

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN**

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



PROYECTO FIN DE CARRERA

ICT Y OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA

**INGENIERÍA TÉCNICA DE TELECOMUNICACIÓN
*SISTEMAS ELECTRÓNICOS***

MÁLAGA, 2014

JOSÉ TEJÓN MORENO

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN**

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

**Titulación: Ingeniería Técnica de Telecomunicación
*Sistemas Electrónicos***

Reunido el tribunal examinador en el día de la fecha, constituido por:

D./D^a. _____

D./D^a. _____

D./D^a. _____

para juzgar el Proyecto Fin de Carrera titulado:

ICT y Optimización Energética

del alumno D. *José Tejón Moreno*

dirigido por D. *Francisco Javier González Cañete*

ACORDÓ POR _____ OTORGAR LA
CALIFICACIÓN DE _____

Y, para que conste, se extiende firmada por los componentes del tribunal, la presente diligencia

Málaga, a _____ de _____ de _____

El/La Presidente/a

El/La Vocal

El/La Secretario/a

Fdo.: _____ Fdo.: _____ Fdo.: _____

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN**

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

ICT y Optimización Energética.

REALIZADO POR:

José Tejón Moreno

DIRIGIDO POR:

Francisco Javier González Cañete

DEPARTAMENTO DE: *Tecnología Electrónica*

TITULACIÓN: *Ingeniería Técnica de Telecomunicación
Sistemas Electrónicos*

PALABRAS CLAVE: *ICT, optimización energética*

RESUMEN:

El objeto del presente proyecto es la realización de una infraestructura común de telecomunicación con una introducción al hogar digital por medio de la gestión energética.

Málaga, Septiembre 2014

Agradecimientos.

Concluido este proyecto considero justo agradecer a Marta Iglesias su ayuda al inicio del proyecto en la elaboración de los planos en autocad y también a Antonio Jiménez por su ayuda en la búsqueda de dispositivos reales y su ayuda desinteresada en la búsqueda de Software para la realización del proyecto.

Agradecer también a Salvador Díaz Burgos su ayuda en temas tan laborioso como puede ser la respuesta en frecuencia de una instalación.

Especial agradecimiento a Alberto Castellón, que por sus motivos no ha tenido mucho tiempo pero siempre ha estado disponible y siempre que se le ha pedido ha contribuido a la realización de este proyecto y al diseño en 3 dimensiones para la domótica.

Como no, agradecer a mi tutor, Francisco Javier González Cañete su dedicación, trabajo y su pasión por todo lo que hace, sin su ayuda posiblemente esto hubiera sido de otro color.

Obviamente agradecimiento infinito a mis padres, abuelos y mi hermana por darme día a día lo mejor de cada uno, sin ellos no sería el tipo de persona que soy.

No quiero olvidar tampoco a todos los que de una forma u otra habéis ayudado, simplemente preguntando o interesándoos. Espero no dejar a ninguno fuera.

Gracias

Índice de contenido

Capítulo 1. Introducción	1
1.1 Resumen y objetivo	2
1.2 Importancia de una ICT.....	2
1.3 Reglamento actual	3
1.4 Requisitos mínimos para el documento de un ICT.....	4
1.5 Instalaciones mínimas	4
1.6 Topología de la infraestructura	5
1.6.1. Topología de la infraestructura	5
1.6.2. Componentes imprescindibles de la ICT	6
1.7 Optimización energética.....	10
1.8 Características del edificio.....	11
Capítulo 2. Proyecto técnico	13
2.1 Datos del promotor	14
2.2 Descripción del edificio	15
2.3 Aplicación de la Ley Horizontal.....	15
2.4 Objeto del proyecto técnico	15
2.4.1. Elementos que constituyen la infraestructura común de telecomunicación.....	16
2.4.1.1. Elementos que constituyen la infraestructura común de telecomunicación.....	16
2.5 Cálculo de la atenuación en la banda de frecuencias de 15 MHz a 850 MHz..	22
2.6 Respuesta Amplitud-Frecuencia.....	25
2.7 Amplificadores necesarios.....	25
2.8 Niveles de señal para la mejor y la peor toma de usuario.....	26
2.9 Relación señal / ruido en la peor toma	26
2.10 Productos de intermodulación.....	29
2.11 Descripción de los elementos componentes de la instalación.....	30
2.12 Distribución de radiodifusión sonora y televisión por satélite.....	31
2.13 Cálculo de atenuación para señales satélite.....	36
2.14 Respuesta amplitud/frecuencia (satélite).....	37
2.15 Amplificadores necesarios.....	37
2.16 Niveles de señal en toma de usuario en el mejor y peor caso.....	38
2.17 Relación portadora / ruido en la peor toma en antenas de satélite..	38
2.18 Acceso y distribución de los servicios de telecomunicaciones de telefonía disponible al público (STDP) y de banda ancha (TBA).	39

2.18.1. Redes de Cables Pares Trenzados	39
2.18.1.1. Establecimiento de la topología de la red de cables de pares.	39
2.18.1.1.1. Red de Alimentación	39
2.18.1.1.2. Red interior del edificio	40
2.18.1.1.3. Cálculo y dimensionado de las redes de distribución y dispersión pares trenzados, y tipos de cables.....	40
2.18.1.2. Cálculo de los parámetros básicos de la instalación.	41
2.18.1.2.1. Cálculo de la atenuación de las redes de distribución y dispersión de cables de pares trenzados.....	41
2.18.1.2.2. Estructura de distribución y conexión.....	41
2.18.1.3. Dimensionamiento	42
2.18.1.3.1. Punto de Interconexión.....	42
2.18.1.3.2. Puntos de distribución de cada planta.	42
2.18.1.4. Resumen de los materiales necesarios para la red de cables de pares 	42
2.18.1.4.1. Cables	42
2.18.1.4.2. Regletas o paneles del Punto de Interconexión.....	42
2.18.1.4.3. Conectores.....	42
2.18.1.4.4. Puntos de Acceso al Usuario (PAU)	43
2.18.2. Redes de Cables Coaxiales	43
2.18.2.1. Establecimiento de la topología de la red de cables coaxiales.	43
2.18.2.1.1. Red de Alimentación	43
2.18.2.1.2. Red interior del edificio	43
2.18.2.1.3. Cálculo y dimensionamiento de las redes de distribución y dispersión de cables coaxiales y tipos de cables.....	44
2.18.2.2. Cálculo de los parámetros básicos de la instalación	44
2.18.2.2.1. Cálculo de la atenuación de las redes de distribución y dispersión de cables coaxiales	44
2.18.2.2.2. Estructura de distribución y conexión.....	45
2.18.2.3. Dimensionado	45
2.18.2.3.1. Punto de interconexión.....	45
2.18.2.3.2. Puntos de distribución de cada planta	45
2.18.2.4. Resumen de los materiales necesarios para las redes de distribución y dispersión de cables coaxiales.....	45
2.18.2.4.1. Cables	46
2.18.2.4.2. Elementos pasivos	46
2.18.2.4.3. Conectores.....	46

2.18.2.4.4. Puntos de Acceso al usuario (PAU)	46
2.18.3. Redes de Cables de Fibra Óptica.....	46
2.18.3.1. Establecimiento de la topología de la red de cables de fibra óptica. 46	
2.18.3.1.1. Red de Alimentación	46
2.18.3.1.2. Red interior del edificio	47
2.18.3.1.3. Cálculo y dimensionamiento de las redes de distribución y dispersión de cables de fibra óptica y tipos de cables.....	47
2.18.3.2. Cálculo de los parámetros básicos de la instalación	48
2.18.3.2.1. Cálculo de la atenuación de las redes de distribución y dispersión de fibra óptica	48
2.18.3.2.2. Estructura de distribución y conexión	48
2.18.3.3. Dimensionamiento	49
2.18.3.3.1. Punto de interconexión	49
2.18.3.3.2. Puntos de distribución de cada planta.....	49
2.18.3.4. Resumen de los materiales necesarios para las redes de distribución y dispersión de cables coaxiales	49
2.18.3.4.1. Cables.....	49
2.18.3.4.2. Panel de conectores de salida.....	49
2.18.3.4.3. Cajas de segregación	49
2.18.3.4.4. Conectores.....	49
2.18.3.4.5. Puntos de Acceso al usuario (PAU)	50
2.19. Red interior de usuario.....	50
2.19.1. Red de Cables de Pares Trenzados	50
2.19.1.1. Cálculo y dimensionamiento de la red interior de usuario de pares trenzados	50
2.19.1.2. Cálculo de los parámetros básicos de la instalación	50
2.19.1.2.1. Cálculo de la atenuación de la red interior de usuario de cables de pares trenzados	50
2.19.1.2.2. Número y distribución de las Bases de Acceso Terminal (BAT)	51
2.19.1.2.3. Tipos de cables.....	51
2.19.1.3. Resumen de los materiales necesarios para la red interior de usuario de cables de pares trenzados.....	51
2.19.1.3.1. Cables.....	51
2.19.1.3.2. Conectores	51
2.19.1.3.3. BATs	51
2.19.2. Red de Cables Coaxiales	51

2.19.2.1. Cálculo y dimensionamiento de la red interior de usuario de cables coaxiales.....	51
2.19.2.2. Cálculo de parámetros básicos de la instalación	52
2.19.2.2.1. Cálculo de la atenuación de la red interior de usuario de cables coaxiales	52
2.19.2.2.2. Número y distribución de las Bases de Acceso Terminal	52
2.19.2.3. Resumen de los materiales necesarios para la red interior de usuario de cables coaxiales.....	52
2.19.2.3.1. Cables.....	52
2.19.2.3.2. Conectores.....	53
2.19.2.3.3. BATs	53
2.20. Canalización e infraestructura de distribución.....	53
2.20.1. Consideraciones sobre el esquema general del edificio	53
2.20.2. Arqueta de entrada y canalización externa.....	53
2.20.2.1. Arqueta de entrada.....	53
2.20.2.2. Canalización externa.....	54
2.20.3. Registros de enlace inferior y superior	54
2.20.3.1. Registros de enlace inferior	54
2.20.3.2. Registro de enlace superior	54
2.20.4. Canalizaciones de enlace inferior y superior.....	55
2.20.4.1. Canalización de enlace inferior	55
2.20.4.2. Canalización de enlace superior	55
2.20.5. Recinto de Instalaciones de Telecomunicación	55
2.20.5.1. Recinto Inferior.....	55
2.20.5.2. Recinto Superior	56
2.20.5.3. Equipamiento del RITI y del RITS.....	57
2.20.6. Registros Principales	58
2.20.6.1. Registro Principal para Red de Cables de Pares Trenzados.....	58
2.20.6.2. Registro Principal para Red de Cables Coaxiales	58
2.20.6.3. Registro Principal para Red de Cables de Fibra Óptica	58
2.20.7. Canalización Principal y Registros Secundarios.....	58
2.20.7.1. Canalización principal	59
2.20.7.2. Registros secundarios	59
2.20.8. Canalización Secundaria y Registro de Paso	59
2.20.8.1. Canalización secundaria	59
2.20.8.2. Registro de paso.....	60
2.20.8.3. Registros de Terminación de Red	60

2.20.9.	Canalización Interior de Usuario	60
2.20.10.	Registros de toma	61
2.20.11.	Cuadro resumen de materiales necesarios	61
Capítulo 3.	Pliego de condiciones	63
3.1.	Condiciones particulares	64
3.1.1.	Radiodifusión sonora y televisión.....	64
3.1.1.1.	Condicionantes de acceso a los sistemas de captación	64
3.1.1.2.	Características de los sistemas de captación	64
3.1.1.3.	Elementos de sujeción de las antenas para televisión terrestre.....	65
3.1.1.4.	Elementos de sujeción de las antenas para televisión por satélite ..	66
3.1.2.	Características de los elementos activos	67
3.1.3.	Características de los elementos pasivos	67
3.1.4.	Distribución de señales de televisión y radiodifusión sonora por satélite	
Características de los elementos pasivos		71
3.2.	Distribución de los servicios de telecomunicaciones de telefonía disponible	
al público y de banda ancha		71
3.2.1.	Redes de Cables de Pares Trenzados	72
3.2.1.1.	Características de los cables.....	72
3.2.1.2.	Características de los elementos pasivos	72
3.2.2.	Redes de cables coaxiales.....	73
3.2.2.1.	Características de los cables.....	73
3.2.2.2.	Características de los elementos pasivos	74
3.2.3.	Redes de cables de Fibra Óptica.....	75
3.2.3.1.	Características de los cables.....	75
3.2.3.2.	Características de los elementos pasivos	76
3.3.	Infraestructuras	79
3.3.1.	Condicionantes a tener en cuenta para su ubicación.....	79
3.3.2.	Características de las arquetas	79
3.3.3.	Características de la canalización externa, de enlace, principal,	
secundaria e interior de usuario.....		80
3.3.4.	Características de la canalización externa	80
3.3.5.	Características de la canalización de enlace.....	81
3.3.6.	Características de la canalización principal	81
3.3.7.	Características de la canalización secundaria	81
3.3.8.	Características de la canalización interior de usuario.....	81
3.3.9.	Condiciones de instalación de las canalizaciones.....	81

3.3.10.	Condicionantes a tener en cuenta en la distribución interior de los RIT. Instalación y ubicación de los diferentes equipos.....	82
3.3.11.	Características de los registros de enlace, secundarios, de paso, de terminación de red y de toma.....	85
3.3.11.1.	Registros secundarios.....	85
3.3.11.2.	Registros de paso	86
3.3.11.3.	Registros de Terminación de red.....	86
3.3.11.4.	Registros de Toma	87
3.3.11.5.	Registros de enlace inferior y superior	87
3.3.11.6.	Condiciones de instalación	87
3.4.	Cuadros de medidas	87
3.4.1.	Cuadro de medidas en las tomas de televisión	88
3.4.2.	Cuadro de medidas de las redes de telecomunicaciones de telefonía disponible al público y de banda ancha	88
3.4.2.1.	Redes de Cables de Pares trenzados	88
3.4.2.2.	Redes de Cables Coaxiales	88
3.4.2.3.	Redes de Cables de Fibra Óptica.....	88
3.5.	Estimación de los residuos generados por la instalación de la ICT.....	89
3.6.	Pliego de Condiciones Complementarias de la Instalación	89
3.6.1.	Fijación del conjunto torreta – mástil	89
3.6.2.	Instalación de las canalizaciones	90
3.6.2.1.	Canalización externa enterrada.....	90
3.6.2.2.	Instalación de otras canalizaciones. Condiciones generales	91
3.6.3.	Accesibilidad.....	91
3.6.4.	Identificación.....	91
3.7.	Instalación de Registros	92
3.7.1.	Registros secundarios.....	92
3.7.2.	Registro de terminación de red.....	92
3.7.3.	Registros de toma.....	92
3.7.4.	Registros de toma.....	93
3.8.	Instalaciones de los RIT´s.....	93
3.8.1.	Instalación de bandejas o canales	93
3.8.2.	Montaje de los equipos en los RIT´s.....	93
3.8.3.	Montaje de los Cuadros de protección eléctrica.....	93
3.8.4.	Registros Principales en el RITI	93
3.8.5.	Equipos de Cabecera.....	93
3.9.	Identificación de la instalación.....	94

3.10. Condiciones de montaje eléctrico, protección, seguridad y conexiónado..	94
3.10.1. Conexiones a tierra	94
3.10.2. Conexión a tierra de los RIT´s	94
3.10.3. Conexión a tierra del conjunto formado por los sistemas de captación y los elementos de soporte, para los servicios de TV terrestre	95
3.10.4. Conexión a tierra del conjunto formado por los sistemas de captación y los elementos de soporte, para los servicios de TV satélite	95
3.11. Instalación de equipos y precauciones a tomar	95
3.11.1. Dispositivos de mezcla, derivadores, distribuidores y repartidores	95
3.12. Requisitos de seguridad entre instalaciones	95
3.13. Instalación de cables coaxiales	97
3.14. Instalación de cables de fibra óptica.....	97
3.15. Etiquetado en los Registros Principales y en los Registros secundarios... 	98
3.16. Condiciones Generales	98
3.16.1. Normativa sobre protección contra campos electromagnéticos	98
3.16.1.1. Tierra local	98
3.16.1.2. Interconexiones equipotenciales y apantallamiento.....	99
3.16.1.3. Acceso y cableados	99
3.16.1.4. Compatibilidad electromagnética entre sistemas.....	99
3.17. Secreto de las comunicaciones.....	100
3.18. Normativa en materia de protección contra Incendios	100
3.19. Cumplimiento de normas de la Comunidad Autónoma	101
3.20. Pliego de condiciones de cumplimiento de normas de las Ordenanzas Municipales	101
Capítulo 4. Gestión Energética.....	103
4.1 Introducción.	104
4.2 Dispositivos usados.	104
4.3 Distribución de pulsadores en viviendas izquierdas.....	106
4.4 Distribución de pulsadores en viviendas derechas.	107
4.5 Control del clima para las viviendas.....	108
4.6 Monitorización y control de la domótica.	109
4.7 Ubicación y topología de los componentes.....	113
4.8 Comparativa teórica entre Leds y bombillas convencionales.....	116
Capítulo 5. Planos	117
Capítulo 6. Conclusiones y mejoras	135
ANEXO A. CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD.	137
ANEXO B. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	143

ANEXO C. Presupuesto	145
Bibliografía y referencias	155

Índice de Tablas.

Tabla 2.1. Datos del edificio y del promotor	14
Tabla 2.2. Distribución del edificio.....	15
Tabla 2.3. Tabla con los canales recibidos.....	18
Tabla 2.4. Datos de las antenas.....	18
Tabla 2.5. Carga al viento de las antenas	20
Tabla 2.6. Resumen de canales recibidos.	20
Tabla 2.7. Plan de frecuencias.....	20
Tabla 2.8. Resumen de las tomas.	21
Tabla 2.9. Atenuaciones en cada toma.	24
Tabla 2.10. Atenuaciones máximas y mínimas.	24
Tabla 2.11. Respuesta Amplitud / Frecuencia.	25
Tabla 2.12. Mejor y peor toma usando amplificador.....	26
Tabla 2.13. Resumen de antenas.	30
Tabla 2.14. Resumen de amplificaciones.	30
Tabla 2.15. Resumen de mezcladores	30
Tabla 2.16. Resumen de elementos pasivos.	31
Tabla 2.17. Atenuaciones en cada toma para señales satélite.	36
Tabla 2.18. Atenuaciones en mejor y peor toma para señales satélite.	37
Tabla 2.19. Respuesta Amplitud / Frecuencia.	37
Tabla 2.20. Niveles de señal mejor y peor para recepción de satélites.....	38
Tabla 2.21. C/N para cada señal de satélite prevista.	38
Tabla 2.22. Dimensionado de cable de pares trenzados	40
Tabla 2.23. Atenuaciones de cable de pares trenzados.	41
Tabla 2.24. Resumen de cables de pares trenzados.....	41
Tabla 2.25. Distribución de cables coaxiales.	44
Tabla 2.26. Atenuación de cables coaxiales.....	45
Tabla 2.27. Número de cables de fibra óptica.	47
Tabla 2.28. Resumen de cables de fibra óptica.....	47
Tabla 2.29. Atenuaciones de la red de fibra óptica	48
Tabla 2.30. Distribución de la red de fibra óptica.....	49
Tabla 2.31. Número de tomas por vivienda.	50
Tabla 2.32. Atenuaciones de la red interior de usuario para cable de pares trenzados.	50
Tabla 2.33. Atenuaciones se la red interior de usuario para cables coaxiales	52

Tabla 2.34. Resumen de materiales para la red de acceso telefónico, banda ancha y fibra óptica	62
Tabla 3.1. Características mínimas para la antena FM	64
Tabla 3.2. Características mínimas para la antena DAB.....	65
Tabla 3.3. Características mínimas para la antena UHF	65
Tabla 3.4. Características de los amplificadores	67
Tabla 3.5. Características de los mezcladores.....	67
Tabla 3.6. Características de los derivadores.	68
Tabla 3.7. Características de los distribuidores.	68
Tabla 3.8. Atenuaciones de los cables a distintas frecuencias.	69
Tabla 3.9. Pérdidas de retorno de los cables	69
Tabla 3.10. Características de los PAU.....	70
Tabla 3.11. Características de las BAT.	70
Tabla 3.12. Recepción de HISPASAT.....	71
Tabla 3.13. Recepción de ASTRA.	71
Tabla 3.14. Amplificador de FI.....	71
Tabla 3.15. Atenuación de cables coaxiales para TBA.....	74
Tabla 3.16. Ensayos para cables de fibra óptica.	79
Tabla 3.17. Características de los tubos.	80
Tabla B.1. Clasificación y estimaciones de residuos generados	143
Tabla C.1. Presupuesto para la captación de RTV.....	145
Tabla C.2. Presupuesto para la cabecera de RTV.....	145
Tabla C.3. Presupuesto para la cabecera de RTV.....	146
Tabla C.4. Presupuesto para la red de dispersión de RTV	146
Tabla C.5. Presupuesto para la red cables de pares trenzados	146
Tabla C.6. Presupuesto para la red cables coaxiales	146
Tabla C.7. Presupuesto para la red de fibra óptica	147
Tabla C.8. Presupuesto de armario para protección de cabecera de RTV	147
Tabla C.9. Presupuesto para la captación de televisión por satélite	147
Tabla C.10. Presupuesto para la canalización de enlace superior	147
Tabla C.11. Presupuesto para la arqueta de entrada	148
Tabla C.12. Presupuesto para la canalización externa y registro de enlace inferior	148
Tabla C.13. Presupuesto para la canalización de enlace inferior	148
Tabla C.14. Presupuesto para el registro principal de cable trenzado.....	148
Tabla C.15. Presupuesto para el registro principal de fibra óptica	149
Tabla C.16. Presupuesto para la infraestructura de la canalización principal.....	149

Tabla C.17. Presupuesto para la infraestructura de la canalización secundaria ..	149
Tabla C.18. Presupuesto para los recintos de instalaciones de telecomunicación	150
Tabla C.19. Presupuesto para los PAU de RTV	150
Tabla C.20. Presupuesto para la red interior de usuario	150
Tabla C.21. Presupuesto para los PAU de cables de pares trenzados	151
Tabla C.22. Presupuesto para la red interior de usuario para cables trenzados ..	151
Tabla C.23. Presupuesto para los PAU de cables de cable coaxial	151
Tabla C.24. Presupuesto para la red interior de usuario para cables coaxiales...	152
Tabla C.25. Presupuesto para los PAU de fibra óptica	152
Tabla C.26. Presupuesto para la canalización interior de RTV	152
Tabla C.27. Presupuesto para la canalización interior de cables trenzados	153
Tabla C.28. Presupuesto para la canalización interior de cable coaxial	153
Tabla C.29. Presupuesto para la canalización de los PAU	153
Tabla C.30. Presupuesto para la canalización de los registros secundarios	153
Tabla C.31. Presupuesto para la gestión energética	154

Índice de Figuras.

