciones de antenas colectivas. Caja de toma), UNE 20523-9 (Instalaciones de antenas colectivas. Prolongador) y UNE- EN 50083-2 (Redes de distribución por cable para señales de televisión, señales de sonido y servicios interactivos. Parte 2: Compatibilidad electromagnética de los equipos).

- Impedancia: 75 Ω .
- Banda de frecuencia: 86-862 MHz.
- Banda de retorno 5-65 MHz.
- Pérdidas de retorno TV (40-862 MHz): $\geq 14\text{dB}-1'5\text{dB/Octava}$ y en todo caso $\geq 10 \text{ dB}$.
- Pérdidas de retorno radiodifusión sonora FM: $\geq 10 \text{ dB}$.

4.4.4 Infraestructuras

4.4.4.1 Arqueta de entrada

Para la ubicación de la arqueta de entrada, que se muestra en el plano XXXX, se ha tenido en cuenta que quede lo más cerca posible del punto de entrada general al edificio de modo que la canalización externa sea lo más corta posible. Posteriormente y antes de la realización del Acta de Replanteo se deberá cursar la consulta a los operadores en la que se les informará por parte del director de obra de esta ubicación. En caso de que los operadores propongan justificadamente otra ubicación, el director de obra realizará el Anexo correspondiente para reflejar la ubicación definitiva y la modificación en la canalización externa. Será preferentemente de hormigón armado o de otro material siempre que soporten las sobrecargas normalizadas en cada caso y el empuje del terreno. Se presumirán conformes las tapas que cumplan lo especificado en la Norma UNE-EN 124 para la Clase B 125, con una carga de rotura superior a 125 kN. Deberá tener un grado de protección IP 55. La arqueta de entrada, además, dispondrá de cierre de seguridad y de dos puntos para tendido de cables en paredes opuestas a las entradas de conductos situados a 150 mm del fondo, que soporten una tracción de 5 kN. Se presumirán conformes con las características anteriores las arquetas que cumplan con la Norma UNE 133100-2 En la tapa deberán figurar las siglas ICT.

i.vi.iv.ii. Características de las canalizaciones

Con carácter general, e independientemente de que estén ocupados total o parcialmente, todos los tubos de la ICT estarán dotados con el correspondiente hilo-guía para facilitar las tareas de mantenimiento de la infraestructura. Dicha guía será de alambre de acero galvanizado de 2 mm de diámetro o cuerda plástica de 5 mm de diámetro, sobresaldrá 200 mm en los extremos de cada tubo y deberá permanecer aún cuando se produzca la primera o siguientes ocupaciones de la canalización. En este último caso, los elementos de guiado no podrán ser metálicos.

Características de la canalización externa y de enlace

La canalización de enlace inferior es prolongación de la canalización externa y estará formada por tubos de 63 mm de diámetro exterior, cumpliendo las Normas UNE-EN 50086 y UNE-EN 61386. La canalización de enlace superior estará formada por tubos de 40 mm de diámetro exterior y cumplirá las Normas UNE-EN 50086 y UNE-EN 61386.

Características de la canalización principal

La canalización principal está formada por tubos de 50 mm de diámetro exterior según se especifica en la memoria, que serán de plástico no propagador de la llama y deberán cumplir la norma UNE 50086, y UNE EN 61386, debiendo ser de pared interior lisa.

Características de la canalización secundaria

La canalización secundaria está formada por tubos de 25 mm de diámetro exterior según se especifica en la memoria, que serán de plástico no propagador de la llama y deberán cumplir la norma UNE 50086, y UNE EN 61386, y serán de pared corrugada.

Características de la canalización interior de usuario

La canalización interior de usuario está formada por tubos de 20 mm de diámetro exterior según se especifica en la memoria, que serán de plástico no propagador de la llama y deberán cumplir la norma UNE 50086, y UNE EN 61386, y serán de pared corrugada.