Figura 1.1. Tejados llenos de parabólicas	2
Figura 1.2. Esquema de edificio con canalizaciones	9
Figura 1.3. Esquema de topología general KNX.....	10
Figura 1.4. Esquema de líneas en KNX.....	11
Figura 2.1. Elevación de una antena.....	32
Figura 2.2. Azimut de una antena.....	32
Figura 4.1. Tritón 5 botones con termostato.....	105
Figura 4.2. Tritón 3 botones.	105
Figura 4.3. Controlador IR para clima.....	105
Figura 4.4. Monitorización de la iluminación en viviendas izquierdas.....	109
Figura 4.5. Monitorización de la iluminación en viviendas derechas.....	109
Figura 4.6. Visualización de temperaturas ambiente en viviendas izquierdas	110
Figura 4.7. Visualización de temperaturas ambiente en viviendas derechas	111
Figura 4.8. Visualización de temperaturas de consigna en viviendas izquierdas	111
Figura 4.9. Visualización de temperaturas de consigna en viviendas derechas ..	112
Figura 4.10. Monitorización de las persianas en viviendas izquierdas.....	112
Figura 4.11. Monitorización de las persianas en viviendas derechas.....	113
Figura 4.12. Monitorización del consumo en viviendas derechas.....	113
Figura 4.13. Clemas KNX.....	114

Índice de Fórmulas.

Fórmula 2.1. Momento flexor.....	19
Fórmula 2.2. Relación ruido-portadora en vatios.....	26
Fórmula 2.3. Relación ruido-portadora en voltios.	27
Fórmula 2.4. Factor de ruido.	27
Fórmula 2.5. Temperatura equivalente para antena de RTV	27
Fórmula 2.6. Temperatura equivalente	27
Fórmula 2.7. Cálculo C/I simple.....	29
Fórmula 2.8. Elevación de una antena.....	32
Fórmula 2.9. Azimut de una antena	32
Fórmula 2.10. Cálculo de ángulo α	32
Fórmula 2.11. C/N para satélites.	33
Fórmula 2.12. Temperatura equivalente total.	33
Fórmula 2.13. Pérdidas en el espacio	34
Fórmula 2.14. Distancia de la tierra a un satélite	34
Fórmula 2.15. Cálculo de ángulo β	34
Fórmula 2.16. Ganancia efectiva (no decibelios).	34
Fórmula 2.17. Área de una circunferencia.....	34
Fórmula 2.18. Factor de ruido para la antena parabólica	34

Acrónimos

ICT	Infraestructura Común de Telecomunicación
RITI	Recinto de Instalaciones de Telecomunicación Inferior
RITU	Recinto de Instalaciones de Telecomunicación Único
RITS	Recinto de Instalaciones de Telecomunicación Superior
S/N	Signal Noise
FI	Frecuencias Intermedias
RTR	Registro de terminación de red
PAU	Punto de Acceso a Usuario
STDP	Servicios Telefónicos disponibles al público
TBA	Telefonía Banda Ancha
BAT	Base de Acceso a Terminal
RTV	Radio Televisión
FM	Frecuencia Modulada
DAB	Digital radio Broadcasting
TDT	Televisión Digital Terrestre
RDSI	Red Digital de Servicios Integrados
TLCA	Telecomunicaciones por Cable
SAFI	Servicios de Acceso Fijo Inalámbrico
LNB	Low Noise Block
S/I	Relación de intermodulación
C/N	Relación Portadora Ruido
MATV	Master Antena Television
LED	Light Emisor Diode
FO	Fibra óptica.

Capítulo 1: Introducción

En este capítulo se va a hacer una pequeña introducción histórica a las Infraestructuras Comunes de Telecomunicación (ICT), su evolución a lo largo de las distintas normativas, su importancia para el confort y el ahorro en mantenimiento para edificios. Además se comentará el objetivo de este proyecto, que no es otro que dotar a un edificio de viviendas de los servicios de telecomunicación.

Por otro lado, este edificio llevará un sistema de domótica para la gestión energética.

1.1 Resumen y objetivo.

El objetivo del presente proyecto es dotar a un edificio de viviendas de nueva construcción de las Infraestructuras Comunes de Telecomunicación, para ello aplicaremos la normativa recogida en el Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, relativo al Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y a la Orden ITC/1644/2011, de 10 de junio, del Ministerio de Industria Turismo y Comercio, que desarrolla el citado Reglamento.

1.2 Importancia de una ICT.

El fin de una ICT es dotar a una edificación de servicios de telecomunicación. Además, nos evitará las aglomeraciones de cables que puede provocar una pérdida en la calidad del servicio, evitando imágenes como la de la figura 1.1.



Figura 1.1. Tejados llenos de parabólicas.

A su vez, facilita en gran medida la instalación de nuevas medidas, así como el mantenimiento de los servicios de telecomunicación antiguos. Gracias a esta instalación, se garantiza el derecho de los usuarios a poder contratar distintos servicios de telecomunicaciones, ya que se habilitan las viviendas o locales desde su construcción, de manera que si se decide contratar algún servicio nuevo, o cambiar de compañía suministradora de servicios de telecomunicación, no se tenga ningún problema con la instalación interior.

En el Real Decreto 346/2011 están contempladas las especificaciones técnicas que debe reunir una instalación común de telecomunicaciones.

1.3 Reglamento actual.

El Reglamento actual está contemplado en el Real Decreto 346/2011, del 11 de Marzo. El objeto de dicho reglamento no es otro que el establecimiento de una normativa técnica para las instalaciones de telecomunicaciones. Las especificaciones técnicas de telecomunicación que se deberán incluir en la normativa básica de la edificación, deben regular la infraestructura de obra civil en el interior de los edificios para garantizar una capacidad mínima con la que se permita el acceso a los servicios de telecomunicación así como el paso de las redes de operadores y los requisitos que debe cumplir una ICT para el acceso a los distintos servicios de telecomunicación en el interior de los edificios. Esto incluye también los tubos que conducirán el cableado a los distintos puntos.

Se deberá prever que la infraestructura disponga de la capacidad suficiente para permitir el uso de las redes a los distintos operadores, de manera que se facilite el uso compartido de la infraestructura. Por otra parte, dicho reglamento también incluye el desarrollo de las tareas de mantenimiento para que la infraestructura permanezca en perfecto estado, tanto como sea posible. Además de esto, en el reglamento actual, se intenta mejorar que la infraestructura facilite el apoyo para conceptos como el de "Hogar Digital".

A continuación se muestra brevemente, algunos puntos de la normativa básica:

- La captación y adaptación de las distintas señales, ya sean analógicas o digitales, terrestres o de vía satélite, de radiodifusión sonora o de televisión.
- La distribución de las señales hasta los puntos de conexión situados en las distintas viviendas o locales y la distribución de las señales hasta los puntos de conexión en el interior de las viviendas.
- Proporcionar el acceso al servicio de telefonía y banda ancha prestados a través de las redes públicas de telecomunicaciones, permitiendo el uso para diferentes operadores.
- Se contempla también la consideración para la adaptación a la normativa de instalaciones que en principio no la cumplían.

1.4. Requisitos mínimos para el documento técnico de la ICT.

En este apartado se va a explicar lo mínimo que se debe incluir en el documento técnico de la ICT.

Memoria.

- ❖ Características de la edificación.
- ❖ Instalaciones que se van a acometer.
- ❖ Captación y distribución de los servicios de telecomunicaciones, incluyendo cálculos.
- ❖ Características de la obra civil.

Planos.

- ❖ Esquema de principio de la instalación.
- ❖ Tipo, número, características y situación de los elementos de la infraestructura.
- ❖ Canalizaciones de telecomunicación de la edificación.
- ❖ Situación y ordenación de los recintos de instalaciones de telecomunicaciones.
- ❖ Otras instalaciones previstas en la edificación que pudiera interferir o ser interferidas en su funcionamiento con la infraestructura.
- ❖ Detalles de ejecución singulares si fueran necesarios.

Pliego de condiciones.

Debe incluir una descripción detallada de los materiales usados así como de las singularidades de la edificación.

Presupuesto.

Se incluye una lista con el material usado y el precio por unidad.

1.5. Instalaciones mínimas.

Según el reglamento vigente, se debe tener un mínimo de instalaciones para que la infraestructura preste los servicios de telecomunicación de forma correcta.

Como mínimo se debe disponer de:

- Instalación para dar servicio de televisión terrestre y radiodifusión.
- Instalación para el servicio de radio y televisión vía satélite.
- Instalación de fibra óptica para banda ancha.
- Instalación para banda ancha mediante cables coaxiales.

- Instalación con cable de par, o par trenzado para el servicio de telefonía.

Además de todo esto, la infraestructura debe dotar a cada vivienda de sus tomas finales.

1.6. Topología de la infraestructura.

En este apartado se explicará la topología usada en una ICT, compuesta por varias redes.

1.6.1. Redes.

Una red es el conjunto de elementos necesarios para asegurar la distribución de las señales desde el equipo de cabecera hasta las tomas de usuario. Esta red se estructura en tres tramos determinados, red de distribución, red de dispersión y red interior, con dos puntos de referencia llamados punto de acceso al usuario y toma de usuario. A estas redes, debemos sumarle una red externa a ellas que nos enlaza con el exterior, la red de alimentación.

Red de alimentación.

Es la parte de la red que introduce los servicios de los operadores desde el exterior hasta los recintos, desde donde serán distribuidos. Este tipo de red se monta en las instalaciones de telefonía básica y de servicios de banda ancha. No se usa en instalaciones de Radio-Televisión (RTV). El diseño, dimensionado y montaje de esta red es responsabilidad de los distintos operadores de los servicios. Estos deben instalar los dispositivos necesarios para enlazar con el resto de las redes del edificio.

Se tienen que diferenciar dos tipos de redes de alimentación según por el medio por el que lleguen las señales de los distintos servicios: con enlaces por cable o con enlaces mediante ondas de radio.

Red de distribución.

Es la parte de la red que enlaza el equipo de cabecera con la red de dispersión. Comienza a la salida del dispositivo de mezcla que agrupa las señales procedentes de los diferentes conjuntos de elementos de captación y adaptación de emisiones de radiodifusión sonora y televisión y finaliza en los elementos que permiten la segregación de las señales a la red de dispersión (derivadores).

Red de dispersión.

Es la parte de la red que enlaza la red de distribución con la red interior de usuario. Comienza en los derivadores que proporcionan la señal procedente de la red de distribución y finaliza en los puntos de acceso al usuario.

Red interior de usuario.

Es la parte de la red que, enlazando con la red de dispersión en el punto de acceso al usuario, permite la distribución de las señales en el interior de los domicilios o locales de los usuarios configurándose en estrella desde el punto de acceso al usuario hasta las tomas.

1.6.2. Componentes imprescindibles de la ICT.

Toma de usuario (base de acceso de terminal).

Es el dispositivo que permite la conexión a la red de los equipos de usuario para acceder a los diferentes servicios que ésta proporciona.

Punto de acceso al usuario (PAU).

Es el elemento en el que comienza la red interior del domicilio del usuario, que permite la delimitación de responsabilidades en cuanto al origen, localización y reparación de averías. Se ubicará en el interior del domicilio del usuario y permitirá a éste la selección del cable de la red de dispersión que desee.

Arqueta de entrada.

Punto de unión entre las redes de alimentación de los servicios de telecomunicación de los diferentes operadores y la infraestructura común de telecomunicación del inmueble. Se ubica en el exterior del inmueble, y desde ella parte la canalización externa que llega hasta el punto de entrada general de la urbanización. Es responsabilidad de la propiedad del inmueble la construcción de la misma y del operador enlazar su red de servicio con ella.

Canalización externa

Soporta los cables de la red de alimentación de los servicios de telecomunicación desde la arqueta de entrada hasta el punto de entrada general, este punto es el lugar por donde se accede a la zona común del inmueble. Es responsabilidad de la propiedad del inmueble la construcción de la misma.

Punto de entrada general

Lugar por donde la canalización externa proveniente de la arqueta de entrada accede al inmueble.

Registro de enlace

Unión entre la canalización externa y la de enlace, situándose en el punto de entrada general por el lado interior del inmueble, a su vez, se coloca a lo largo de la canalización de enlace para facilitar el tendido de la red de alimentación.

Canalización de enlace inferior

Sustenta los cables de la red de alimentación de los servicios de telecomunicación de los distintos operadores desde el punto de entrada general hasta los registros principales situados en el recinto de instalaciones de telecomunicaciones inferior (RITI).

Canalización de enlace superior

Soporta los cables que van desde los sistemas de captación hasta el recinto de instalaciones de telecomunicaciones superior (RITS), entrando al inmueble a través del correspondiente elemento pasamuro.

Recintos de instalaciones de telecomunicaciones

Se definen los siguientes recintos:

– Recinto de instalaciones de telecomunicación inferior (RITI).

Local donde se alojan los registros principales de los servicios de Telefonía de banda ancha (TBA) + Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), Telecomunicaciones por cable (TLCA) y Servicios de Acceso Fijo Inalámbricos (SAFI). A este recinto llega la canalización de enlace inferior, que alberga la red de alimentación, y sale la canalización principal, que contiene la red de distribución.

– Recinto de instalaciones de telecomunicación superior (RITS)

Local donde se aloja el equipamiento de cabecera que adapta las señales de RTV procedentes de los sistemas de captación para su posterior distribución por la ICT del inmueble, así como los elementos necesarios para llevar hasta el RITI las señales recibidas para el servicio de SAFI. A este recinto llega la canalización de enlace superior,

que sustenta los cables de los sistemas de captación, y sale la canalización principal, que contiene la red de distribución.

– Recinto de instalaciones de telecomunicación único (RITU)

Para el caso de conjuntos inmobiliarios de hasta tres alturas y planta baja y un máximo de diez puntos de acceso al usuario, y para conjuntos de viviendas unifamiliares, se permite tener un único recinto de instalaciones de telecomunicaciones (RITU) que reúna las características de los dos anteriores.

– Recinto de instalaciones de telecomunicación modular (RITM)

Para los casos de inmuebles de pisos de hasta cuarenta y cinco puntos de acceso al usuario y de conjuntos de viviendas unifamiliares de hasta diez puntos de acceso al usuario, los recintos superior, inferior y único podrán hacerse mediante armarios de tipo modular.

Registros principales

Albergan el punto de interconexión entre las redes de alimentación y de distribución. Se alojan en el interior del RITI y existe dos modelos, uno para el servicio de TB + RDSI y otro para el de TLCA y SAFI.

Canalización principal

Soporta los cables de la red de distribución de los servicios de telecomunicación, uniendo el RITI y el RITS entre sí y éstos con los registros secundarios.

Registros secundarios

Unen la red de distribución con la de dispersión conectando la canalización principal con las secundarias, en su interior se encuentran los puntos de distribución y, además, se utilizan para los cambios de dirección de la canalización principal.

Canalización secundaria

Alberga los cables de la red de dispersión de los servicios de telecomunicación entre los registros secundarios y de terminación de red de cada vivienda.

Registros de paso

Se intercalan en las canalizaciones secundarias e interior de usuario para facilitar el despliegue y mantenimiento de los cables.

Registros de terminación de red

Unión entre las redes de dispersión e interior de usuario conectando la canalización secundaria con la interior de usuario. Cada servicio tiene asociado su propio registro de terminación de red y en ellos se alojan los puntos de acceso a los usuarios.

Canalización interior de usuario

Sustenta los cables de la red interior de usuario entre los registros de terminación de red y de toma.

Registros de toma

Son el punto final de la canalización e infraestructura de distribución, en ellos termina la red y canalización interior de usuario, y albergan las bases de acceso de terminal (BAT) o tomas de usuario.

En la figura 1.2 se ve una imagen que muestra lo explicado anteriormente.

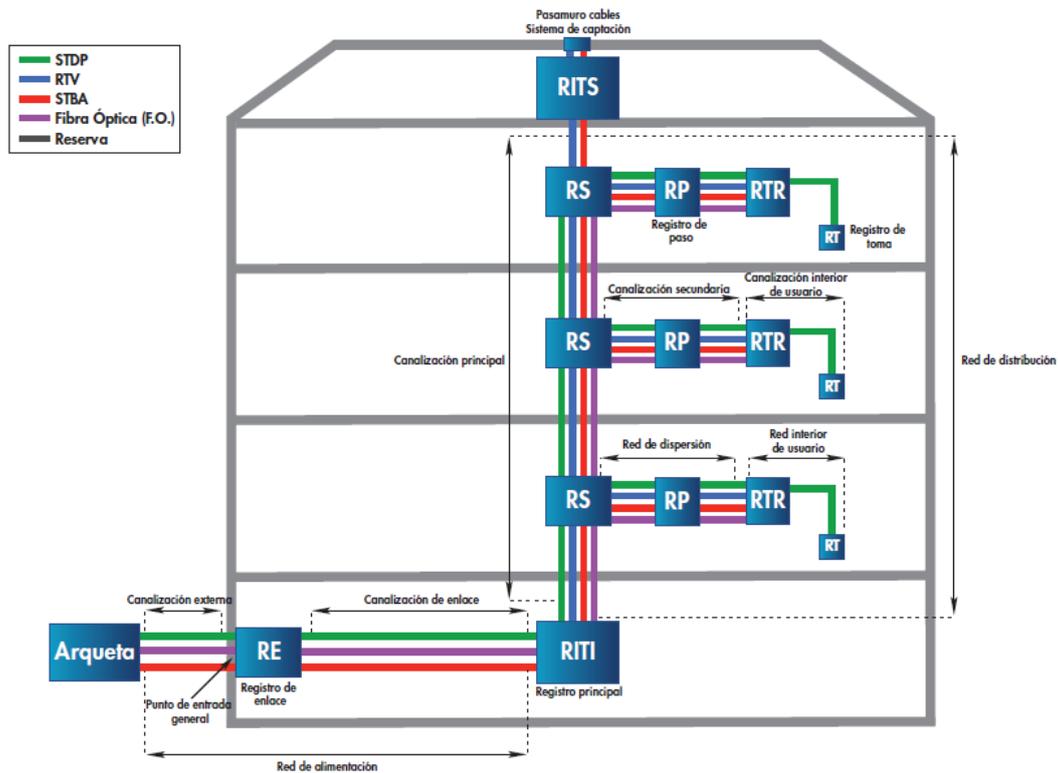


Figura 1.2. Esquema de edificio con canalizaciones.

1.7. Optimización Energética.

Para optimizar la gestión energética, se va a usar el protocolo de domótica KNX, usando lámparas de led para la iluminación. Esta parte del proyecto se enmarca dentro del apartado de hogar digital.

Además de lo explicado anteriormente, aunque no sea una competencia directa, se darán las pautas para la elección del tipo de ventanas, haciendo que el ahorro sea mayor, ya que la climatización será más eficiente al no haber pérdidas de temperatura.

KNX

Este protocolo surge de la convergencia de otros tres protocolos estándar que existían en Europa, el European Home Systems Protocol (EHS), BâtiBUS y el European Installation Bus (EIB o Instabus).

Su topología está compuesta por áreas que a su vez, están compuestas por varias líneas. Aunque se puede usar sólo una línea para todo, si la instalación no es muy grande. Cada área puede tener 15 líneas y cada línea puede llegar a tener hasta cuatro segmentos, con 64 dispositivos por segmento. En la figura 1.3 se observa un esquema de la topología del estándar.