Condiciones de instalación de las canalizaciones

Como norma general, las canalizaciones deberán estar, como mínimo, a 10 cm. de cualquier encuentro entre dos paramentos. Los tubos de la canalización externa se embutirán en un prisma de hormigón desde la arqueta hasta el punto de entrada general al edificio. Los tubos de la canalización de enlace inferior se sujetarán al techo de la planta sótano mediante grapas o bridas en tramos de 1 m. como máximo. Los tubos de la canalización principal se alojarán en el patinillo previsto al efecto en el proyecto arquitectónico y se sujetarán mediante bastidores o sistema similar. Los de la canalización secundaria se empotrarán en roza en los paramentos por donde discurran. Los de interior de usuario se llevarán empotrados verticalmente desde los registros de toma hasta alcanzar el hueco del falso techo en pasillos y cocina, por el que discurrirán hasta encontrar la vertical de los registros de terminación de red o de los registros de paso. Se dejará guía en los conductos vacíos que será de alambre de acero galvanizado de 2 mm. de diámetro o cuerda plástica de 5 mm de diámetro sobresaliendo 20 cm en los extremos de cada tubo.

4.4.5 Condicionantes a tener en cuenta en la distribución interior del RITU

Instalación y ubicación de los diferentes equipos

El RITU estará construido de obra de dimensiones 2000x1000x500 mm con ventilación pasiva suficiente debido a la existencia de elementos pasivos. El interior se distribuye de la siguiente forma:

- La parte central de 1000 mm de ancho estará distribuida en la mitad superior (cabecera RTV, mezclador, 2 derivadores, 2 bases de enchufe y espacio reservado para la cabecera de satélite) y mitad inferior (registros principales de fibra óptica, servicio de telefonía disponible al público y TBA).
- La parte lateral de 500 mm de ancho, cuya mitad superior se dedicará al alumbrado normal y de emergencia y la placa de identificación de la instalación, y la mitad central será el cuadro de protección y espacio de reserva para cuadro de protección de

operadores, más dos bases de enchufe adicionales para trabajo e interruptor de alumbrado.

Ubicación del recinto

El recinto estará situado en zona comunitaria en el punto indicado en el plano 1.

Ventilación

El RITU estará exento de humedad y dispondrá de rejilla de ventilación natural directa que permita la renovación del aire dos veces por hora.

Instalaciones eléctricas del recinto

Por lo general, las instalaciones eléctricas del recinto deberán cumplir lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), aprobado por el RD 842/2002.

En el lugar de centralización de contadores, deberá preverse espacio suficiente para la colocación de, al menos, dos contadores de energía eléctrica para su utilización por posibles compañías operadoras de servicios de telecomunicación. Asimismo y con la misma finalidad, desde el lugar de centralización de contadores se instalarán al menos dos canalizaciones hasta el RITU de 32 mm de diámetro exterior mínimo.

Desde el Cuadro de Servicios Generales de la edificación se alimentarán también los servicios de telecomunicación, para lo cual estará dotado con al menos los siguientes elementos:

- Cajas para los posibles interruptores de control de potencia (I.C.P.).
- Interruptor general automático de corte omnipolar: tensión nominal 230/400 Vca, intensidad nominal mínima 25 A, poder de corte 4.500 A.
- Interruptor diferencial de corte omnipolar: tensión nominal 230/400 Vca, intensidad nominal mínima 25 A, intensidad de defecto 300 mA de tipo selectivo o retardado.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias.
- Elementos de seccionamiento.

En cumplimiento con el apartado 2.6 de la ICT-BT-19 del REBT de 2002 en el origen de este cuadro debe instalarse un dispositivo que garantice el seccionamiento de la alimentación.

Se habilitará una canalización eléctrica directa desde el Cuadro de Servicios Generales de la edificación hasta el recinto, constituida por cables de cobre con aislamiento de 450/750 V y de 2x6 mm² de sección mínima que irán en el interior de un tubo de 32 mm de diámetro exterior mínimo o canal de sección equivalente, de forma empotrada o superficial.