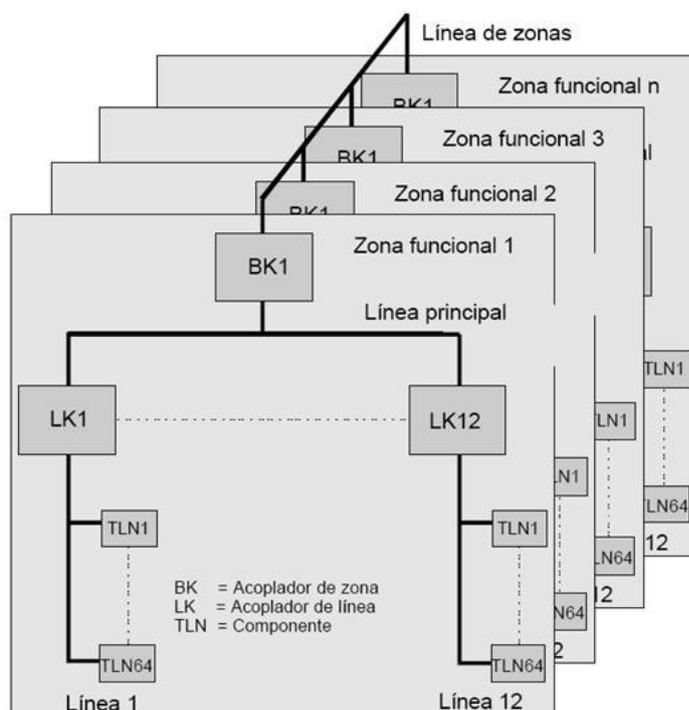


Figura 1.3. Esquema de topología general KNX.

Para cada área, se necesita tener un acoplador de área, y para cada segmento de línea, necesitaremos un acoplador de línea (en el primer segmento actuará como acoplador de línea, en los siguientes, como repetidor), además de la fuente de alimentación que se tiene que poner en cada línea. El estándar KNX utiliza un bus que va uniendo cada uno de los dispositivos de cada línea entre sí. Como mínimo tiene una línea principal que puede ser usada como línea única o para unir varias líneas o varias áreas. En la figura 1.4 se muestra un esquema de cómo se componen las líneas.

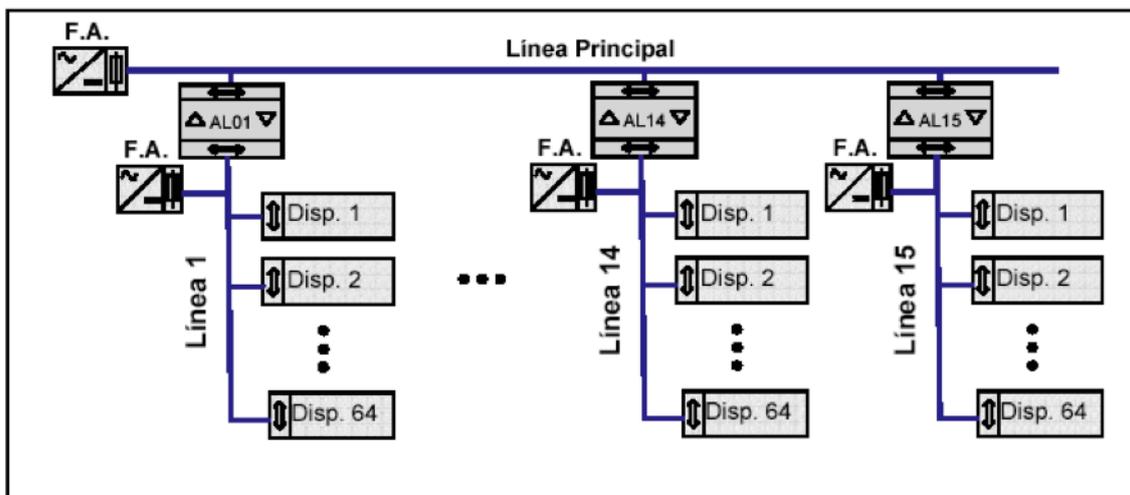


Figura 1.4. Esquema de líneas en KNX.

Para programar los dispositivos de la instalación, necesitamos un dispositivo programador. Dependiendo del programador que se elija, se puede programar mediante red IP, o mediante USB. Además, con este dispositivo, se puede ver el tráfico de datos para poder depurar la programación. Cada dispositivo tiene una dirección única en cada instalación que los hace diferenciables de los demás. Para programar los dispositivos, se usa el software ETS de *KNX Association* [15], actualmente se usa la versión 4 aunque ya está disponible la versión 5 beta. Para programar un dispositivo debemos descargarlos de la web de los fabricantes las bases de datos e importarlas en el programa ETS. Después se parametriza cada dispositivo individualmente. Lo último que se hace es agrupar las variables que van a interactuar entre ellas en direcciones de grupos.

1.8. Características del edificio.

El edificio para el que se va a realizar el proyecto se sitúa en Málaga, tiene 4 plantas, con dos viviendas en todas las plantas, excepto en la planta baja, que solo tiene una vivienda. Se aprovechará ese espacio para situar allí el Recinto de Instalaciones de Telecomunicaciones Inferior (RITI).

Capítulo 2: Proyecto técnico

En este capítulo se va desarrollar la instalación completa de la infraestructura, desde la captación, si hablamos de televisión, ya sea digital o terrestre, hasta que la señal llega a los puntos de acceso de usuario. También se hará lo mismo con la señal de telefonía, y banda ancha, donde se dejará todo preparado para que las compañías que ofrezcan estos servicios tengan un punto de conexión hacia el interior de la edificación.

2. Proyecto Técnico de Infraestructuras Comunes de Telecomunicación.

En la tabla 2.1 se muestran los datos del promotor así como las características del edificio.

Descripción	Proyecto Técnico de Infraestructuras Comunes de Telecomunicación para la edificación		
	Nº plantas: 4	Nº viviendas: 7	Nº locales/oficinas: 0
Situación	Tipo vía: Calle	Nombre vía: Demóstenes, 19	
	Localidad: Málaga		
	Cód. Postal: 29010	Provincia: Málaga	
	Coordenadas geográficas (grados, minutos, segundos)	36°43'9" N	4°28'37" E/ O
Promotor	Nombre o Razón Social:		
	NIF:		
	Dirección:	Tipo vía:	Nombre vía:
	Población:		
	Cód. Postal:	Provincia:	
	Teléfono:	Fax:	
Autor del Proyecto Técnico	Apellidos y Nombre: Tejón Moreno, José		
	Titulación: Ingeniero Técnico de Telecomunicaciones, Especialidad en Sistemas Electrónicos.		
	Dirección:	Tipo vía:	Nombre vía:
	Localidad: Mijas		
	Municipio: Mijas	Cód. Postal: 29651	
	Provincia: Málaga	Teléfono:	
	Fax:	Correo electrónico:	
Verificado por:	D./Dña.		
Fecha de presentación	En Málaga, a 30 de Junio de 2014		

Tabla 2.1. Datos del edificio y del promotor.

2.1. Datos del promotor

Tejón S.L.

N.I.F.: B-7012014-E

Calle Cañadas nº16

Código Postal: 29650

Localidad: Mijas

2.2. Descripción del edificio.

El edificio del presente proyecto está destinado a funcionar como edificio de viviendas, está compuesto por cuatro plantas, donde solo la planta baja es distinta, las otras tres son iguales.

En total, el edificio cuenta con siete viviendas, teniendo dos en las plantas uno, dos y tres. Y una vivienda en la planta baja, siguiendo la distribución presentada a continuación en la tabla 2.1.

Planta	Vivienda	Uso definido
Baja	Bajo Der	Vivienda
Primera	Primero IZQ	Vivienda
	Primero DER	Vivienda
Segunda	Segundo IZQ	Vivienda
	Segundo DER	Vivienda
Tercera	Tercero IZQ	Vivienda
	Tercero DER	Vivienda

Tabla 2.2. Distribución del edificio.

2.3. Aplicación de la Ley de Propiedad Horizontal.

A la edificación objeto de éste Proyecto le es aplicable la Ley 49/1960 de 21 de Julio de Propiedad Horizontal, modificada por la Ley 8/1999 de 6 de Abril [10]. Se deben tener en cuenta los artículos 2, 13 y 14.

2.4. Objeto del Proyecto Técnico

Dar cumplimiento al Real Decreto-ley 1/1.998 de 27 de Febrero sobre infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicaciones y establecer los condicionantes técnicos que debe cumplir la instalación de ICT, de acuerdo con el Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, relativo al Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y a la Orden ITC/1644/2011, de 10 de junio, del Ministerio de Industria Turismo y Comercio, que desarrolla el citado Reglamento.

La infraestructura común de telecomunicaciones consta de los elementos necesarios para satisfacer inicialmente las siguientes funciones:

- a) La captación y adaptación de las señales digitales, terrestres, de radiodifusión sonora y televisión y su distribución hasta puntos de conexión situados en las distintas viviendas o locales de las edificaciones, y la distribución de las

señales, por satélite, de radiodifusión sonora y televisión hasta los citados puntos de conexión. Las señales terrestres de radiodifusión sonora y de televisión susceptibles de ser captadas, adaptadas y distribuidas serán las contempladas en el apartado 4.1.6 y 4.1.7 del anexo I de este Reglamento, difundidas por las entidades habilitadas dentro del ámbito territorial correspondiente.

- b) Proporcionar el acceso a los servicios de telefonía disponible al público (STDP) y a los servicios de telecomunicaciones de banda ancha prestados 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 o locales 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 ha establecido un plan de frecuencias para la distribución de las señales de televisión y radiodifusión terrestre de las entidades con título habilitante que, sin manipulación ni conversión de frecuencias, permita la distribución de señales no contempladas en la instalación inicial por los canales previstos, de forma que no se afecten los servicios existentes y se respeten los canales destinados a otros servicios que puedan incorporarse en un futuro. La desaparición de la TV analógica y la incorporación de la TV digital terrestre conlleva el uso de las frecuencias 195.0 MHz a 223.0 MHz (C8 a C11, BIII) y 470 MHz a 862 MHz (C21 a C69, BIV y BV), que se destinarán con carácter prioritario, para la distribución de señales de radiodifusión sonora digital y televisión digital terrestre [11].

2.4.1. Elementos que constituyen la infraestructura común de telecomunicación.

2.4.1.1. Captación y distribución de radiodifusión sonora y televisión terrestres.

a) Consideraciones sobre el diseño

Tras analizar el entorno electromagnético en la zona donde se construirá el edificio 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 y que se pueden considerar adecuados para que las señales sean distribuidas con los niveles de calidad establecidos en el apartado 4.5 del Anexo I del Real Decreto 346/2011.

Las antenas han sido seleccionadas para obtener, a su salida, un adecuado nivel de señal de las distintas emisiones del servicio. En este mismo apartado, en el epígrafe b), se indica el tipo de antenas que se utilizarán y en el epígrafe c), se establecen las características eléctricas y mecánicas de las antenas.

Los canales serán amplificados en cabecera, situada en el RITS, 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. El nivel de salida de los amplificadores se ajustará, según se describe en el apartado correspondiente, de modo que se cumplan los referidos niveles de calidad para los servicios de radiodifusión y televisión.

Siguiendo lo establecido en el Anexo I del Real Decreto 346/2011, las redes de distribución y dispersión, se instalarán por duplicado. La red de distribución se realiza en árbol-rama procurando el mayor equilibrio posible mediante los derivadores que se describen en el correspondiente apartado del pliego de condiciones. Se han diseñado las redes interiores con una estructura de estrella, colocando a la salida del PAU un distribuidor de cuatro salidas, teniendo cubiertas todas las habitaciones y salones de las viviendas, dejando sin punto de acceso las zonas comunes, baños y trasteros.

b) Señales de radiodifusión sonora y televisión terrestres que se reciben en el emplazamiento de las antenas receptoras.

Aunque la edificación se encuentra en la ciudad de Málaga, provincia de Málaga, las señales que se reciben proceden del Repetidor de Mijas, en la provincia de Málaga. Se reciben los programas terrenales que se muestran en la tabla 2.3, medidos con las antenas cuyas características se especifican en el pliego de condiciones.

Denominación	Canal	Banda	Frecuencia central (MHz)	Señal (dBμV)
TDT	34	IV	578	46.4
TDT	37	IV	604	53.3
TDT	39	V	618	66.0
TDT	43	V	650	63.5
TDT	45	V	666	66.3
TDT	46	V	674	63.2
TDT	48	V	690	66.1
TDT	54	V	738	60.5
TDT	58	V	770	65.0
TDT	63	V	810	62.0
TDT	64	V	818	61.0
TDT	66	V	834	60.8
TDT	68	V	850	64.8
FM	Canales en la banda 87.5 a 108 MHz			71.7
DAB	Canales en la banda 195 a 223 MHz			68.5

Tabla 2.3. Tabla con los canales recibidos.

c) Selección de 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 del edificio.

Para una correcta recepción de las señales, se requiere elevar las antenas al menos 4 m sobre el nivel del tejado. Para el objeto de poder colocar los elementos captadores en la posición adecuada, se utilizará el conjunto soporte formado por una torreta de un solo tramo de 1,5 metros, sobre la que se situará un mástil de 3 metros que soportará las antenas. Se utilizarán tres antenas, cuyos parámetros básicos se indican en la tabla 2.4. Sus especificaciones completas se recogen en el pliego de condiciones.

Servicio	FM-Radio	COFDM-TV (UHF)	DAB (VHF)
Tipo	Circular	Directiva	Directiva
Ganancia	1	10	8
Carga al viento	27	33,6	35,5

Tabla 2.4. Datos de las antenas.

d) Cálculo de los soportes para la instalación de las antenas receptoras.

Conceptos:

- **Carga de viento (Q):** Es la fuerza que actúa sobre el mástil en el punto de anclaje de la antena debido a la presión del viento sobre una misma. Según las prescripciones VDE 0855 parte I/7.71, “La presión del viento sobre la antena en alturas iguales o inferiores a 20 metros (desde la base del mástil hasta el suelo), se considera igual a 785N/m² (80Kg/m²); equivalente a una velocidad del viento de 120 km/h; para alturas superiores se considerará igual a 1080 N/m² (110 kg/m²), que corresponde a una velocidad del viento de 150 km/h”.
- **Momento flector (M):** Es el momento en el extremo superior del empotramiento o anclaje del mástil debido a las fuerzas de todas las antenas y del propio mástil a causa de la acción del viento. Según las prescripciones VDE parte I/7.71, “El momento flector en el extremo superior del anclaje del mástil no debe sobrepasar los 1819 N x m.

Colocación de las antenas en el mástil:

Deberá disponerse el conjunto de antenas necesarias para las diversas bandas, a lo largo del mástil; de tal manera que el momento flector sea el menor posible, es decir, ordenadas hacia abajo según el sentido creciente de la carga del viento de cada antena. La separación entre antenas en el mástil deberá ser la indicada en las Normas Tecnológicas NTE-IAA 1973 en España y VDE 0855, DIN 45005, en Europa. El mástil deberá resistir las acciones mecánicas y atmosféricas a que estará sometido.

Cálculo:

El momento flector se calcula como se indica en la Fórmula 2.1:

$$M = Q_1L_1 + Q_2L_2 + Q_3L_3$$

Fórmula 2.1. Momento flexor.

Donde cada Q es la carga de cada antena en Newton y cada L es la longitud desde el anclaje de la antena hasta el empotramiento del mástil. En este caso particular, base de la antena se encuentra a 12 metros de altura más 3 de la torreta, por lo que Q es 785N/m². En la tabla 2.5 se muestran las cargas al viento de cada antena, así como su distancia a la base del mástil.

	Carga al viento (785 N/m²)	Altura	QxL
Antena FM	27	3,5 m	67,5
Antena DAB	35,5	3 m	50,25
Antena UHF	33,6	2,5 m	33,6
		Total	151,35

Tabla 2.5. Carga al viento de las antenas.

Se elige finalmente un mástil con una resistencia al viento de 656,75 N/m, un valor muy por encima del obtenido en los cálculos.

e) 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, sean útiles o interferentes, en la tabla 2.6 se muestra el resumen de canales recibidos y la banda de frecuencias a la que pertenecen.

	Banda III	Banda IV	Banda V
Canales ocupados		34, 37	39, 43, 45, 46, 48, 54, 58, 63, 64, 66, 68
Canales interferentes			

Tabla 2.6. Resumen de canales recibidos.

Con las restricciones técnicas a que está sujeta la distribución de canales, resulta la tabla 2.7 con el plan de frecuencias:

Banda	Canales utilizados	Canales utilizables	Servicio recomendado
Banda I	No usada		
Banda II			FM
Banda S (alta y baja)		Todos menos S1	TVSAT A/D
Banda III			TVSAT A/D Radio D terrestre
Hiperbanda		Todos	TVSAT A/D
Banda IV	21, 37	Todos menos los utilizados	TV A/D terrestre
Banda V	57, 63, 68, 69, 38, 56, 58, 62, 64, 67	Todos menos los utilizados	TV A/D terrestre
950 - 1446 MHz		Todos	TVSAT A/D (F1)
1452 - 1492 MHz		Todos	Radio D Satélite
1494 - 2150 MHz		Todos	TVSAT A/D (F1)

Tabla 2.7. Plan de frecuencias.

f) Número de tomas para Radio-Televisión.

El número de tomas es de 25 en vivienda. No se colocará ninguna toma en las zonas comunes. En la tabla 2.8 se muestran las tomas que se instalarán por vivienda.

Planta	Vivienda	Numero de tomas
Baja	Bajo DER	4
Primera	Primero IZQ	3
	Primero DER	4
Segunda	Segundo DER	3
	Segundo IZQ	4
Tercera	Tercero DER	3
	Tercero IZQ	4

Tabla 2.8. Resumen de las tomas.

g) Cálculo de parámetros básicos de la instalación:

• **Número de repartidores, derivadores, PAU y cables utilizados.**

Las redes de distribución y dispersión están formadas por una estructura árbol-rama. La red de distribución comienza a la salida del elemento de mezcla de las señales terrestres y de satélite y finaliza en el derivador de la planta baja de locales. En ella se intercalan los derivadores de cada planta.

• **Derivadores**

Se usan derivadores iguales para cada planta, con pérdidas de 16 dB.

• **PAUs**

Las redes de dispersión comienzan en los derivadores de cada planta y terminan en los PAU de cada vivienda.

• **Repartidores**

En cada vivienda se colocará, a la salida del PAU un distribuidor de 3 salidas, si se encuentran en las viviendas izquierdas, o 4 salidas si se encuentran en las viviendas derechas. A ellas se conectarán los cables de la red interior de usuario correspondientes a cada estancia.

• **Cables**

Se utilizará un cable de 7 mm de diámetro exterior que deberá cumplir las normas UNE-EN 50117-2-4 y UNE-EN 50117-2-5. Sus características se especifican en el Pliego de Condiciones.

- **Tomas**

En cada vivienda el número total de tomas instaladas es de 25.

Las características técnicas específicas de todos estos elementos se incluyen en el Pliego de Condiciones.

2.5. Cálculo de la atenuación en la banda de frecuencias de 15MHz hasta 862 MHz.

Para el cálculo de atenuaciones de cada toma de usuario, se necesita seguir el recorrido que sigue desde la salida de los amplificadores a cada una de las tomas, y sumar las atenuaciones introducidas por los cables y por los elementos por los que pasa. Para el proyecto se necesita calcular la atenuación en dB para la frecuencia de 15 MHz y 862 MHz y conocer la atenuación en la mejor y en la peor toma, aquí se calculan todas las tomas de usuarios para las frecuencias citadas.

En el pliego de condiciones del proyecto se encuentran las atenuaciones de los elementos pasivos y de los cables.

Tercero Izquierda

Para esta vivienda, la señal, pasa por un distribuidor de 2 salidas, mezclador RTV-Satélite y el distribuidor de la planta tercera, pasa por el cable desde el RITS hasta el registro secundario de la planta (3 metros) y el cable desde el registro secundario hasta el PAU (7 metros). En la red de usuario de la vivienda, encontramos el PAU, un distribuidor de 2 salidas, y desde este punto repartimos a cada toma de usuario de cada estancia.

Tercero Derecha

Será la misma atenuación que para el tercero izquierda, con la diferencia de que el cable que va desde el registro secundario hasta el PAU mide 6 metros.

Segundo Izquierda

Para esta vivienda, la señal, pasa por un distribuidor de 2 salidas, mezclador RTV-Satélite y el distribuidor de la planta tercera (paso), pasa por el cable desde el RITS hasta el registro secundario de la planta tercera (3 metros), pasa por el distribuidor de la planta tercera (paso), el cable desde el registro de planta tercera hasta el registro la planta segunda (3 metros), distribuidor de planta segunda y el cable desde el registro

secundario de planta segunda hasta el PAU (6 metros). En la red de usuario de la vivienda, encontramos el PAU, un distribuidor de 2 salidas, y desde este punto repartimos a cada toma de usuario de cada estancia.

Segundo Derecha

Será la misma atenuación que para el segundo izquierda, con la diferencia de que el cable que va desde el registro secundario hasta el PAU mide 6 metros.

Primero Izquierda

Para esta vivienda, la señal, pasa por un distribuidor de 2 salidas, mezclador RTV-Satélite y el distribuidor de la planta tercera (paso), pasa por el cable desde el RITS hasta el registro secundario de la planta tercera (3 metros), pasa por el distribuidor de la planta tercera (paso), el cable desde el registro de planta tercera hasta el registro la planta segunda (3 metros), distribuidor de planta segunda (paso), el cable desde el registro de planta segunda hasta el registro la planta primera (3 metros) y el cable desde el registro secundario de planta primera hasta el PAU (7 metros). En la red de usuario de la vivienda, encontramos el PAU, un distribuidor de 2 salidas, y desde este punto repartimos a cada toma de usuario de cada estancia.

Primero derecha

Será la misma atenuación que para el primero izquierda, con la diferencia de que el cable que va desde el registro secundario hasta el PAU mide 6 metros.

Bajo Derecha

Para esta vivienda, la señal, pasa por un distribuidor de 2 salidas, mezclador RTV-Satélite y el distribuidor de la planta tercera (paso), pasa por el cable desde el RITS hasta el registro secundario de la planta tercera (3 metros), pasa por el distribuidor de la planta tercera (paso), el cable desde el registro de planta tercera hasta el registro la planta segunda (3 metros), distribuidor de planta segunda (paso), el cable desde el registro de planta segunda hasta el registro la planta primera (3 metros), distribuidor de planta primera (paso), el cable desde el registro de planta primera hasta el registro la planta baja (3 metros) y el cable desde el registro secundario de planta baja hasta el PAU (6 metros). En la red de usuario de la vivienda, encontramos el PAU, un distribuidor de 2 salidas, y desde este punto repartimos a cada toma de usuario de cada estancia.

En la tabla 2.9 se muestran las atenuaciones en las frecuencias de la banda, desde la salida de los amplificadores hasta las salidas de las tomas de cada vivienda (véase las características de los elementos pasivos en el pliego de condiciones).

Vivienda	Estancia	15MHz	862MHz
Bajo DER	Dormitorio 1	34,94 dB	37,075 dB
	Dormitorio 2	35,3 dB	37,75 dB
	Salón (Zona Sofá)	34,74 dB	36,7 dB
	Salón (Pared Despensa)	35,14 dB	37,45 dB
Primero IZQ	Dormitorio	33,86 dB	35,925 dB
	Salón (Zona Sofá)	33,06 dB	35,25 dB
	Salón (Mesa comedor)	33,5 dB	35,925 dB
Primero DER	Dormitorio 1	33,66 dB	35,505 dB
	Dormitorio 2	33,94 dB	36,075 dB
	Salón (Zona Sofá)	33,38 dB	35,025 dB
	Salón (Pared Despensa)	33,78 dB	35,793 dB
Segundo IZQ	Dormitorio	35,58 dB	38,4 dB
	Salón (Zona Sofá)	35,78 dB	36,9 dB
	Salón (Mesa comedor)	36,22 dB	38,4 dB
Segundo DER	Dormitorio 1	36,3 dB	37,875 dB
	Dormitorio 2	36,66 dB	38,55 dB
	Salón (Zona Sofá)	36,1 dB	37,5 dB
	Salón (Pared Despensa)	36,5 dB	38,25 dB
Tercero IZQ	Dormitorio	35,3 dB	36,875 dB
	Salón (Zona Sofá)	34,5 dB	35,375 dB
	Salón (Mesa comedor)	34,94 dB	36,2 dB
Tercero DER	Dormitorio 1	35,02 dB	36,35 dB
	Dormitorio 2	35,38 dB	37,025 dB
	Salón (Zona Sofá)	34,82 dB	35,975 dB
	Salón (Pared Despensa)	35,22 dB	36,725 dB

Tabla 2.9. Atenuaciones en cada toma.

Como se puede observar, la atenuación de cada una de las tomas variará entre los valores de las atenuaciones en las frecuencias de los extremos, es decir, entre las atenuaciones en 15MHz y 862MHz. En la tabla 2.10, se observan la mejor y la peor atenuación en cada una de las frecuencias extremas.

Frecuencias	Atenuación mejor toma	Atenuación peor toma
15MHz	33,06 dB Salón (Salón Zona Sofá, tercero izquierda)	36,66 dB (Dormitorio 2, bajo izquierda)
862MHz	35,25 dB (Salón Zona Sofá, tercero izquierda)	38,55 dB (Dormitorio 2, bajo izquierda)

Tabla 2.10. Atenuaciones máximas y mínimas.

Los derivadores que se instalen deben satisfacer los requerimientos especificados en el Pliego de condiciones en cuanto a aislamientos que garanticen los

desacoplos requeridos entre tomas de cada usuario (38 dB en la banda de 47MHz a 300 MHz y 30 dB en la banda de 300MHz a 862 MHz).

2.6. Respuesta amplitud-frecuencia.

La respuesta amplitud-frecuencia (o rizado), es la variación de la atenuación a diversas frecuencias desde la salida de la cabecera hasta la toma de usuario en el mejor y peor caso. Para calcular la respuesta amplitud-frecuencia, se buscan las tomas con más atenuación y menos atenuación y calculamos la diferencia a 15 MHz y a 862 MHz.

En la tabla 2.10, se observa que la mejor toma tiene una atenuación de 33,06 dB a 15 MHz y 35,25 dB a 860 MHz. La diferencia entre estas dos atenuaciones es de 2,19. La peor toma tiene una atenuación de 36,66 dB a 15 MHz y de 38,55 dB a 860 MHz. La diferencia en este caso es de 1,89.

Despreciando el rizado por el resto de componentes, se observa en la tabla 2.11 el resultado de los rizados.

Mejor toma	Peor toma
2,19 dB	1,89 dB

Tabla 2.11. Respuesta Amplitud / Frecuencia.

Como se puede observar, en ambos casos da un valor mucho más pequeño que los 16 dB máximos que se exige en la normativa. Además la variación en la respuesta de amplitud con respecto a la frecuencia no varía en más de 3 dB en cualquier canal ni superará los 0,5 dB/MHz en ningún caso [13].

2.7. Amplificadores necesarios (número, situación en la red y tensión máxima de salida).

Para garantizar en la peor toma 47 dB μ V de señal de TV digital terrestre se requiere un nivel de 85,55 dB μ V a la salida del combinador en Z del conjunto de monocanales.

Por otra parte, para asegurar que en la mejor toma no se superan 70 dB μ V el nivel de salida en ese mismo punto no debe superar 103,06 dB μ V.

Se seleccionan por tanto unos amplificadores de nivel de salida máximo de 110 dB μ V para los monocanales y para el de grupo, para una S/I = 35dB, que se ajustarán para obtener 96 dB μ V a la salida del combinador en Z para todos los canales, lo que garantiza ampliamente que en la peor toma no se bajará de 47 dB μ V y en la mejor toma no se superará 70 dB μ V.

Asimismo, el monocal del servicio de radiodifusión en FM se ajustará para obtener un nivel de salida de cabecera de 90 dB μ V (Su salida debe estar entre 40 y 70 dB μ V) y el del amplificador del servicio de radio digital se ajustará para un nivel de salida de cabecera de 90 dB μ V (Su salida debe estar entre 30 y 70 dB μ V).

Si, una vez realizada la instalación, por el rizado en la respuesta de los elementos de red resultase un nivel inferior a 50 dB μ V 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.

2.8. Niveles de señal en toma de usuario en el mejor y peor caso.

En la tabla 2.12 se observan los valores máximos y mínimos de señal recibidos en la mejor y la peor toma para las frecuencias extremas de la banda.

Nivel de señal en el mejor caso (dB μ V)	Nivel de señal en el peor caso (dB μ V)
71,45 dB μ V (Salón Zona Sofá, tercero izquierda)	76,94 dB μ V (Dormitorio 2, bajo izquierda)

Tabla 2.12. Mejor y peor toma usando amplificador.

2.9. Relación señal / ruido en la peor toma.

Se define como la relación entre el nivel de señal en toma de usuario y el nivel de ruido que llega a ésta. Es la manera de indicar la calidad de la señal una vez demodulada en toma de usuario.

La relación portadora-ruido (C/N) en toma de usuario se define en la fórmula.

$$C/N = \frac{C_i}{k \cdot T_0 \cdot B \cdot F_{sis}}$$

Fórmula 2.2. Relación ruido-portadora en vatios.

En esta expresión, C/N es una relación de potencias, para dejarla como relación de niveles de señal, es decir, voltajes, se debe expresar de la siguiente manera:

$$C / N = C_i / \sqrt{(k \cdot (F_{sis}) \cdot B)} \text{ (dB)} = C_i(\text{dB}\mu\text{V}) - N_i(\text{dB}\mu\text{V})$$

Fórmula 2.3. Relación ruido-portadora en voltios.

- C_i , nivel de portadora en la antena en dB μ V.

El nivel de portadora que llega a la antena depende del servicio que se esté transmitiendo y es el nivel medido en su momento.

- N_i , ruido total producido por el sistema.

- K , constante de Boltzman = $1.38 \cdot 10^{-23} \text{W}/^\circ\text{KHz}$.

- B , ancho de banda del canal en Hz.

- F_{sis} , Figura de ruido del sistema.

El factor de ruido total f_{sis} se determina de la siguiente manera:

$$f_{sis} = f_1 + \frac{f_2 - 1}{g_1} + \frac{f_3 - 1}{g_1 g_2} + \dots + \frac{f_N - 1}{g_1 \cdot g_2 \cdot \dots \cdot g_{N-1}}$$

Fórmula 2.4. Factor de ruido.

En esta instalación en particular, no se considera la atenuación del cable de bajada desde las antenas a los amplificadores y el factor de ruido total queda:

$$f_T = f_1 + \frac{f_2 - 1}{g_1}$$

Fórmula 2.5. Temperatura equivalente en este caso particular.

Siendo,

- f_1 , factor de ruido del amplificador.

- f_2 , factor de ruido de la red desde el amplificador hasta la toma de usuario. En un sistema atenuador, el factor de ruido coincide con la atenuación máxima.

- g_1 , ganancia del amplificador [3].

$$T_{eq} = T_0(f_{sis} - 1)$$

Fórmula 2.6. Temperatura equivalente.

- T_{eq} , temperatura equivalente del sistema sin contar con la antena en K.

La temperatura equivalente del sistema es función del factor de ruido total y de la temperatura ambiente.

- T_0 , temperatura ambiente del sistema, se toman 293 K.

La C/N expresada en dB para una impedancia de 75 Ω es la siguiente:

$$C/N \text{ (dB)} = C(\text{dB}\mu\text{V}) - F_{\text{sis}}(\text{dB}) - 10\log[0,303 \times B \text{ (MHz)}]$$

Televisión digital terrestre.

El nivel de portadora que se recibe en las antenas y llega a los amplificadores es de dB μ V.

El ancho de banda B de un canal en la banda UHF es de 8 MHz.

A continuación se determina la temperatura equivalente del sistema:

$$F_1 \text{ (figura de ruido del amplificador)} = 10 \text{ dB}$$

$$F_2 \text{ (atenuación máxima en la red)} = 38,55 \text{ dB}$$

$$G_1 \text{ (ganancia del amplificador)} = 39,6 \text{ dB}$$

Se pasan estos datos a unidades naturales, y se obtiene:

$$f_t = 10 + \frac{10^{35,55} - 1}{10^{3,96}} = 11,64 \text{ K}$$

$$T_{\text{eq}} = 293(11,64 - 1)\text{K} = 3117,52 \text{ K.}$$

Finalmente, la relación portadora ruido es

$$C/N = 31,74 \text{ dB}$$

La relación señal ruido será de 31,74 dB, un valor mayor que 25 dB, así que se cumple la normativa correctamente.

Radio digital DAB

El nivel de portadora que se recibe en las antenas y llega a los amplificadores es de 71,7 dB μ V.

El ancho de banda B de un canal en la banda DAB es de 1536 Hz.

A continuación se determina la temperatura equivalente del sistema:

$$F_1 \text{ (figura de ruido del amplificador)} = 6 \text{ dB}$$

F_2 (atenuación máxima en la red) = 38,55 dB

G_1 (ganancia del amplificador) = 24,3 dB

Se pasan estos datos a unidades naturales, y se obtiene:

C/N = 90,22, valor mayor que 18 dB mínimos.

Radio FM

El nivel de portadora que se recibe en las antenas y llega a los amplificadores es de 68,5 dB μ V.

El ancho de banda B de un canal en la banda FM para la transmisión de señal FM-radio es de 150 KHz.

A continuación se determina la temperatura equivalente del sistema:

F_1 (figura de ruido del amplificador) = 6 dB

F_2 (atenuación máxima en la red) = 38,55 dB

G_1 (ganancia del amplificador) = 27,5 dB

Se pasan estos datos a unidades naturales, y se obtiene:

C/N = 67,125 dB, valor mayor que los 38 dB mínimos exigidos.

2.10. Productos de intermodulación.

La relación de intermodulación (S/I o también llamada S/I_{simple}) esperada para TDT para el caso peor, que es el amplificador del canal 34 (ajustado a una salida de 96 dB μ V) es de $S/I = >30$ dB. El nivel mínimo exigido por la normativa es:

C/I simple Toma ≥ 30 dB

Para el caso que nos ocupa obtendríamos:

$$\begin{aligned} C/I \text{ simple (dB)} &= C/I \text{ simple ampli. cabecera ref.} - 2 * (V_{out} - V_{max}) \\ &= 10 - 2 (96 - 120) = 58 \text{ dB} \end{aligned}$$

Fórmula 2.7. Cálculo C/I simple.

Donde:

C/I simple ampli.cabecera ref. = 10 dB (dato suministrado por el fabricante)

V_{max} = Nivel de salida máximo de cabecera = 120 dB

V_{out} = Nivel de salida ajustado de cabecera = 96 dB

C/I simple Toma = 53 dB > 30 dB

Nivel que supera holgadamente el mínimo exigido por la norma.

2.11. Descripción de los elementos componentes de la instalación.

1) Sistemas captadores

	Tipo / Ganancia máx
Antena para FM (B-II)	Omnidireccional / 1 dB
Antena para DAB (VHF)	Directiva / 8 dB
Antena para TDT (UHF)	Directiva / 12 dB

Tabla 2.13. Resumen de antenas.

2) Amplificadores

Canal	Banda	Ganancia máx. (dB)	Señal salida máx. (dB μ V)
34	IV	55 dB	120 dB μ V
37	IV	55 dB	120 dB μ V
39	V	55 dB	120 dB μ V
43	V	55 dB	120 dB μ V
45	V	55 dB	120 dB μ V
46	V	55 dB	120 dB μ V
48	V	55 dB	120 dB μ V
54	V	55 dB	120 dB μ V
58	V	55 dB	120 dB μ V
63	V	55 dB	120 dB μ V
64	V	55 dB	120 dB μ V
66	V	55 dB	120 dB μ V
68	V	55 dB	120 dB μ V

Tabla 2.14. Resumen de amplificaciones

3) Mezcladores

Tipo	L _{inserción}	Cantidad
1	2	2

Tabla 2.15. Resumen de mezcladores.

4) Distribuidores, derivadores, PAU

Repartidores			Derivadores			PAUs		Tomas	
Tipo	Nºsalidas	Cantidad	Tipo	L _{deriv}	Cantidad	Tipo	Cantidad	Tipo	Cantidad
1	2	1	A	2	0	1	7	1	25
2	3	1	B	2	4				
3	4	1	C	2	4				

Tabla 2.16. Resumen de elementos pasivos.

5) Cables

Cable tipo 1. Total: 193,5 (m):

6) Materiales complementarios

Fuente de alimentación.

Resistencias de carga de 75 Ohm.

Puentes de conexión.

Cofre para equipo.

2.12. Distribución de radiodifusión sonora y televisión por satélite.

a) Selección del emplazamiento y parámetros de las antenas receptoras de la señal de satélite

Orientación.

Este edificio se encuentra situado en Málaga Capital, sus coordenadas son una latitud de 36,72° Norte y una longitud de 4,43° Oeste [2]. Teniendo por positivos el este y el norte y el sur y el oeste como números negativos.

Los satélites están distribuidos en una órbita geoestacionaria situada por encima del ecuador, por lo que para dar la posición del satélite, sólo damos su longitud que son de 19,2° este para Astra y 30° oeste para Hispasat.

La orientación de las antenas se compone de una elevación y un azimut en grados. La elevación es el ángulo formado entre el suelo y una línea imaginaria que cruza por el centro de la circunferencia de la antena. En la figura 2.1 se observa cuál es dicho ángulo. Donde la línea naranja es la línea imaginaria de la que se ha hablado anteriormente.

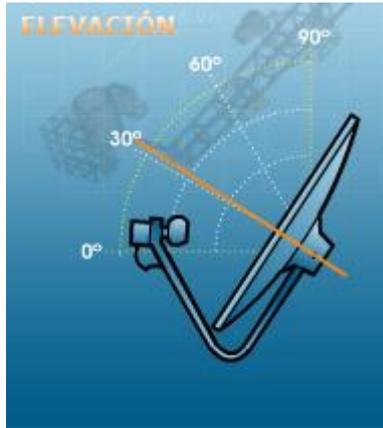


Figura 2.1. Elevación de una antena.

El azimut es el ángulo formado entre el norte terrestre y la línea imaginaria que cruza por el centro de la circunferencia. Se mide en grados y en sentido horario. En la figura 2.2 se observa dicho ángulo. Donde la línea naranja es la línea imaginaria de la que se ha hablado anteriormente.

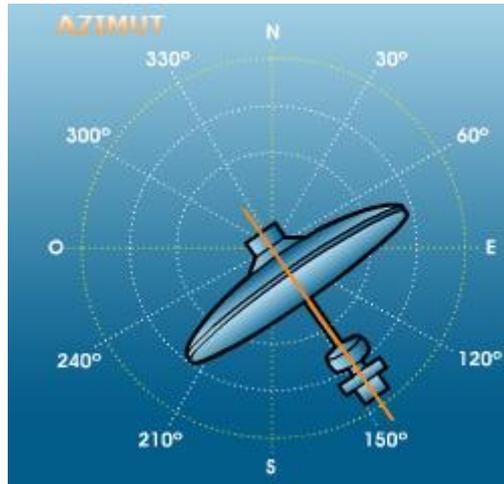


Figura 2.2. Azimut de una antena.

Para calcularlos, se usan las siguientes fórmulas, con los ángulos en radianes:

$$Elevación = \tan^{-1}\left(\frac{\cos(\alpha - 0,151269)}{\sin \alpha}\right)$$

Fórmula 2.8. Elevación de una antena.

$$Azimut = 180^\circ + \tan^{-1}\left(\frac{\tan(LongitudAnt - LongitudSat)}{\sin^{-1}(LatitudAnt)}\right)$$

Fórmula 2.9. Azimut de una antena.

Donde α es:

$$\alpha = \cos^{-1}(\cos(LatitudAnt) \cos(LongitudAnt - LongitudSatélite))$$

Fórmula 2.10. Cálculo de ángulo α .

Con los datos que ya se han comentado anteriormente, queda lo siguiente:

Para satélite Hispasat:

Elevación = 38,71°

Azimut = 218,64°

Para satélite Astra:

Elevación = 41°

Azimut = 143,80°

Para contrastar los datos obtenidos, se ha usado una página web [1], que se le selecciona en qué población se ubica la antena y el satélite que se busca, y automáticamente hace el cálculo.

Cálculo del diámetro

Para los dos satélites se busca un valor de C/N DE 17,5dBW. Se ofrecerá una calidad al usuario de 16.5dB (1.5dB mejor que la requerida) y se considerará una posible degeneración de hasta 1dB por la pérdida en las redes.

La expresión de la C/N para transmisiones por satélite es la siguiente:

$$C/N = PIRE + P_e + G_e - At - 10 \cdot \log(K \cdot (T_{sis}) \cdot B)$$

Fórmula 2.11. C/N para satélites.

Siendo:

$$T_{sis} = T_{eq} + T_{ant}$$

Fórmula 2.12. Temperatura equivalente total.

Donde:

- PIRE (potencia radiada isotrópica equivalente) (dBW), depende del satélite.
- At, atenuación debida a factores atmosféricos, su valor típico es de 1,8 dB.
- K, constante de Boltzman = $1.38 \cdot 10^{-23} \text{W/}^\circ\text{KHz}$.
- B, ancho de banda del canal en Hz, depende de la señal distribuida.
- T_{eq} , Temperatura equivalente de ruido del conjunto sin contar la antena (20,51 K).

Calculado mediante la fórmula 2.6. Para el cálculo de la figura de ruido se usa la fórmula 2.18.

- T_{ant} , Temperatura de la antena, normalmente 40 K [14].

- P_e , pérdidas en el espacio (dB), depende de la distancia al satélite y la longitud de onda de la señal.

$$P_e = 20 \log_{10}\left(\frac{\lambda}{4 \cdot \pi \cdot D}\right)$$

Fórmula 2.13. Pérdidas en el espacio.

- D, distancia de la antena al satélite.

$$D = 35786 \sqrt{1 + 0,41999(1 - \cos \beta)}$$

Fórmula 2.14. Distancia de la tierra a un satélite.

Donde:

$$\beta = \cos^{-1}(\cos(\text{LatitudAnt}) \cos(\text{LongitudAnt} - \text{LongitudSatélite}))$$

Fórmula 2.15. Cálculo de ángulo β .

- G_e = Ganancia efectiva en decibelios.

$$G_e = \frac{4\pi \cdot A \cdot ef}{\lambda^2}$$

Fórmula 2.16. Ganancia efectiva (no decibelios).

- ef, eficiencia de la antena, normalmente 0,6. La típica de las antenas.

- λ , longitud de onda. Se usa 0,024 m. Es la longitud de onda para 12,75 GHz, la frecuencia donde se producen más pérdidas.

- A, área de una circunferencia.

$$A = \pi \cdot r^2$$

Fórmula 2.17. Área de una circunferencia.

Anteriormente, cuando se explicó como calcular la temperatura equivalente de la antena de RTV se explicó como calcular la temperatura equivalente del sistema. Para su cálculo, usamos la fórmula 2.6, con $T_0 = 293K$ ($20^\circ C$).