La canalización acabará en el cuadro de protección, que tendrá las dimensiones suficientes para instalar en su interior las protecciones mínimas, y una previsión para su ampliación en un 50%, que se indican a continuación:

- Interruptor general automático de corte omnipolar: tensión nominal 230/400 Vca, intensidad nominal mínima 25 A, poder de corte 4.500 A.
- Interruptor diferencial de corte omnipolar: tensión nominal 230/400 Vca, intensidad nominal mínima 25 A, intensidad de defecto 30 mA.
- Interruptor magnetotérmico de corte omnipolar para la protección del alumbrado del recinto: tensión nominal 230/400 Vca, intensidad nominal mínima 10 A, poder de corte mínimo 4.500 A.
- Interruptor magnetotérmico de corte omnipolar para la protección de bases de toma corriente del recinto: tensión nominal 230/400 Vca, intensidad nominal mínima 16 A, poder de corte mínimo 4.500 A.

Además, se dispondrá de un interruptor magnetotérmico de corte omnipolar para la protección de los equipos de cabecera de radiodifusión y televisión: tensión nominal 230/400 Vca, intensidad nominal mínima 16 A, poder de corte mínimo 4.500 A.

Se situarán lo más próximo posible a la puerta de entrada, tendrán tapa y podrán ir instalados de forma empotrada o superficial. Podrán ser de material plástico no propagador de la llama o metálico. Deberán tener un grado de protección mínimo IP 4X+ IK 05. Dispondrán de bornas para la conexión del cable de puesta a tierra.

En el recinto habrá como mínimo dos bases de enchufe con toma de tierra y de capacidad mínima de 16 A. Se dotará con cables de cobre con aislamiento de 450/750 V y de 2 x 2,5 + T mm² de sección. Adicionalmente se dispondrá de las bases de toma de corriente necesarias para alimentar las cabeceras de RTV.

Puerta de acceso

Será metálica de apertura hacia el exterior y dispondrá de cerradura con llave común para los distintos usuarios.

Identificación de la instalación

Se instalará una placa de dimensiones mínimas de 200 x 200 mm, resistente al fuego y situada en lugar visible entre 1200mm y 1800 mm de altura, donde aparecerá el número de registro asignado por la Jefatura Provincial de Inspección de Telecomunicaciones al proyecto técnico de la instalación.

Registros Principales

Se considerarán conformes los registros principales para cables de pares, cables coaxiales para servicios de TBA y cables de fibra óptica que cumplan con alguna de las normas UNE EN 60670-1 o UNE EN 62208. Deberán tener un grado de protección IP 3X según UNE 20324 y un grado IK 7 según UNE EN 50102.

4.4.6 Características de los Registros de Paso, de Terminación de Red y de Toma

4.4.6.1 Registros de Paso

Cajas con entradas laterales pre-iniciadas e iguales en sus cuatro paredes, a las que se podrán acoplar conos ajustables multidiámetro para entrada de conductos.

Se materializarán mediante cajas, considerándose conformes los productos de características equivalentes a los que cumplan con alguna de las normas UNE EN 60670-1, o UNE EN 62208. Deberán tener un grado de protección IP 33, según UNE 203224, y un grado IK.5, según UNE EN 50102. En todos los casos estarán provistos de tapa de material plástico o metálico. Se sitúan empotrados a la pared.

4.4.6.2 Registros de Terminación de Red

Se instalará uno en cada vivienda, su ubicación se indica en los planos y sus dimensiones son de 500 x 600 x 80 mm. Dispondrán de las entradas necesarias para la canalización secundaria e interior de usuario. Se instalarán a más de 200 mm y menos de 2300 mm del suelo. Dispondrán de dos tomas de corriente. Las tapas deberán ser abatibles y de fácil apertura y dispondrán de una rejilla de ventilación para evacuar el calor generado por los componentes electrónicos que se instalen.

4.4.6.3 Registros de toma

Deberán disponer, para la fijación del elemento de conexión de al menos dos orificios para tornillos, separados entre si 6 cm. Tendrán como mínimo 4,2 cm de fondo y 6,4 cm de lado exterior. Irán empotrados en la pared.

5 PRESUPUESTO

Servicio RTV

Red de alimentación

Unidad	Concepto	Precio Unidad (€)	Precio
1	Antena FM	19,90	19,90
1	Antena UHF	53,90	53,90
1	Antena parabólica 1	90,50	90,50
1	Antena parabólica 2	149,30	149,30
2	Conversor LNB	4,40	8,80
1	Mástil 1,5 m	9,52	9,52
2	Soporte para mástil en escuadra	2,70	5,40
2	Soporte antena parabólica tipo Y	7,20	14,40
	Cable tierra 25 mm ²		
1	Filtro LTE	18,59	18,59
30	Cable coaxial 40 mm	0,69	20,7

Tabla 55. Presupuesto servicios RTV

Red de distribución

Unidad	Concepto	Precio Unidad (€)	Precio (€)
1	Cabecera de amplificación MATV con tres entradas tipo F	82,60	82,60
1	Mezclador 2 FI + MATV	24	24
8	Derivador TA 2 salidas	7	56
14	Cable coaxial	0,69	9,66
6	Resistencia adaptadora 50 ohmios	0,58	3,48

Tabla 56. Presupuesto servicios RTV

Red Interior Usuario

Unidades	Concepto	Precio Unidad	Precio
3	Distribuidor 6 salidas	5,40	16,2
1	Distribuidor 8 salidas	10,20	10,20
877	Cable coaxial (m)	0,21	184,17
877	Tubo cable corrugado	0,195	171,015

	20 mm canalización interior usuario		
22	Toma RTV	4,70	103,40
22	Caja universal de empotrar	0,30	6,60

Tabla 57. Presupuesto servicios RTV

Servicio de STDP y TBA

Red de cables de Pares trenzados

Red de distribución

Unidades	Concepto	Precio Unidad	Precio
1	Panel de conexión para 24 conectores hembra	51,87	51,87
5	Conector de Datos RJ45 UTP CAT-6	3,48	17,40
103	Tubo 25 mm canalización secundaria	0,73	75,19
103	Cable UTP 4 pares categoría 6 LSHF	0,61	62,83

Tabla 58. Presupuesto servicios STDP y TBA

Red Interior de Usuario

Unidades	Concepto	Precio Unidad	Precio
4	PAU telefonía básica	4,52	18,08
4	Multiplexor pasivo RJ45	40,63	162,52
28	Conectores RJ45 macho	0,89	24,92
28	Placa embellecedora	4,69	131,32
28	Caja universal de empotrar	0,29	8,12

Tabla 59. Presupuesto servicios STDP y TBA

Red de Cables de Fibra Óptica

Red de Distribución

Unidad	Concepto	Precio Unidad	Precio
102	Fibra Óptica	0,55	56,1
10	Conectores macho SC/APC	2,61	26,1

Tabla 60. Presupuesto servicios STDP y TBA

Red Interior Usuario

Unidad	Concepto	Precio Unidad	Precio
--------	----------	---------------	--------

4	Roseta F.O.	12,86	51,44
---	-------------	-------	-------

Tabla 59. Presupuesto servicios STDP y TBA

Red de Cables Coaxiales para TBA

Red de Distribución y red Interior de Usuario

Unidad	Concepto	Precio Unidad	Precio
103	Cable coaxial	0,70	72,10
103	Tubo cable 25 mm	0,73	75,19
4	Distribuidor 2 salidas	6,41	25,64
8	Conectores tipo F	2,64	21,12

Tabla 60. Presupuesto servicios coaxial TBA

Unidad	Concepto	Precio Unidad	Precio
8	Mecanismos de empotrar toma coaxial	4,67	37,36
8	Placa embellecedora	0,51	4,08
8	Caja universal de empotrar	0,27	2,17

Tabla 61. Presupuesto servicios coaxial TBA

6 BIBLIOGRAFIA

1. “Normativa de las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones, R.D. 346/2011”, Jose Manuel Huidobro Moya
2. “Manual sobre preparación de Proyectos Técnicos de Infraestructuras Comunes de telecomunicación”, Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación
3. Real Decreto 346/2011
4. Catálogo Televés