En este caso particular, la fórmula del factor de ruido queda como:

$$f_T = f_1 + \frac{f_2 - 1}{g_1} + \frac{f_3 - 1}{g_1 \cdot g_2}$$

Fórmula 2.18. Factor de ruido para la antena parabólica.

- f_1 , factor de ruido del LNB.

- f_2 , factor de ruido del amplificador.

- f_3 , factor de ruido de la red desde el amplificador hasta la toma de usuario. En un sistema atenuador, el factor de ruido coincide con la atenuación máxima.

- g_1 , ganancia del LNB.

- g_2 , ganancia del amplificador FI.

La temperatura equivalente de ruido del sistema sin considerar la antena parabólica es la misma en cualquier situación, por lo que se calcula previamente:

Con los valores que se tienen, quedaría lo siguiente:

Para satélite Hispasat.

Para obtener una relación C/N de 17,5 dB, se despeja y se sustituye y queda que G_e debe tener un valor mínimo de 34,5 dB. Por lo tanto, el diámetro de la antena se consigue sustituyendo en las fórmulas. Quedando un valor de diámetro de 52,4 centímetros. El valor comercial encontrado más cercano es de 80 centímetros.

Para satélite Astra.

Para obtener una relación C/N de 17,5 dB, se despeja y se sustituye, queda que G_e debe tener un valor mínimo de 36,47 dB. Por lo tanto, el diámetro de la antena se consigue sustituyendo en las fórmulas. Quedando un valor de diámetro de 65,6 centímetros. El valor comercial encontrado más cercano es de 80 centímetros.

b) Cálculo de los soportes para la instalación de las antenas receptoras de la señal de satélite.

Las antenas parabólicas se fijarán a paredes o muros verticales, para ello se utilizarán placas de sujeción adecuadas a las características del brazo soporte de la parábola a utilizar del tipo "L" en pared, fijadas con tornillos al hormigón, tal como se describe en el Pliego de Condiciones.

El conjunto formado por las bases y los pernos de anclaje serán capaces de soportar los esfuerzos indicados en el pliego de condiciones calculados a partir de datos de los fabricantes para las velocidades de viento de 130 km/h al estar situadas a menos de 20 metros sobre el suelo.

c) Previsión para incorporar las señales de satélite

La señal terrestre (radiodifusión sonora y televisión) se distribuye mediante un repartidor para cada uno de los dos cables troncales. Cada una de las señales digitales de satélite correspondientes a esos cables, se mezcla con las señales terrestres utilizando un mezclador y configurando así la señal completa para cada uno de los cables (Sat-1, Sat-2).

d) Mezcla de las señales de radiodifusión sonora y televisión por satélite con las terrestres.

Las señales de radiodifusión sonora y televisión terrenal se mezclan con las señales de FI a través de un doble mezclador/repartidor que dispone de dos entradas de FI, una única entrada para canales de MATV y dos salidas, con unas pérdidas de inserción de 5 dB para *Master Antenna Television* (MATV) en cada salida.

Internamente se reparte la señal terrestre y se mezcla con las dos líneas de Frecuencias Intermedias (FI), generándose dos salidas, en una de ellas se tendrá Radio frecuencias (RF) + FI (Astra) y en la otra RF + FI (Hispasat), con unas pérdidas de inserción de 2 dB para FI en cada salida.

2.13. Cálculo de la atenuación para señales satélite.

Para el cálculo de atenuaciones de cada toma de usuario, se necesita seguir el recorrido que sigue desde la salida de los amplificadores a cada una de las tomas, y sumar las atenuaciones introducidas por los cables y por los elementos por los que pasa. Para el proyecto se necesita calcular la atenuación en dB para la frecuencia de 950MHz y 2150 MHz y conocer la atenuación en la mejor y en la peor toma, aquí se calculan todas las tomas de usuarios para las frecuencias citadas.

En el pliego de condiciones del proyecto se encuentran las atenuaciones de los elementos pasivos y de los cables. En la tabla 2.17, se tienen los valores de la atenuación en las frecuencias de la banda en cada toma.

Vivienda	Estancia	950MHz	2150MHz
Bajo DER	Dormitorio 1	37,99 dB	40,735 dB
	Dormitorio 2	38,8 dB	40,95 dB
	Salón (Zona Sofá)	37,54 dB	34,06 dB
	Salón (Pared Despensa)	38,44 dB	41,41 dB
Primero IZQ	Dormitorio	36,81 dB	39,465 dB
	Salón (Zona Sofá)	35,01 dB	36,765 dB
	Salón (Mesa comedor)	36 dB	38,25 dB
Primero DER	Dormitorio 1	36,36 dB	38,79 dB
	Dormitorio 2	35,99 dB	39,735 dB
	Salón (Zona Sofá)	35,73 dB	37,845 dB
	Salón (Pared Despensa)	36,63 dB	39,195 dB
Segundo IZQ	Dormitorio	39,15 dB	41,52 dB
	Salón (Zona Sofá)	37,38 dB	38,82 dB
	Salón (Mesa comedor)	38,37 dB	40,305 dB
Segundo DER	Dormitorio 1	38,55 dB	40,575 dB
	Dormitorio 2	38,36 dB	40,79 dB
	Salón (Zona Sofá)	38,1 dB	39,9 dB
	Salón (Pared Despensa)	39dB	41,25 dB
Tercero IZQ	Dormitorio	37,55 dB	39,575 dB
	Salón (Zona Sofá)	35,75 dB	36,875 dB
	Salón (Mesa comedor)	36,74 dB	38,36 dB
Tercero DER	Dormitorio 1	36,92 dB	38,63 dB
	Dormitorio 2	37,73 dB	39,845 dB
	Salón (Zona Sofá)	36,47 dB	37,955 dB
	Salón (Pared Despensa)	37,37 dB	39,305 dB

Tabla 2.17. Atenuaciones en cada toma para señales satélite.

En la tabla 2.18, se muestran la mejor y la peor atenuación y la toma en la que se producen.

Frecuencias	Atenuación mejor toma	Atenuación peor toma
950 MHz	35,01 dB Sal3n (Sal3n Zona Sof3, tercero izquierda)	39,15 dB (Dormitorio 2, bajo izquierda)
2150 MHz	36,765 dB (Sal3n Zona Sof3, tercero izquierda)	41,52 dB (Dormitorio 2, bajo izquierda)

Tabla 2.18. Atenuaciones en mejor y peor toma para se1ales sat3lite.

2.14. Respuesta amplitud-frecuencia.

Para calcular la respuesta amplitud-frecuencia, se buscan las tomas con m3s atenuaci3n y menos atenuaci3n y calculamos la diferencia a 950 MHz y a 2150 MHz.

Despreciando el rizado por el resto de componentes, se observa en la tabla 2.19 el resultado de los rizados.

Mejor toma	Peor toma
1,755 dB	2,37 dB

Tabla 2.19. Respuesta Amplitud / Frecuencia.

Como se puede observar, en ambos casos da un valor mucho m3s peque1o que los 20 dB m3ximos que se exige en la normativa, adem3s la variaci3n en la respuesta de amplitud con respecto a la frecuencia no var3a en m3s de 4 dB en cualquier canal ni superar3 los 1,5 dB/MHz en ning3n caso [13].

2.15. Amplificadores necesarios (n3mero, situaci3n en la red y tensi3n m3xima de salida).

Para garantizar en la peor toma 47 dB μ V de se1al de TV v3a sat3lite en la peor toma, se requiere un nivel de 88,52 dB μ V a la entrada del mezclador. Por otra parte, para asegurar que en la mejor toma no se superan 77 dB μ V el nivel de salida, en ese mismo punto no debe superar 112,01 dB μ V.

Se seleccionan por tanto unos amplificadores de nivel de salida m3ximo 120 dB μ V para una S/I = 35dB en la prueba de dos tonos que ser3n ajustados para que a su salida se obtengan 105 dB μ V.

2.16. Niveles de señal en toma de usuario en el mejor y peor caso.

En la tabla 2.20 se observan los niveles de señal para los mejores y peores casos en televisión digital por satélite.

Nivel de señal de prueba en el peor caso (dB μ V / 75 Ω)	Nivel de señal de prueba en el mejor caso (dB μ V / 75 Ω)
63,48 dB μ V	69,99 dB μ V

Tabla 2.20. Niveles de señal mejor y peor para recepción de satélites.

2.17. Relación portadora / ruido en la peor toma en antenas de satélite.

En el apartado 2.12, cuando se calculó el diámetro de la antena parabólica, se dio una relación portadora / ruido de 17,5 dB, así pues, para cada satélite se tendrá tal relación, a la que restaremos 1 dB por posibles pérdidas en la antena o en la red.

C/N para Hispasat.	C/N para Astra.
17,5 dB > 11 dB	17,5 dB > 11 dB

Tabla 2.21. C/N para cada señal de satélite prevista.

2.18. Acceso y distribución de los servicios de telecomunicaciones de telefonía disponible al público (STDP) y de banda ancha (TBA).

El objetivo de este capítulo es describir y detallar las características de la red que permitan el acceso a 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.

2.18.1. Redes de Cables Pares Trenzados.

2.18.1.1. Establecimiento de la topología de la red de cables de pares.

2.18.1.1.1. Red de Alimentación.

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, que pueden ser mediante cables o vía radio. En cualquier caso, accederán al Recinto de Instalaciones de Telecomunicación correspondiente y terminarán en unas regletas de conexión (Regletas de Entrada) situadas en el Registro Principal de cables de Pares situadas en el RITI.

Hasta este punto es responsabilidad de cada operador el diseño, dimensionado e instalación de la red de alimentación. El acceso de la misma hasta el RITI 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 guía y soportes necesarios para el encaminamiento de cables y puentes así como para los paneles o regletas de entrada de los operadores.

En el RITS se establece una previsión de espacio para la eventual instalación de los equipos de recepción y procesado de la señal en el caso en que los operadores accedan vía radio.

2.18.1.1.2. Red interior del edificio

Con el diseño del tendido de la red de distribución/dispersión de cables de pares trenzados previsto en el presente proyecto, no se supera, en ningún caso, la longitud de 100 m entre el registro principal y cualquiera de los PAU (según se puede comprobar en el correspondiente esquema incluido en el apartado Planos), por lo que se realizan las citadas redes mediante cables de pares trenzados, de acuerdo a lo establecido en el apartado 3.1.1 del Anexo II del Reglamento.

La red interior del edificio se compone de:

- Red de distribución/dispersión
- Red interior de usuario

La red total se refleja en el esquema 4.6.

Las diferentes redes que constituyen la red total del edificio se conectan entre sí en los puntos siguientes.

- Punto de Interconexión (entre la red de alimentación y la red de distribución/dispersión)
- Punto de distribución (entre la red de distribución y la red de dispersión). En este caso no tiene implementación física en los registros secundarios ya que al ser la red de pares trenzados en estrella, se dispondrá de un cable sin solución de continuidad desde el Registro Principal hasta cada PAU. El punto de distribución y de interconexión, coinciden en el Registro Principal.
- Punto de acceso de usuario (PAU) (entre la red de dispersión y la red interior de usuario).

2.18.1.1.3. Cálculo y dimensionado de las redes de distribución y dispersión pares trenzados, y tipos de cables.

La edificación de 7 viviendas, objeto del presente proyecto, tiene la distribución que se explica en la tabla 2.2. No hay estancias comunes en la edificación.

El número de acometidas necesarias, cada una formada por cables no apantallados de 4 pares trenzados de cobre de Categoría 6 Clase E es el que se contempla en la tabla 2.22. Para obtener el número total de cables, se debe multiplicar el número de PAU por un coeficiente corrector, que en este caso es 1.2.

	Número de PAU	Número de cables
Viviendas	7	7
Cables previstos		7
Nº total dimensionado		8.4 -> 9

Tabla 2.22. Dimensionado de cable de pares trenzados.

El Número de cables necesarios es de 9 y corresponde a viviendas de utilización permanente con una ocupación aproximada de la red del 80%. En este caso, se van a usar 11 cables, de modo que quedará uno libre por cada planta.

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 (7 en total, uno para cada vivienda), y los 4 restantes quedarán finalizados uno en cada uno de los registros secundarios de cada planta con la holgura suficiente para llegar al PAU más alejado de cada planta.

Así, la red de distribución y dispersión estará formada por 24 cables UTP de cobre de 4 pares categoría 6 Clase E.

2.18.1.2. Cálculo de los parámetros básicos de la instalación.

2.18.1.2.1. 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 cables 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, obteniéndose los valores de la tabla 2.23.

Piso	Atenuación (dB)
Bajo derecha	3,53
Primero izquierda	4,89
Primero derecha	4,72
Segundo izquierda	6,08
Segundo derecha	5,91
Tercero izquierda	7,27
Tercero derecha	7,1

Tabla 2.23. Atenuaciones de cable de pares trenzados.

Para este cálculo se ha considerado 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.

2.18.1.2.2. Estructura de distribución y conexión.

La distribución de cables por planta se representa en la tabla 2.24:

	Cables asignados	Cables de reserva
Planta Baja	1	1
Planta 1 ^a	2	1
Planta 2 ^a	2	1
Planta 3 ^a	2	1

Tabla 2.24. Resumen de cables de pares trenzados.

Estos cables se conectarán, en su extremo inferior, a los conectores RJ45 hembra del panel de conexión situado en el Registro Principal de cables de Pares, instalados en el RITI, y en su extremo superior finalizarán en la roseta (conector hembra RJ45) de cada vivienda y local salvo los de reserva que quedarán almacenados en el registro secundario de cada planta. Los cables deberán estar etiquetados en ambos extremos, indicando en cada uno de ellos la planta y vivienda a la que corresponde, incluidos los de reserva, que se marcarán con la planta y la palabra “RESERVA”.

2.18.1.3. Dimensionamiento.

2.18.1.3.1. Punto de Interconexión.

Se equipará un panel de conexión o panel repartidor de salida en el Registro Principal de cables de pares. Este panel deberá tener capacidad al menos para los 24 conectores RJ45 de la red de distribución, por lo que se utilizará un panel de conexión con capacidad para 24 conectores hembra miniatura de 8 vías RJ45. La unión con las regletas o paneles de entrada se realizará mediante latiguillos de conexión. Las características de estos paneles se especifican en el Pliego de Condiciones.

2.18.1.3.2. Puntos de distribución de cada planta.

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. En los registros secundarios de cada planta, quedarán almacenados los cables de pares trenzados de reserva, con la longitud suficiente para poder llegar hasta la PAU más alejado de esa planta.

2.18.1.4. Resumen de los materiales necesarios para la red de cables de pares.

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

2.18.1.4.1. Cables.

Se tenderá un total de 214 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.

2.18.1.4.2. Regletas o paneles del Punto de Interconexión.

Se instalarán dos paneles de conectores RJ45 para 24 conexiones en punto de interconexión/distribución.

2.18.1.4.3. Conectores.

Cada uno de los 24 cables trenzados que constituyen las redes de distribución y dispersión estará conectado en el punto de interconexión a un conector hembra RJ45 de ocho vías con todos los contactos conexiados.

2.18.1.4.4. Puntos de Acceso al Usuario (PAU).

El PAU de cada vivienda estará constituido por una roseta con conector hembra miniatura de ocho 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 34.

2.18.2. Redes de Cables Coaxiales.

2.18.2.1. Establecimiento de la topología de la red de cables coaxiales.

2.18.2.1.1. Red de Alimentación

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 Recinto de Instalaciones de Telecomunicación 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 RITI. Estos paneles de conexión estarán constituidos por derivadores o repartidores terminados en conectores tipo F hembra.

Hasta este punto es responsabilidad de cada operador el diseño, dimensionado e instalación de la red de alimentación. El acceso de la misma hasta el RITI 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, dotados con la coca suficiente como para permitir posibles reconfiguraciones. En el RITI se deberá hacer una revisión de espacio para el caso de que sea necesaria la amplificación, cuando el operador accede mediante cable.

En el RITI se deberá hacer una previsión de espacio para el caso de que sea necesaria la amplificación, cuando el operador accede mediante cable.

En el RITS se establece una previsión de espacio para la eventual instalación de los equipos de recepción y procesado de la señal en el caso en que los operadores accedan vía radio.

2.18.2.1.2. Red interior del edificio.

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

Las diferentes redes que constituyen la red total del edificio se conexionan entre sí en los puntos siguientes:

- Punto de Interconexión (entre la red de alimentación y la red de distribución).
- Punto de distribución (entre la red de distribución y la red de dispersión). En este caso no tiene implementación física en los registros secundarios ya que al ser la red de cable coaxial en estrella, se dispondrá de un cable sin solución de continuidad desde el Registro Principal hasta cada PAU. El punto de distribución y de interconexión, coinciden en el Registro Principal.
- Punto de acceso de usuario (entre la red de dispersión y la red interior de usuario).

2.18.2.1.3. Cálculo y dimensionamiento de las redes de distribución y dispersión de cables coaxiales y tipos de cables.

La edificación de 7 viviendas, objeto del presente proyecto tiene la distribución de la tabla 2.2. No hay estancias comunes en la edificación.

El número de acometidas necesarias, cada una formada por un cable coaxial del tipo RG 59 es el que se representa en la tabla 2.25:

	Número de PAU	Número de cables
Viviendas	7	7
Cables previstos		7
Conexiones previstas		7

Tabla 2.25. Distribución de cables coaxiales.

Además de esto, se instalarán 4 cables más de reserva, uno por cada planta, haciendo un total de 11 cables.

2.18.2.2. Cálculo de los parámetros básicos de la instalación.

2.18.2.2.1. Cálculo de la atenuación de las redes de distribución y dispersión de cables coaxiales.

Se utilizará un cable cuya atenuación es de 24 dB/100 metros a 860 MHz y de 6 dB/100 metros a 86 MHz. La atenuación total desde el Registro Principal hasta el PAU de cada vivienda y cada local será la suma de la atenuación del cable más la atenuación del distribuidor de 2 salidas (4dB a 860 MHz y 3.9 dB a 86 MHz) que se instalará en cada RTR, y la atenuación de dos conectores F uno en cada extremo del cable que aportan 1 dB entre los dos.

La tabla 2.26 muestra las atenuaciones para 86 MHz y para 860 MHz, desde el Registro Principal hasta el PAU de cada vivienda.

Piso	Atenuación (dB) para 86 MHz	Atenuación (dB) para 860 MHz
Bajo derecha	5,49 dB	4,46 dB
Primero izquierda	5,71 dB	8,25 dB
Primero derecha	5,65 dB	8 dB
Segundo izquierda	5,92 dB	9,08 dB
Segundo derecha	5,86 dB	8,84 dB
Tercero izquierda	6,13 dB	9,92 dB
Tercero derecha	6,07 dB	9,68 dB

Tabla 2.26. Atenuación de cables coaxiales.

El caso peor corresponde al piso tercero izquierda cuya atenuación es de 9,92 dB, que no se supera los 20 dB máximos marcados por la normativa vigente.

2.18.2.2.2. Estructura de distribución y conexión.

Como se ha indicado en los 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 RITI y terminará en el PAU situado en el RTR de cada vivienda y de cada local.

2.18.2.3. Dimensionado.

2.18.2.3.1. 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.

2.18.2.3.2. Puntos de distribución de cada planta.

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.

2.18.2.4. 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.

2.18.2.4.1. Cables

Se tenderá un total de 214 metros de cable coaxial tipo RG 11 de 6,5 mm de diámetro.

2.18.2.4.2. Elementos pasivos.

Se instalarán distribuidores de una salida en salones y dormitorios principales. El número total de distribuidores es de 14.

2.18.2.4.3. 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 tipo F macho es de 40.

2.18.2.4.4. Puntos de Acceso al usuario (PAU).

El punto de acceso al usuario estará constituido por el distribuidor de 2 salidas.

2.18.3. Redes de Cables de Fibra Óptica.

2.18.3.1. Establecimiento de la topología de la red de cables de fibra óptica.

2.18.3.1.1. Red de Alimentación

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, que pueden ser mediante cables o vía radio. En cualquier caso, accederán al Recinto de Instalaciones de Telecomunicación correspondiente y terminarán en unas regletas de conexión (Regletas de Entrada) situadas en el Registro Principal de cables de Pares situadas en el RITI.

Hasta este punto es responsabilidad de cada operador el diseño, dimensionado e instalación de la red de alimentación. El acceso de la misma hasta el RITI se realizará a través de la arqueta de entrada, canalización externa y canalización 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, dotados con la coca suficiente como para permitir posibles reconfiguraciones.

2.18.3.1.2. Red interior del edificio

Al tratarse de una edificación con menos de 15 PAUs, la red de distribución y dispersión se hará en topología estrella desde el Registro Principal.

La red total se refleja en el esquema 5.10.

Las diferentes redes que constituyen la red total del edificio se conectan entre sí en los siguientes puntos:

- Punto de Interconexión (entre la red de alimentación y la red de distribución).
- Punto de distribución (entre la red de distribución y la red de dispersión).
- Punto de acceso de usuario.

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

El número de acometidas necesarias, constituida cada una por un cable de dos fibras ópticas el que se muestra en la tabla 2.27, donde se debe multiplicar el número de PAU que tenemos por un coeficiente corrector de 1,2.

	Número de PAU	Número de cables
Viviendas	7	7
Cables previstos		7
Nº total dimensionado		8.4 -> 9

Tabla 2.27. Número de cables de fibra óptica.

El número de acometidas de fibra óptica es de 11 y corresponde a viviendas de utilización permanente con ocupación aproximada de la red del 80%. Se utilizarán 7 cables de 2 fibras ópticas dejándose 4 de reserva, uno por planta. La distribución de acometidas por planta se representa en la siguiente tabla 2.28.

	Cables asignados	Cables de reserva
Planta Baja	2	1
Planta 1ª	6	1
Planta 2ª	6	1
Planta 3ª	6	1

Tabla 2.28. Resumen de cables de fibra óptica.

El conexionado de las fibras de la red de distribución y las de la red de dispersión se realizará mediante fusión de las mismas en las cajas de segregación de fibra

instaladas en los registros secundarios. Los cables de la red de dispersión serán cables de dos fibras ópticas.

2.18.3.2. Cálculo de los parámetros básicos de la instalación.

2.18.3.2.1. Cálculo de la atenuación de las redes de distribución y dispersión de fibra óptica.

Se utilizarán cables de fibra óptica con una atenuación de 0.4 dB/Km a 1310 nm, 0.35 dB/Km a 1490 nm y 0.3 dB/Km a 1550 nm. La atenuación total desde el Registro Principal hasta el PAU de cada vivienda y cada local será la suma de la atenuación del cable mas la atenuación del fusionado de las cajas de segregación (0.1 dB), 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.

Como se ve en la tabla 2, en ningún caso se supera el valor máximo establecido en el Anexo II del Real Decreto 346/2001, de 1.55 dB.

Piso	1310 nm	1490 nm	1550 nm
Bajo derecha	0,5036 dB	0,50315 dB	0,5027 dB
Primero izquierda	0,5054 dB	0,504725 dB	0,50405 dB
Primero derecha	0,505 dB	0,504375 dB	0,50375 dB
Segundo izquierda	0,5068 dB	0,50595 dB	0,5051 dB
Segundo derecha	0,5064 dB	0,5065 dB	0,5048 dB
Tercero izquierda	0,5082 dB	0,507175 dB	0,50585 dB
Tercero derecha	0,5078 dB	0,506825 dB	0,50585 dB

Tabla 2.29. Atenuaciones de la red de fibra óptica.

2.18.3.2.2. Estructura de distribución y conexión.

Como se ha indicado en apartados anteriores, la distribución de esta red se hará con topología de árbol-rama, mediante 7 cables de 2 fibras que partirán del punto de interconexión situado en el Registro Principal en el RITI y que formarán la red de distribución y cuyas fibras se fusionarán en las cajas de segregación de fibra de los registros secundarios a los cables de dos fibras ópticas que constituyen las redes de distribución, los cuales terminarán en el PAU situado en cada vivienda.

2.18.3.3. Dimensionamiento.

2.18.3.3.1. Punto de interconexión.

Dado que se deben conectar 7 cables de 2 fibras ópticas, se equipará con un panel de 7 conectores dobles (14 conectores).

2.18.3.3.2. Puntos de distribución de cada planta.

Se instalarán cajas de segregación de 4 fibras ópticas en cada uno de los registros en las que se realizarán las fusiones de empalme y se almacenarán los bucles de las fibras ópticas de reserva. Su dimensionado se detalla en la tabla 2.30:

	Acometidas Asignada	Reserva	Total acometidas	Total fibras	Cajas segregación
Baja	1	1	2	7	1
Primera	2	1	3	7	1
Segunda	2	1	3	7	1
Tercera	2	1	3	7	1
Total					4

Tabla 2.30. Distribución de la red de fibra óptica.

2.18.3.4. 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.

2.18.3.4.1. Cables

Se tenderá un total de 214 metros de cable de dos fibras ópticas.

2.18.3.4.2. Panel de conectores de salida.

Se instalará un módulo básico de 12 conectores dobles.

2.18.3.4.3. Cajas de segregación

Se instalará una caja de segregación de 4 fibras ópticas en cada uno de los registros secundarios en las que se almacenarán los bucles de las fibras ópticas. Teniendo un total de 4 cajas de segregación.

2.18.3.4.4. Conectores.

Cada una de las fibras ópticas de cada vivienda quedará terminada en sus dos extremos mediante un conector SC/APC. Se instalarán por tanto 44 conectores SC/APC, 33 en el punto de interconexión. 7 en los PAUs y 4 en los de reserva.

2.18.3.4.5. Puntos de Acceso al usuario (PAU).

El punto de acceso al usuario estará constituido por una roseta óptica que alojará los conectores ópticos SC/APC y contendrá los acopladores para conectar los dispositivos que se puedan instalar en el RTR. El número total de rosetas es de 7.

2.19. Red interior de usuario

2.19.1. Red de Cables de Pares Trenzados.

2.19.1.1. Cálculo y dimensionamiento de la red interior de usuario de pares trenzados.

En la tabla que se incluye a continuación se indica el número de estancias que tiene cada vivienda, así como el número total de tomas. En el punto 3 de este mismo apartado la distribución de las tomas en cada vivienda y en cada local.

	Número de estancias		Número de tomas	
	I	D	I	D
Planta 3ª	2	3	2	3
Planta 2ª	2	3	2	3
Planta 1ª	2	3	2	3
Planta Baja		3		3

Tabla 2.31. Número de tomas por vivienda.

Total de tomas: 18.

2.19.1.2. Cálculo de los parámetros básicos de la instalación.

2.19.1.2.1. Cálculo de la atenuación de la red interior de usuario de cables 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 multiplexados pasivo, y la de la base de acceso terminal.

En el salón-comedor y en el dormitorio principal se instalarán dos bases de acceso terminal en cada una de estas estancias, que tendrán la misma atenuación al estar en un mismo registro de toma doble.

Piso	Salón	Dormitorio 1	Dormitorio 2
Viviendas Izq	4,68 dB	4,68 dB	
Viviendas der	1,28 dB	3,66 dB	5,53 dB

Tabla 2.32. Atenuaciones se la red interior de usuario para cable de pares trenzados.

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 se considerará este valor.

2.19.1.2.2. Número y distribución de las Bases de Acceso Terminal (BAT).

En viviendas se instalará una BAT o toma en cada estancia como mínimo, exceptuando baños y trasteros. Además, en las estancias que se instalen varias BAT, quedarán en el mismo registro de toma.

El número de tomas no será el mismo en cada vivienda debido a la diferencia que hay entre cada vivienda y estancia, haciendo un total de 14 tomas.

2.19.1.2.3. Tipos de cables.

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

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

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

2.19.1.3.1. Cables.

Se tenderá un total de 176 metros de cable de cobre de 4 pares trenzados UTP categoría 6 Clase E para las redes interiores de usuario.

2.19.1.3.2. Conectores.

En cada uno de los extremos de los cables en los RTR se instalará un conector RJ 45 macho miniatura de 8 vías, haciendo un total de 14 conectores RJ 45 macho.

2.19.1.3.3. BATs.

Se instalarán un total de 18 bases de acceso terminal o tomas.

2.19.2. Red de Cables Coaxiales.

2.19.2.1. Cálculo y dimensionamiento de la red interior de usuario de cables coaxiales.

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

Número total de tomas necesarias en viviendas: 14.

2.19.2.2. Cálculo de parámetros básicos de la instalación:

2.19.2.2.1. Cálculo de la atenuación de la red interior de usuario de cables coaxiales.

La siguiente tabla 2.33 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 de 24 dB/100 m a 862 MHz y 6 dB/100 m 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.

Piso	86 MHz		860 MHz	
	Salón	Dormitorio 1	Salón	Dormitorio 1
Derechos	1,49 dB	2,15 dB	1,76 dB	1,94 dB
Izquierdos	2,06 dB	2,12 dB	3,14 dB	3,86 dB

Tabla 2.33. Atenuaciones de la red interior de usuario para cables coaxiales.

2.19.2.2.2. Número y distribución de las Bases de Acceso Terminal.

En las viviendas se instalará una toma en el salón-comedor y otra en el dormitorio principal. Con un total de 14 tomas.

2.19.2.2.3. Tipos de cables.

Se utilizará cable del tipo RG 59 de 6.5 mm de diámetro.

2.19.2.3. 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.

2.19.2.3.1. Cables.

Se tenderá un total de 125 metros de cable coaxial tipo RG 59 de 6.5 mm de diámetro.

2.19.2.3.2. Conectores.

Se utilizarán conectores 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 20.

2.19.2.3.3. BATs.

Se utilizarán bases de acceso terminal del tipo final. El número total de BATs es de 14.

2.20. 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 equipamientos necesarios para permitir el acceso de los usuarios a los servicios de telecomunicaciones definidos en los capítulos anteriores.

2.20.1. Consideraciones sobre el esquema general del edificio.

El esquema general del edificio se refleja en el plano 5.6. En él se detalla la infraestructura necesaria, que comienza por la parte inferior del edificio en la arqueta de entrada y por la parte superior del edificio en la canalización de enlace superior y termina en las tomas de usuario. Esta infraestructura 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 registro de paso, registros de terminación de red, canalización interior de usuario y registros de toma, según se va a describir a continuación.

2.20.2. 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 de estos servicios, y desde la cual parten los cables de las redes de alimentación de operadores que discurren por la canalización externa y de enlace hasta el RITI.

2.20.2.1. Arqueta de entrada.

Tendrá unas dimensiones mínimas de 400 x 400 x 600 mm (ancho, largo y fondo). Ya que en cada vertical se trata de una instalaciones con menos de 20 PAUs.

Inicialmente se ubicará en la zona indicada en el plano 5.2 y su localización definitiva será objeto de la consulta a los operadores que se hará en el momento inmediatamente anterior a la redacción del Acta de Replanteo y cuyo resultado se reflejará en ésta.

2.20.2.2. Canalización externa.

Estará compuesta por 4 tubos de 63 mm de diámetro exterior embutidos en un prisma de hormigón y con la siguiente funcionalidad

- 2 conductos para STDP y TBA.
- 2 conductos 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.

2.20.3. Registros de enlace inferior y superior.

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

2.20.3.1. 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 por las que discurren los Servicios de Telecomunicaciones de Telefonía Disponible al Público y de Banda Ancha, con redes de alimentación por cable. Se situará en la parte interior de la fachada para recibir los tubos de la canalización externa y de él parte la canalización de enlace que cambia de dirección para acceder al RITI correspondiente como se indica en el plano 5.12.

Se materializa mediante cajas cuyas dimensiones mínimas son de 45 x 45 x 12 (alto x ancho x fondo). Sus características se definen en el Pliego de Condiciones.

2.20.3.2. Registro de enlace superior

Es necesario solamente cuando la canalización de enlace superior requiere un cambio de sentido, lo cual ocurre en este caso.

Se instalará, por tanto un Registro de enlace de dimensiones mínimas 360 x 360 x 120 (alto x ancho x fondo) cuyas características se definen en el Pliego de Condiciones. Se colocará baja el forjado de cubierta en el pinto de entrada a la

canalización de enlace superior (Plano 5.13). Sus características se definen en el Pliego de Condiciones.

2.20.4. Canalizaciones de enlace inferior y superior.

Es la que soporta los cables de las redes de alimentación desde el primer registro de enlace hasta el recinto de instalaciones de telecomunicación correspondiente.

2.20.4.1. Canalización de enlace inferior

Comienza en el registro de enlace situado en la parte interior de la fachada y termina en el RITI. Dado el número de viviendas de la edificación, se considera suficiente la utilización de 40 mm de diámetro exterior para los 4 tubos de la canalización de enlace inferior, de modo que no se supera una ocupación del 50% de la superficie útil de los mismos, distribuidos de la siguiente forma:

- 2 conductos para STDP y TBA
- 2 conductos de reserva

2.20.4.2. Canalización de enlace superior

Comienza en el registro de enlace superior situado en la parte interior del forjado de cubierta y termina en el RITS. Estará compuesta por 2 tubos de 40 mm de diámetro exterior, distribuidos de la siguiente forma:

- 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.

2.20.5. Recinto de Instalaciones de Telecomunicación.

Las características de este edificio requieren dos Recintos de Instalaciones de Telecomunicación, uno inferior y otro superior.

2.20.5.1. Recinto Inferior.

Consiste en un armario modular donde se ubicará el cuadro de protección eléctrica y los Registros Principales de Cables de Pares/Pares Trenzados, de Cables Coaxiales y de Cables de Fibra óptica con las regletas y paneles de salida instalados, y en los que se reservará espacio suficiente para las regletas y paneles de

entrada a instalar por los operadores que presten Servicios de Telefonía Disponible al Público y de Banda Ancha. En el plano 5.2 se muestra su ubicación en la planta baja.

Las dimensiones de este recinto de 1000 x 500 x 2000 mm (Anchura x Profundidad x Altura). Sus características se incluyen en el Pliego de Condiciones.

Por la zona inferior del armario acometerán los tubos que forman la canalización de enlace inferior, saliendo por la parte superior los correspondientes a la canalización principal. También por la parte superior saldrán los tubos correspondientes a la canalización secundaria para los locales comerciales ya que, en este caso, se realiza la función de Registro Secundario en este recinto.

El espacio interior del RITI se distribuirá de la siguiente forma:

- Mitad inferior para STDP y TBA.

- Mitad superior, en el lateral izquierdo espacio para realizar la función de Registro Secundario de la planta baja, y en el lateral derecho espacio para al menos dos bases de enchufe y el correspondiente cuadro de protección.

Dispondrá de punto de luz que proporcione al menos 300 lux de iluminación y de alumbrado de emergencia.

2.20.5.2. Recinto Superior.

Consiste en un armario modular en el cual se montarán los elementos necesarios para el suministro de televisión terrestre, y por satélite (cuando proceda), y se reservará espacio para que los operadores de Telecomunicaciones de Banda Ancha, cuya red de alimentación sea radioeléctrica (SAI) puedan instalar sus equipos de adaptación y procesamiento de las señales captadas. Su ubicación se refleja en el plano 5.4.

Las dimensiones de cada RITS son:

Anchura:	1,00 m
Profundidad:	0,50 m
Altura:	2,00 m

Sus características se incluyen en el Pliego de Condiciones.

Por la zona inferior del armario se acometerán los tubos que forman la canalización principal y por la parte superior accederán los tubos correspondientes a la canalización de enlace superior.

Su espacio interior se distribuirá de la siguiente forma:

- Mitad superior para RTV.
- Mitad inferior para SAI. Reservando en esta mitad, en la parte superior del lateral derecho, espacio para al menos tres bases de enchufe y el correspondiente cuadro de protección.

Dispondrá de punto de luz que proporcione al menos 300 lux de iluminación y de alumbrado de emergencia.

2.20.5.3. Equipamiento del RITI y del RITS.

RITI

El recinto de instalaciones de telecomunicación inferior estará equipado inicialmente con:

- Registros Principales de Cables de Pares Trenzados, de Cables Coaxiales y de Cables de Fibra Óptica, equipados con los paneles y regletas de salida que correspondan.
- Cuadro de protección.
- Sistema de conexión a tierra.
- 2 bases de enchufe.
- Alumbrado normal y de emergencia.
- Placa de identificación de la instalación.

Su distribución interior se muestra en el plano 5.13.

RITS

El recinto de instalaciones de telecomunicación superior estará equipado inicialmente con:

- Equipos amplificadores monocanales y de grupo, para FM, TDT y radio DAB.
- Mezcladores.
- Cuadro de protección.
- Sistema de conexión a tierra.
- 3 bases de enchufe.
- Alumbrado normal y de emergencia.
- Placa de identificación de la instalación.

Su distribución interior se muestra en el plano 5.14.

2.20.6. Registros Principales.

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

2.20.6.1. Registro Principal para Red de Cables de Pares Trenzados.

El Registro principal para Red de Cables de Pares Trenzados es una caja de 500 x 500 x 300 mm (alto x ancho x fondo). 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.

2.20.6.2. Registro Principal para Red de Cables Coaxiales.

El Registro Principal para Red de Cables Coaxiales es una caja de 500 x 500 x 300 mm (alto x ancho x fondo). 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.

2.20.6.3. Registro Principal para Red de Cables de Fibra Óptica.

El Registro Principal para Red de Cables de Fibra Óptica es una caja de 500x1000x300 mm (alto x ancho x fondo). En él se alojará un panel de conectores de salida constituido por un módulo básico de 48 conectores (24 dobles) y dispondrá de espacio para que los operadores instalen sus paneles de conectores de entrada.

2.20.7. Canalización Principal y Registros Secundarios.

Es la que soporta la red de distribución de la ICT del edificio. Une los dos recintos de instalaciones de telecomunicación. Su función es la de alojar las redes de Cables de Pares Trenzados, de Cables Coaxiales, de Cables de Fibra Óptica y red de RTV hasta las diferentes plantas y facilitar la distribución de los servicios a los usuarios finales.

2.20.7.1. Canalización principal.

Está compuesta por 6 tubos de 50 mm de diámetro exterior, distribuidos de la siguiente forma:

Cables de Pares Trenzados:	1 de 50 mm de diámetro
Cables de Fibra Óptica:	1 de 50 mm de diámetro
Cables Coaxiales para TBA:	2 de 50 mm de diámetro
Cables Coaxiales para RTV:	1 de 50 mm de diámetro
Reserva:	1 de 50 mm de diámetro

Se colocarán en un patinillo previsto al efecto de dimensiones 30 x 20 cm en cada una de las plantas.

Sus características se especifican en el Pliego de Condiciones.

2.20.7.2. Registros secundarios

Son cajas o armarios que se intercalan en la canalización principal en cada planta y en los cambios de dirección, y que sirven para poder segregarse en la misma todos los servicios en número suficiente para los usuarios de esa planta. La canalización entra por la parte inferior, se interrumpe por el registro y continúa por la parte superior, hasta el RS siguiente, finalizando en el RITS. De ellos salen los tubos que configuran la canalización secundaria. Sus dimensiones mínimas serán: 45 x 45 x 15 cm (anchura x altura x fondo). Dentro se colocan los dos derivadores de los dos ramales de RTV, las regletas para la segregación de pares telefónicos y las cajas de segregación de los cables de fibra óptica. Existirá uno en cada planta de viviendas. Sus características se especifican en el Pliego de Condiciones.

Se instalarán 4 Registros Secundarios de 45 x 45 x 15 cm (anchura x altura x profundidad).

2.20.8. Canalización Secundaria y Registro de Paso.

2.20.8.1. 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 3 tubos que van directamente desde cada Registro Secundario de planta al RTR de cada vivienda de la planta con la siguiente funcionalidad y diámetro exterior:

- 1 de 25 mm de diámetro para alojar el cable de pares trenzados y el de fibra óptica.
- 1 de 25 mm de diámetro para alojar el cable coaxial de TBA.
- 1 de 25 mm de diámetro para alojar los cables coaxiales de RTV.

Sus características se especifican en el Pliego de Condiciones.

2.20.8.2. Registro de paso

Se utilizan en las canalizaciones secundarias cuando hay cambio de dirección o esta es mayor de 15 metros.

Dado que, en este caso, la canalización secundaria, desde el Registro Secundaria hasta el RTR en las plantas de vivienda es rectilínea y de menos de 15 metros, no son necesarios registros de paso en la misma.

2.20.8.3. Registros de Terminación de Red.

Conectan la red de dispersión con la red interior de usuario. En estos registros se alojan los puntos de acceso de usuario (PAU) 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 o local provistas de tapa y sus dimensiones mínimas serán de 500 x 600 x 80 mm (anchura x altura x profundidad). 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 7. Sus características se especifican en el Pliego de Condiciones.

2.20.9. 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 une el RTR con los distintos Registros de Toma. La topología de las canalizaciones será en estrella.

El diámetro de los tubos, será:

- De 20 mm de diámetro para Cables de Pares Trenzados.
- De 20 mm de diámetro para Cable Coaxial de TBA.
- De 20 mm de diámetro para Cable Coaxial de RTV.

Sus características se especifican en el Pliego de Condiciones.

2.20.10. 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 son 6,4 x 6,4 x 4,2 cm (alto x ancho x fondo).

En las viviendas, se instalarán en el salón-comedor y en el dormitorio principal dos registros de toma para cables de pares trenzados, un registro para toma de cables coaxiales para servicios de TBA y un registro para toma de cables coaxiales para servicios de RTV.

La ubicación de los registros de toma en cada instancia se indica en el plano 5.3. El total de registros de toma a instalar será de 53. Las características de los Registros de Toma se especifican en el Pliego de Condiciones.

2.20.11. Cuadro resumen de materiales necesarios.

En la tabla 2.34, se hace un resumen de las arquetas y las canalizaciones, así como de tubos usados y materiales para los recintos de telecomunicaciones superior e inferior.

Elemento	Cantidad	Dimensiones
Arqueta de entrada	1	400x400x600 mm
Canalización externa	27 m	Tubo de 63 mm de diámetro
Canalización de enlace inferior	16,5 m	Tubo de 40 mm de diámetro
Registros de enlace inferior	1	450x450x120 mm
Canalización de enlace superior	3,5 m	Tubo de 40 mm de diámetro
Registro Principal para cables de pares trenzados	1	500x500x300 mm
Registros Principal para cables Coaxiales	1	500x500x300 mm
Registro Principal para cables de Fibra óptica	1	500x500x300 mm
Canalización principal	84 metros aprox	Tubo de 50 mm de diámetro
Registros secundarios	5	450x450x150 mm
Canalización secundaria	135 metros aprox.	Tubo de 25 mm de diámetro
Registros de terminación de red (para PAU)	7	500x600x80 mm
Canalización interior	408 metros aprox.	Tubo de 20 mm de diámetro
Bases de acceso terminal (tomas)	Pares trenzados (RJ 45)	18
	Coaxial para RTV	25
	Coaxial servicios de TBA	14
	Configurable	0
Registro de tomas para todos los servicios incluidos configurables	57	64x64x42 mm
Recinto de Instalaciones de Telecomunicaciones Superior (R.I.T.S)	1	2000x1000x500 mm
Equipamiento del RITS	Equipos amplificadores monocanales de grupo para FM, TDT y radio DAB. Mezcladores. Cuadros de protección equipado Sistema de conexión a tierra 3 bases de enchufe Alumbrado normal y de emergencia Placa de identificación de la instalación	
Recinto de Instalaciones de Telecomunicaciones Inferior (R.I.T.I)	1	2000x1000x500 mm
Equipamiento del RITI	Registros Principales para Rede de Pares Trenzados, de Cables Coaxiales y de Fibra óptica. Cuadro de protección equipado Sistemas de conexión a tierra 2 bases de enchufe Alumbrado normal y de emergencia Placa de identificación de la instalación	

Tabla 2.34. Resumen de materiales para la red de acceso telefónico, banda ancha y fibra óptica.

Capítulo 3: Pliego de condiciones y presupuesto

En este capítulo se van a dar las pautas para la instalación de los componentes de la infraestructura, las características técnicas de los materiales utilizados y las variaciones máximas que pueden tener éstas características.

3.1. Condiciones particulares.

3.1.1. Radiodifusión sonora y televisión.

Ya se ha comentado en la Memoria de este Proyecto que éste afecta a los sistemas de telecomunicación y las redes que permiten la correcta distribución de las señales hasta las viviendas del inmueble.

La captación y adaptación de señales de Radiodifusión sonora y TV por satélite no son objeto de este Proyecto. Sí lo es su distribución. Por este motivo se ha calculado el tamaño de las antenas parabólicas para instalar su estructura de amarre en el edificio.

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.

3.1.1.1. Condicionantes de acceso a los sistemas de captación.

El promotor extenderá la servidumbre establecida para el acceso a cubierta, no solo para la instalación de los elementos de la ICT situados en ella, sino también para el mantenimiento y reparación de los mismos.

En el plano 5.4, Instalaciones Planta Cubierta, se muestra la ubicación de los sistemas de captación de RTV terrestre y de satélite.

3.1.1.2. Características de los sistemas de captación.

El conjunto para la captación de servicios de televisión terrestre, estará compuesto por las antenas, torreta, mástil, y demás sistemas de sujeción de antena necesarios para la recepción de las señales de radiodifusión sonora y de televisión terrestres difundidas por las entidades con título habilitante, indicadas en el apartado 2.4.1.1 de la memoria.

Antena para FM

En la tabla 3.1 se pueden ver las características mínimas necesarias para la antena de FM.

Tipo	Omnidireccional
ROE	< 2
Carga al viento (150Km/h)	< 40

Tabla 3.1. Características mínimas para la antena FM.

Antena VHF (DAB).

Se usa para los canales de 1 a 10, en la tabla 4.2 se observan las características mínimas.

Tipo	Directiva
Ganancia	>8 dB
ROE	< 2
Relación D/A	>15 dB
Carga al viento (150Km/h)	< 40 Newtons

Tabla 3.2. Características mínimas para la antena DAB.

Antena UHF.

Antenas para los canales 21 al 69 (UHF) de las siguientes características mostradas en la tabla 3.3.

Tipo	Directiva
Ganancia	> 12 dB (UHF)
Ángulo de apertura horizontal	< 40°
Ángulo de apertura vertical	< 50°
ROE	< 2 dB
Relación D/A	> 25 dB
Carga al viento (150 Km/h)	< 100 Newtons

Tabla 3.3. Características mínimas para la antena UHF.

Las antenas deberán ser de materiales resistentes a la corrosión o tratados convenientemente.

3.1.1.3. Elementos de sujeción de las antenas para televisión terrestre.

En este caso se utilizará un conjunto torreta-mástil para el soporte de estas antenas. La torreta, de base triangular, equilátera, de 18 cm de lado, estará constituida con 3 tubos de acero de 20 mm de diámetro y 2 mm de espesor de pared, unidos por varillas de acero de 6 mm de diámetro. Su placa base tendrá tres pernos de sujeción, se anclará en una zapata de hormigón que formará cuerpo único con la cubierta del edificio en el punto indicado en el plano de la misma.

Se utilizará un mástil para la colocación de las antenas, que será un tubo de hierro galvanizado, perfil tipo redondo de 40 mm de diámetro y 2 mm de espesor. Sobre este mástil se situarán, únicamente, las antenas aquí especificadas y no podrá colocarse sobre el conjunto torreta-mástil ningún otro elemento mecánico sin la autorización previa de un proyectista o del Director de Obra de ICT, caso en que este existiese. Para otros detalles sobre la fijación de la torreta y el mástil así como de sus conexiones (véase el punto 3.10 de este pliego de condiciones).

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

3.1.1.4. Elementos de sujeción de las antenas para televisión por satélite.

Para la sujeción de las antenas se construirá una zapata de hormigón que formará cuerpo único con el forjado de la cubierta y sobre la que se instalarán dos placas base de anclaje de forma cuadrada de 25 cm de lado cada una mediante 4 pernos de sujeción a la zapata de 16 mm de diámetro. La distancia entre la ubicación de ambas placas base será de 1,5 metros mínimo, para permitir la orientación de las antenas. El punto exacto de su ubicación será objeto de la dirección de obra para evitar que se puedan producir sombras electromagnéticas entre los distintos sistemas de captación.

La zapata de hormigón sobresaldrá 10 cm del tejado. Sus dimensiones y composición serán definidas por el arquitecto, teniendo en cuenta que los esfuerzos y momentos máximos, calculados según el Documento Básico SE-AE del Código Técnico de la Edificación, serán para una velocidad del viento de 150 Km/h los siguientes:

Esfuerzo horizontal: 2328 Newtons.

Esfuerzo vertical: 1549 Newtons.

Momento: 3399 Newtons x metro.

3.1.2. Características de los elementos activos.

Los equipos amplificadores para la radiodifusión sonora y televisión terrestres serán monocanales y de grupo, todos ellos con separación de entrada en Z y mezcla de salida en Z. Serán de ganancia variable y tendrán las características mostradas en la tabla 3.4.

Tipo	FM	UHF monocanal digital	UHF de grupo	VHF de grupo
Banda cubierta	88-108 MHz	1 canal UHF digital	C 67 – 69 UHF digital	C8 - C11
Nivel de salida máximo	> 120 dB μ V	> 120 dB μ V (*)	> 120 dB μ V (*)	> 120 dB μ V (*)
Ganancia mínima	55 dB	55 dB	55 dB	55 dB
Margen de regulación de la ganancia	> 20 dB	> 20 dB	> 20 dB	> 20 dB
Figura de ruido máxima	9 dB	9 dB	9 dB	9 dB
Pérdidas de retorno en las puertas	> 10 dB	> 10 dB	> 10 dB	> 10 dB
Rechazo a los canales n +/- 1	----	----	----	----
Rechazo a los canales n +/- 2	----	> 25 dB	> 25 dB	> 25 dB
Rechazo a los canales n +/- 3	---	> 50 dB	> 50 dB	> 50 dB

Tabla 3.4. Características de los amplificadores.

(*) Para una relación S/I > 35 dB en la prueba de intermodulación de tercer orden con dos tonos.

3.1.3. Características de los elementos pasivos.

Mezclador.

Los mezcladores intercalados para permitir la mezcla de la señal de cabecera terrestre con la de satélite, tendrán las características indicadas en la tabla 3.5:

Tipo	1
Banda cubierta	5 – 2150 MHz
Pérdidas inserción máxima V/U	4 +/- 0.5 dB
Pérdidas inserción máximas FI	4 +/- 0.5 dB
Impedancia	75 Ω
Rechazo entre entradas	> 20 dB
Pérdidas de retorno en las puertas	> 10 dB

Tabla 3.5. Características de los mezcladores.

Derivadores.

Los derivadores se usan para derivar la señal de un mismo cable en varias direcciones, pudiendo mantener el cable su dirección inicial provocando las mínimas pérdidas. En la tabla 3.6 se muestran sus características.

Tipo	A	B	C
Banda cubierta	5 – 2.150 MHz	5 – 2.150 MHz	5 – 2.150 MHz
Nº de salidas	2	2	2
Pérdidas de deriv. típicas V/U	12 +/- 0,5 dB	16 +/- 0,5 dB	20 +/- 0,5 dB
Pérdidas de derivación típicas FI	12 +/- 0,5 dB	16 +/- 0,5 dB	20 +/- 0,5 dB
Pérdidas de inserción típicas V/U	2 +/- 0,25 dB	1,6 +/- 0,25 dB	1 +/- 0,25 dB
Pérdidas de inserción típicas FI	3,5 +/- 0,25 dB	2 +/- 0,25 dB	2 +/- 0,25 dB
Desacoplo derivación-entrada	26 dB	30 dB	35 dB
Aislamiento 40-300 MHz	38 dB	38 dB	38 dB
Aislamiento 300-950 MHz	30 dB	30 dB	30 dB
Aislamiento 950-2150 MHz	20 dB	20 dB	20 dB
Impedancia	75 Ω	75 Ω	75 Ω
Pérdidas de retorno en las puertas	> 10 dB	> 10 dB	> 10 dB

Tabla 3.6. Características de los derivadores.

Distribuidores o repartidores.

Los distribuidores o también llamados repartidores, se usan para obtener varias salidas a través de un cable y, como su propio nombre indica, repartir la señal. Sus características se resumen en la tabla 3.7.

Tipo	1	2
Banda cubierta	5 - 2.150 MHz	5 - 2.150 MHz
Nº de salidas	2	5
Pérdidas de distribución típicas V/U	5 +/- 0,25 dB	10 +/- 0,25 dB
Pérdidas de distribución típicas FI	5 +/- 0,25 dB	11 +/- 0,25 dB
Desacoplo entrada-salida	>15 dB	>15 dB
Impedancia	75 Ω	75 Ω

Tabla 3.7. Características de los distribuidores.

Cables.

El cable utilizado deberá cumplir lo dispuesto en las normas UNE-EN 50117-2-4 para instalaciones interiores. Se utilizará un cable de 7 mm de diámetro exterior con una impedancia característica media de 75 +/- 3 Ohmios. El conductor será de cobre y el dieléctrico de polietileno celular físico. 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 de la tabla 3.8.

Atenuación a 15 MHz	3.5 dB / 100 m
Atenuación a 50 MHz	4 dB / 100 m
Atenuación a 100 MHz	6 dB / 100 m
Atenuación a 500 MHz	16.5 dB / 100 m
Atenuación a 800 MHz	18.5 dB / 100 m
Atenuación a 860 MHz	18.8 dB / 100 m
Atenuación a 950 MHz	19.8 dB / 100 m
Atenuación a 1000 MHz	20.5 dB / 100 m
Atenuación a 1500 MHz	26 dB / 100 m
Atenuación a 2150 MHz	32 dB / 100 m

Tabla 3.8. Atenuaciones de los cables a distintas frecuencias.

La atenuación del cable empleado no superará en ningún caso estos valores, ni será inferior al 20% de los valores indicados.

Las pérdidas de retorno según la atenuación del cable (α) a 800 MHz se muestran en la tabla 3.9.

Tipo de cable	5-30 MHz	30-470 MHz	470-862 MHz	862-2.150 MHz
$\alpha \leq 18\text{dB}/100\text{m}$	23 dB	23 dB	20 dB	18 dB
$\alpha > 18\text{dB}/100\text{m}$	20 dB	20 dB	18 dB	16 dB

Tabla 3.9. Pérdidas de retorno de los cables.

Punto de Acceso al Usuario.

Este elemento debe permitir la interconexión entre cualquiera de las dos terminaciones de la red de dispersión con cualquiera de las posibles terminaciones de la red interior del domicilio al usuario. Esta interconexión se llevará a cabo de una manera no rígida y fácilmente seccionable. El punto de acceso al usuario debe cumplir las características de transferencia que se indican en la tabla 3.10.

Parámetro	Unidad	Banda de frecuencia	
		5-862 MHz	950-2.150 MHz
Impedancia	Ohmios	75	75
Pérdidas de inserción	dB	<1	<1
Pérdidas de retorno	dB	≥10	≥10

Tabla 3.10. Características de los PAU.

Bases de acceso de terminal.

Son los puntos donde finalmente el usuario va a conectar la televisión. En la tabla 3.11 se dan sus características.

Tipo	1
Banda cubierta	5 – 2.150 MHz
Pérdidas de derivación V/U	2 +/- 0,5 dB
Pérdidas de derivación FI	3,5 +/- 0,5 dB
Impedancia	75 Ω
Pérdidas de retorno	>10dB

Tabla 3.11. Características de las BAT.

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 desacoplos, ecos, y ganancia y fase diferenciales, además del resto de especificaciones relativas a calidad calculadas en la memoria y cuyos niveles de aceptación se recogen en el apartado 4.4 del ANEXO I del Reglamento de ICT.

El cumplimiento de estos niveles será objeto de la dirección de obra y su resultado se recogerá en el correspondiente cuadro de mediciones en la certificación final.

3.1.4. Distribución de señales de televisión y radiodifusión sonora por satélite.

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

Cada una de las dos unidades externas estará compuesta por una antena parabólica y un convertor (LNB). Sus características se dan en la tabla 3.12 para satélite HISPASAT y en la tabla 3.13 para ASTRA.

Diámetro de la antena	80 cm
Figura de ruido del convertor	<0.75dB
Ganancia del convertor	>55dB
Impedancia de salida	75Ω

Tabla 3.12. Recepción de HISPASAT.

Diámetro de la antena	80 cm
Figura de ruido del convertor	<0.75dB
Ganancia del convertor	>55dB
Impedancia de salida	75Ω

Tabla 3.13. Recepción de ASTRA.

Amplificadores de FI.

Los amplificadores conectados a los convertidores poseerán las características mostradas en la tabla 3.14.

Nivel de salida máxima (*)	118 dBμV
Banda cubierta	950-2.150 MHz
Ganancia mínima	40 dB
Margen de regulación de la ganancia	>10 dB
Figura de ruido máxima	10 dB
Pérdidas de retorno en las puertas	>10 dB

Tabla 3.14. Amplificador de FI.

(*) Para una relación S/I >18 dB en la prueba de intermodulación de tercer orden con dos tonos.

3.2. Distribución de los 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.

3.2.1. Redes de Cables de Pares Trenzados

3.2.1.1. 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.

Para las redes de distribución y dispersión, los cables de pares trenzados utilizados serán, como mínimo, de 4 pares de hilos conductores de cobre con aislamiento individual sin apantallar clase E (categoría 6), deberán cumplir las especificaciones de la norma UNE-EN 50288-6-1 [16].

Para la red interior de usuario, los cables utilizados serán, como mínimo, de cuatro pares de hilos conductores de cobre con aislamiento individual clase E (categoría 6) y cubierta de material no propagador de la llama, libre de halógenos y baja emisión de humos. Deberán ser conformes a las especificaciones de la norma UNE-EN 50288-6-1 [16] y UNE-EN 50288-6-2 [17].

Las redes de distribución y dispersión deberán cumplir los requisitos especificados en las normas UNE-EN 50174-1:2001 [18], UNE-EN 50174-2 [19] y serán certificadas con arreglo a la norma UNE-EN 50346 [20].

Los cables de pares trenzados que se utilizarán en este proyecto deberán tener una atenuación máxima de 34dB/100 metros a 300 MHz y serán de categoría 6 clase E o superior. Su resistencia óhmica de los conductores a temperatura de 20 °C no será mayor de 98 Ω /km, la rigidez dieléctrica entre conductores no será inferior a 500 VCC ni 350 V_{efca} . La rigidez dieléctrica entre núcleo y pantalla no será inferior a 1.500 VCC ni 1.000 V_{efca} . La resistencia de aislamiento no será inferior a 1000 M Ω /km, la capacidad mutua de cualquier par no excederá de 58 nF/km en cables de polietileno.

3.2.1.2. Características de los elementos pasivos.

Los elementos de conexión (regletas y conectores) de pares metálicos deben cumplir que la resistencia de aislamiento entre contactos, en condiciones normales (23°C, 50% H.R.), deberá ser superior a 106 M Ω . La resistencia de contacto con el punto de conexión de cables/hilos deberá ser inferior a 10 m Ω . La rigidez dieléctrica deberá ser tal que soporte una tensión, entre contactos, de 1.000 $V_{efca} \pm 10\%$ y 1.500 $V_{CC} \pm 10\%$.

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 en la red de alimentación o de los latiguillos de interconexión. Los conectores cumplirán la norma UNE-EN 50173-1 [21].

El panel que aloja los puertos indicados será de material plástico o metálico, permitiendo la fácil inserción-extracción en los conectores y la salida de los cables de la red de distribución.

Punto de Acceso al Usuario (PAU).

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 con la norma UNE-EN 50173-1 [21].

Conectores para Cables de Pares Trenzados.

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 [21].

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.

3.2.2. Redes de cables coaxiales.

3.2.2.1. Características de los cables.

Con carácter general, los cables coaxiales a utilizar en las redes de distribución y dispersión serán de los tipos RG-6, RG-11 y RG-59.

Los cables coaxiales cumplirán con las especificaciones de la norma UNE-EN 50117-2-1 [22] y de la norma UNE-EN 50117-2-2 [23] y deben cumplir que su impedancia característica media es de 75 Ohmios, su conductor central debe ser de acero recubierto de cobre de acuerdo a la norma UNE-EN-50117-1 [24], el dieléctrico de polietileno celular físico, expandido mediante inyección de gas de acuerdo a la norma UNE-EN 50265-2 [25], estando adherido al conductor central, la pantalla debe estar formada por una cinta laminada de aluminio-poliéster-aluminio solapada y pegada sobre el dieléctrico, la malla debe estar formada por una trenza de alambres de aluminio, cuyo

porcentaje de recubrimiento será superior al 75%, la cubierta externa de PVC debe ser resistente a rayos ultravioleta para el exterior, y no propagador de la llama debiendo cumplir la normativa UNE-EN 50265-2 [25] de resistencia de propagación de la llama, si es 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 lo indicado en la tabla 3.15.

Tipo	RG-11	RG-6	RG-59
Diámetro exterior (mm)	10,3 ± 0,2	7,1 ± 0,2	6,2 ± 0,2
Atenuación a 5 MHz	1,3 dB/100m	1,9 dB/100m	2,8 dB/100m
Atenuación a 862 MHz	13,5 dB/100m	20 dB/100m	24,5 dB/100m
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 3.15. Atenuación de cables coaxiales para TBA.

3.2.2.2. Características de los elementos pasivos.

Todos los elementos pasivos de exterior permitirán el paso y corte de corriente incluso cuando la tapa esté abierta, la cual estará equipada con una junta de neopreno o de poliuretano y de una malla metálica que aseguren su estanqueidad así como su apantallamiento electromagnético. Los elementos pasivos de interior no permitirán el paso de corriente.

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 15dB en el margen de frecuencias de funcionamiento de los mismos que, al menos, estará comprendido entre 5MHz 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 [26], 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 [27].

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 estanquidad del dispositivo.

Cargas 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 de 75Ω 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 características físicas según norma UNE 20523-7 [28], UNE 20523-9 [29] y UNE-EN 50023-2 [30]. Además, debe tener una impedancia de 75Ω , actuar en la banda de frecuencia 86 MHz – 862 MHz, su banda de retorno debe ser de 5 MHz – 65 MHz, las pérdidas de retorno para televisión (40 – 862 MHz) deben ser menores de 14dB con 1.5dB/Octava y en todo caso ≥ 10 dB y las pérdidas de retorno radiodifusión sonora FM menores de 10 dB.

3.2.3.Redes de cables de Fibra Óptica.

3.2.3.1. Características de los cables.

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 [31]. Las fibras ópticas deberán ser compatibles con las del tipo G.652.D, definidas en la Recomendación UIT-T G.652 [32].

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 2dB en ningún caso, recomendándose que no supere 1.55 dB.

3.2.3.2. 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 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).
- Módulos de entrada para terminar las redes de alimentación de los operadores (uno o varios).

El módulo básico para terminar la red de fibra óptica permitirá la terminación de 14 conectores en regletas donde se instalarán las fibras 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 se 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 [33].

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 la norma UNE 20324 [34], 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 [35].

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 [36].

Caja de segregación de cables de fibra óptica.

Las fibras de la red de distribución/dispersión estarán en paso en el punto de distribución. El punto de distribución estará formado por una o varias cajas de segregación en las que se dejarán almacenados, únicamente, los bucles de las fibras ópticas de reserva, con la longitud suficiente para poder llegar hasta el PAU más alejado de esa planta. Los extremos de las fibras ópticas de la red de dispersión se identificarán mediante etiquetas que indicarán los puntos de acceso al usuario a los que dan servicios.

La caja de segregación de fibras ópticas estará situada en los registros secundarios, y constituirá la realización física del punto de distribución óptico. Las cajas de segregación serán de interior, para 8 fibras ópticas.

Las cajas 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 (grado de protección exigido será IP 52), grado de protección IK 08, y 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 [36].

Todos los elementos de la caja de segregación estarán diseñados de forma que se garantice un radio de curvatura mínimo de 15 milímetros en el recorrido de la fibra óptica dentro de la caja.

Roseta de fibra óptica.

La roseta para cables de fibra óptica estará situada en el registro de terminación de red y estará formada por una caja que, a su vez, contendrá o alojará los conectores ópticos SC/APC de terminación de 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 (grado de protección exigido será IP 52), y 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 [36].

Cuando la roseta óptica esté equipada con un rabillo para ser empalmado a las acometidas de fibra óptica de la red de distribución, el rabillo con conector que se vaya a posicionar en el PAU será de fibra óptica optimizada frente a curvaturas, del tipo G.657, categoría A2 o B3, y el empalme y los bucles de las fibras ópticas irán alojados en una caja. Todos los elementos de la caja estarán diseñados de forma que se garantice un radio de curvatura mínimo de 20 milímetros en el recorrido de la fibra óptica dentro de la caja.

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 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 [40].

Las características ópticas de los conectores ópticos, en relación con la familia de normas UNE-EN 61300-2 [36], serán las mostradas en la tabla 3.16:

Ensayo	Método de ensayo	Requisitos
Atenuación (At) frente a conector de referencia.	UNE-EN 61300-3-4 método B	Media \leq 0.30dB Máxima \leq 0.50 dB
Atenuación (At) de una conexión aleatoria	UNE-EN 61300-3-34	Media \leq 0.30dB Máxima \leq 0.60 dB
Pérdidas de Retorno (PR)	UNE-EN 61300-3-6 método 1	APC \geq 60 dB

Tabla 3.16. Ensayos para cables de fibra óptica.

3.3. Infraestructuras.

3.3.1. Condicionantes a tener en cuenta para su ubicación.

Para la ubicación de la arqueta de entrada, que se muestra en el plano 5.2, 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.

3.3.2. Características de las arquetas.

Serán preferentemente de hormigón armado o de otro material siempre que soporten las sobrecargas normalizadas en cada caso y el empuje del terreno. Su ubicación final, objeto de la consulta a los operadores prevista en la normativa, será indicada en el plano 5.2.

Se presumirán conformes las tapas que cumplan lo especificado en la norma UNE-EN 124 [37] 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 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 5kN. Se presumirán conformes con las características anteriores las arquetas que cumplan con la Norma UNE 133100-2 [38]. En la tapa deberán figurar las siglas ICT.

3.3.3. Características de la canalización externa, de enlace, principal, secundario e interior de usuario.

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 aun cuando se produzca la primera o siguientes ocupaciones de la canalización. En este último caso, los elementos de guiado no podrán ser metálicos. Los de las canalizaciones externa, de enlace y principal serán de pared interior lisa.

Las características mínimas que deben reunir los tubos son las que se representan en la tabla 3.17:

Características	Tipo de tubos		
	Montaje superficial	Montaje empotrado	Montaje enterrado
Resistencia a la compresión	≥ 1.250 N	≥ 320 N	≥ 450 N
Resistencia al impacto	≥ 2 J	≥ 1 J para R= 320N ≥ 2 J para R≥ 320N	Normal
Temperatura de instalación y servicio	-5 °C ≤ T ≤ 60 °C	-5 °C ≤ T ≤ 60 °C	No declaradas
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos (*)	Protección interior y exterior media (Clase 2)	Protección interior y exterior media (Clase 2)	Protección interior y exterior media (Clase 2)
Propiedades eléctricas	Continuidad Eléctrica/Aislante	No declaradas	No declaradas
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	No propagador	No propagador
(*) Para instalaciones de intemperie, la resistencia a la corrosión será de protección elevada (clase 4).			

Tabla 3.17. Características de los tubos.

Se presumirán conformes con las características anteriores los tubos que cumplan las normas UNE 50086 [41] y UNE EN 61386 [42].

3.3.4. Características de la canalización externa.

La canalización externa está formada por tubos de 63 mm de diámetro exterior que serán de plástico no propagador de la llama y deberán cumplir las normas UNE EN 50086 [41] y UNE EN 61386 [42], debiendo ser de pared interior lisa.

3.3.5. Características de la canalización de enlace.

La canalización de enlace está formada por tubos de 40 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 [41] y UNE EN 61386 [42], debiendo ser de pared interior lisa.

3.3.6. Características de la canalización principal.

La canalización 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 [41] y UNE EN 61386 [42], debiendo ser de pared interior lisa.

3.3.7. 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 [41] y UNE EN 61386 [42], y serán de pared corrugada.

3.3.8. Características de la canalización interior de usuario.

La canalización secundaria 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 [41] y UNE EN 61386 [42], y serán de pared corrugada.

3.3.9. Condiciones de instalación de las canalizaciones.

Como norma general, las canalizaciones deberán estar, como mínimo, a 10 cm de cualquier encuentro entre dos parámetros.

Los tubos de la canalización externa se embutirán en un prisma de hormigón desde la arqueta hasta el punto de entrada general al edificio. La canalización de enlace inferior irá soterrada hasta el RITI. 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 tubos de la canalización secundaria se empotrarán en roza en los parámetros por donde discurran. Los tubos de interior de usuario se llevarán empotrados verticalmente desde los registros de toma hasta alcanzar el hueco del falso

techo, 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 sobresaliendo 20 cm en los extremos de cada tubo.

La ocupación de los mismos, por los distintos servicios, será la indicada en los correspondientes apartados de la memoria.

En caso de optar por hacer parte o la totalidad de las canalizaciones con canaletas, se deberá consultar al ingeniero redactor del proyecto.

3.3.10. Condicionantes a tener en cuenta en la distribución interior de los RIT. Instalación y ubicación de los diferentes equipos.

Características constructivas.

Los recintos de instalaciones de telecomunicación estarán constituidos por armarios ignífugos, con las distribuciones indicadas en los planos 5.13 y 5.14. Tendrán un grado de protección mínimo IP 33, según CEI 60529 [43], y un grado IK7, según UNE EN 50102 [35], con ventilación suficiente debido a la existencia de elementos activos. El sistema de toma de tierra se hará según el apartado 3.16.1.

La distribución del espacio interior para uso de operadores de los distintos servicios será de la siguiente forma:

RITI:

Mitad inferior para STDP y TBA, mitad superior: En el lateral izquierdo espacio para realizar la función de Registro Secundario de la planta baja, y en el lateral derecho espacio para al menos dos bases de enchufe y el correspondiente cuadro de protección.

En el Registro Principal del Servicio de Telefonía Disponible al Público se etiquetará claramente cuál es la vivienda a la que va destinado cada cable de 4 pares trenzados. Se debe indicar también el estado de los pares libres del cable.

RITS:

Mitad superior para RTV, mitad inferior para SAI. Reservando en esta mitad, en la parte superior del lateral derecho, espacio para al menos tres bases de enchufe y el correspondiente cuadro de protección.

Ubicación de los recintos.

Los recintos estarán situados en zona comunitaria en los puntos indicados en los planos 5.4 para el RITS y 5.2 para el RITI.

Ventilación.

Los armarios que configuran los Recintos de instalaciones de telecomunicaciones estarán exentos de humedad y dispondrán de rejilla de ventilación natural directa que permita la renovación del aire dos veces por hora.

Instalaciones eléctricas de los recintos.

Con carácter general, las instalaciones eléctricas de los recintos deberán cumplir lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por el RD 842/2002, de 2 de agosto (REBT).

En el lugar de centralización de contadores, deberá preverse espacio 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 RITI, o hasta el RITU en los casos en que proceda, y una hasta el RITS, todas ellas de 32 mm de diámetros 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:

- a) Cajas para los posibles interruptores de control de potencia (I.C.P.).
- b) Interruptor general automático de corte omnipolar: tensión nominal 230/400 VCA, intensidad nominal mínima de 25 A, corte en 4.500 A.
- c) 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
- d) Dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias.
- e) Tantos elementos de seccionamiento como se considere necesario.

En cumplimiento con el apartado 2.6 de la ITC-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 cada recinto, constituida por cables de cobre con aislamiento de 450/750 V y de $2 \times 6 + T$ mm² de sección mínimas, irá en el interior de un tubo de 32 mm de diámetro exterior mínimo o canal de sección equivalente, de forma empotrada o superficial.

La citada canalización finalizará en el correspondiente 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 por 100, que se indican a continuación:

- a) Interruptor general automático de corte omnipolar: tensión nominal 230/400 VCA, intensidad nominal mínima 25 A, poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4.500 A como mínimo.
- b) Interruptor diferencial de corte omnipolar: tensión nominal 230/400 VCA, intensidad nominal mínima 25 A, intensidad de defecto 30 mA.
- c) Interruptor magnetotérmico de corte omnipolar para la protección del alumbrado del recinto: tensión nominal 230/400 VCA, intensidad nominal 10 A, poder de corte mínimo 4.500 A.
- d) Interruptor magnetotérmico de corte omnipolar para la protección de las bases de toma de corriente del recinto: tensión nominal 230/400 VCA, intensidad nominal 16 A, poder de corte mínimo 4.500 A.

En el recinto superior, además, se dispondrá de un interruptor magnetotérmico de corte omnipolar para la protección de los equipos de cabecera de la infraestructura de radiodifusión y televisión: tensión nominal 230/400 VCA, intensidad nominal 16 A, poder de corte mínimo 4.500 A.

Si se precisara alimentar eléctricamente cualquier otro dispositivo situado en cualquiera de los Recintos, se dotará al cuadro eléctrico correspondiente con las protecciones adecuadas.

Los citados cuadros de protección 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 cada 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 $2 \times 2,5 + T$ mm² de sección. En el recinto superior se dispondrá, además, 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. El hueco será de 0,80 x 1,80 m (ancho x alto).

Identificación de la instalación.

En ambos recintos de instalaciones de telecomunicación se instalará una placa de dimensiones mínimas de 200 x 200 mm (ancho x alto), resistente al fuego y situada en lugar visible entre 1200 y 1800 mm de altura, donde aparezca 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 trenzados (o 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. Los Registros Principales de los distintos operadores estarán dotados con los mecanismos adecuados de seguridad que eviten manipulaciones ni autorizadas de los mismos.

3.3.11. Características de los registros de enlace, secundarios, de paso, de terminación de red y de toma.

3.3.11.1. Registros secundarios.

Se realizarán montando en superficie, una caja con la correspondiente puerta que tendrá un grado de protección IP 3X, según EN 20324 [34], y un grado IK.7, según UNE EN 50102[35].

Se considerarán conformes los registros secundarios de características equivalentes a los clasificados anteriormente que cumplan con la norma UNE EN 62208 [44] o con la norma UNE EN 60670-1 [45].

Las puertas de los registros dispondrán de cerradura con llave de apertura. La llave quedará depositada en la caja contenedora, en los casos en que exista, de las llaves de entrada a los recintos de instalaciones de telecomunicación.

3.3.11.2. Registros de paso.

Son 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[45], o UNE EN 62208 [44]. Deberán tener un grado de protección IP 33, según UNE 20324 [34], y un grado IK.5, según UNE EN 50102 [35]. En todos los casos estarán provistos de tapa de material plástico o metálico.

3.3.11.3. Registros de Terminación de red.

Se instalará un registro de terminación de red en cada vivienda para todos los servicios. Su ubicación se indica en los planos de plantas (5.2 y 5.3) y sus dimensiones son las señaladas en el apartado 2.20.11.

Los distintos registros de terminación de red, dispondrán de las entradas necesarias para la canalización secundaria y las de interior de usuario que accedan a ellos. Estos registros se instalarán a más de 200 mm y menos de 2300 mm del suelo. Se materializarán mediante cajas, considerándose conformes los productos de características equivalentes a los que cumplan con alguna de las normas vigentes UNE EN 60670-1 [45], o UNE EN 62208 [44]. Deberán tener un grado de protección IP 33, según UNE 20324 [34], y un grado IK.5, según UNE EN 50102 [35]. En todos los casos estarán provistos de tapa de material plástico o metálico.

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

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

puedan instalar. En cualquier caso, deberán ser de un material resistente que soporte las altas temperaturas.

3.3.11.4. Registros de Toma.

Los registros de toma deberán disponer, para la fijación del elemento de conexión (BAT o toma de usuario) de al menos dos orificios para tornillos, separados entre sí 6 cm. Tendrán como mínimo 4,2 cm de fondo y 6,4 cm de lado exterior.

Se materializarán mediante cajas, considerándose conformes los productos de características equivalentes que cumplan con alguna de las normas siguientes UNE EN 60670-1 [45], o UNE EN 62208 [44]. Deberán tener un grado de protección IP 3.3, según UNE 20324 [34], y un grado IK.5, según UNE EN 50102 [35]. En todos los casos estarán provistos de tapa de material plástico o metálico. Irán empotrados en la pared. Estas cajas o registros deberán disponer de los medios adecuados para la fijación del elemento de conexión (BAT o toma de usuario).

3.3.11.5. Registros de enlace inferior y superior.

Se materializarán mediante cajas, considerándose conformes los productos de características equivalentes a los que cumplan con alguna de las normas siguientes UNE EN 60670-1 [45], o UNE EN 62208 [44]. Deberán tener un grado de protección IP 3X, según EN 20324 [34], y un grado IK 7, según UNE EN 50102 [35]. En todos los casos estarán provistos de tapa material plástico o metálicos. Tendrán las dimensiones indicadas en el apartado 2.19.E.

3.3.11.6. Condiciones de instalación.

Los registros de Terminación de Red dispondrán de dos tomas de corriente o base de enchufe, todos los registros de toma tendrán en sus inmediaciones (máximo 50 cm.) una toma de corriente alterna.

3.4. Cuadros de medidas.

A continuación se especifican las pruebas y medidas que debe realizar el instalador de telecomunicaciones para verificar la bondad de la instalación en lo referente a la radiodifusión sonora, televisión terrestre y satélite, y telefonía disponible al público.

3.4.1. Cuadro de medidas en las tomas de televisión.

En la Banda 15-862 MHz se miden niveles de señales de R.F. a la entrada y salida de los amplificadores, anotándose en el caso de TDT los niveles, a la frecuencia central, en dB/ μ V para cada canal. Niveles de FM, TDT y radio digital en toma de usuario, en el mejor y peor caso de cada ramal, anotándose los niveles a la frecuencia para cada canal de TDT, BER para los canales de TDT, en el peor caso de cada ramal, MER para los canales de TDT, en el peor caso de cada ramal.

En la Banda 950-2150 MHz se mide en los terminales de los ramales, la respuesta amplitud-frecuencia, nivel de señal en tres frecuencias tipo según lo especificado en proyecto, la respuesta en frecuencia, continuidad y resistencia de la toma de tierra.

3.4.2. Cuadro de medidas de las redes de telecomunicaciones de telefonía disponible al público y de banda ancha.

3.4.2.1. Redes de Cables de Pares trenzados.

Las redes de distribución/dispersión e interior de usuario de cables de pares trenzados serán certificadas con arreglo a la norma UNE-EN 50346:2004/A1:2008 [39].

Se deberá medir, además de las longitudes de los cables de todas las acometidas de las redes de distribución y dispersión desde el Registro Principal hasta cada Registro de Terminación de Red, la atenuación, diafonía y retardo de propagación de cada una de ellas. Así mismo se realizarán estas medidas en las redes interiores de usuario desde el Registro de Terminación de Red hasta cada Registro de toma.

3.4.2.2. Redes de Cables Coaxiales.

Se medirá la máxima y la mínima atenuación desde el Registro Principal hasta cada Registro de Terminación de Red, así mismo se medirán estos valores máximos y mínimos desde el Registro de Terminación de Red de cada vivienda hasta cada una de las tomas de usuario.

3.4.2.3. Redes de Cables de Fibra Óptica.

Se medirá para cada una de las fibras ópticas que forman la red, la atenuación óptica, desde el Registro Principal correspondiente hasta cada uno de los Registros de Terminación de Red.

3.5. Estimación de los residuos generados por la instalación de la ICT.

No se generarán residuos especiales que deban ser tratados de manera singular. Todos los posibles residuos serán transportados por el Contratista a un vertedero autorizado para su correcto procesamiento. El Promotor podrá exigir al contratista la presentación de la documentación que acredite el cumplimiento de estas obligaciones legales.

Al final del pliego de condiciones se añade un Estudio de Gestión de Residuos que incluye la estimación de la cantidad de residuos, los métodos de separación y prevención y la valoración del coste de esta gestión.

3.6. Pliego de Condiciones Complementarias de la Instalación.

Las instalaciones deben realizarse teniendo en cuenta diversos aspectos que son necesarios para asegurar la calidad de las mismas y garantizar el cumplimiento de las normas de seguridad que requieren los elementos.

3.6.1. Fijación del conjunto torreta – mástil.

La torreta se instalará en el lugar que se indica en el plano de cubierta 5.4 que se prolongará con un mástil para la colocación de las antenas.

La placa base de la torreta, de forma triangular equilátera de 36 cm de lado, deberá fijarse mediante tres pernos de sujeción de 16 mm de diámetro a una zapata de hormigón que sobresaldrá 10 cm del tejado, formando cuerpo con el forjado de la cubierta. Las dimensiones y composición de la zapata serán definidas por el arquitecto, teniendo en cuenta que los esfuerzos y momentos máximos, calculados según el Documento Básico SE-AE del Código Técnico de la Edificación, serán para una velocidad del viento de 150 km/h los siguientes:

Esfuerzo vertical sobre la base: 1350 N.

Esfuerzo horizontal sobre la base: 750 N.

Momento máximo en la base: 2150 N x m.

Al ser el conjunto torreta-mástil inferior a 8 metros no es necesario arriostrarlo siendo suficiente la base de la torreta para garantizar su estabilidad.

Las antenas se colocarán en el mástil, separadas entre sí al menos 1 metro entre puntos de anclaje, en la parte superior de la antena de UHF y en la inferior la de FM,

Si al proceder a su instalación se apreciase que el emplazamiento señalado en el plano de cubierta queda a menos de 5 metros de un obstáculo o mástil, o bien existen redes eléctricas a una distancia igual o inferior a 1,5 veces la longitud del mástil (torreta), el instalador deberá consultar al proyectista la ubicación correcta, y no proceder a la instalación de dichos elementos hasta obtener su nueva ubicación.

3.6.2. Instalación de las canalizaciones.

3.6.2.1. Canalización externa enterrada.

Una vez determinado el trazado de la canalización enterrada será necesario realizar la zanja donde se deposite. Al realizar esta excavación deben tenerse en cuenta las precauciones adecuadas para evitar dañar las posibles canalizaciones que puedan discurrir por la ubicación de la misma.

Se realizará la rotura de pavimento con martillos compresores o los elementos adecuados a la naturaleza del mismo y se realizará la excavación con pico y pala hasta conseguir un hueco donde puedan instalarse adecuadamente los tubos que constituyen la canalización que deben quedar enfrentados a los agujeros que presenta la arqueta para este fin. Antes de proceder a la colocación de los tubos en el interior de la zanja se realizará una solera de hormigón de 8 cm de espesor, con resistencia 150Kp/cm² (no estructural) consistencia plástica y tamaño máximo del árido de 25 mm. A continuación se colocará la primera capa de tubos y se acoplarán los soportes distanciadores a la distancia adecuada, se rellenarán de hormigón los espacios libres hasta cubrir los tubos con 3 cm de hormigón, se colocará la segunda capa de tubos introduciéndolos en los soportes anteriores, se cubrirán los tubos con hormigón hasta una altura de 8 cm, el vertido de hormigón deberá realizarse de forma que los tubos no sufran deformaciones permanentes. Finalizadas estas operaciones y fraguado el hormigón se cerrará la zanja compactando por tongadas de 25 cm de espesor y humedad adecuada. Las tierras de relleno serán las extraídas o las que se aporten si éstas no son de buena calidad.

Durante estas operaciones existe riesgo de caídas al interior de la zanja, tanto por parte de operarios como de transeúntes así como riesgo de roturas de tuberías de servicios que puedan encontrarse en la zona de trabajo por lo que se deben tomar en el Estudio de Seguridad Y Salud del Proyecto de Edificación las precauciones adecuadas y definir las señalizaciones a utilizar, de acuerdo a la descripción de los riesgos descritos

en el Anexo sobre Condiciones de Seguridad y Salud que se incluyen en este Pliego de Condiciones.

3.6.2.2. Instalación de otras canalizaciones. Condiciones generales.

Como norma general, las canalizaciones deberán estar, como mínimo a 100 mm de cualquier encuentro entre dos parámetros.

La canalización de enlace inferior irá soterrada desde la arqueta de telecomunicaciones hasta el RITI.

La canalización de enlace superior deberá tener los embocamientos de los tubos hacia abajo para evitar la entrada de agua de lluvia, debiendo taparse los extremos de esta canalización con tapones removibles para evitar la entrada de roedores o que los pájaros puedan anidar en su interior.

La canalización principal discurrirá por el patinillo a tal efecto y los tubos se sujetarán mediante bastidores o sistema similar.

Todos los tubos vacantes estarán provistos de guía para facilitar el tendido de las acometidas de los servicios de telecomunicación. Dicha guía será de alambre de acero galvanizado de 2 mm de diámetro o cuerda plástica de 5 mm de diámetro. Sobresaldrá 200 cm en los extremos de cada tubo y deberá permanecer aún cuando se produzca la primera ocupación de la canalización.

3.6.3. Accesibilidad.

Las canalizaciones de telecomunicación se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegado el caso, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados.

3.6.4. Identificación.

Las canalizaciones de telecomunicación se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc. Las canalizaciones pueden considerarse suficientemente diferenciadas unas de otras, bien por la naturaleza o por el tipo de los conductores que la componen, así como por sus dimensiones o por su trazado.

Cuando la identificación pueda resultar difícil, especialmente en lo que se refiere a conductos no ocupados inicialmente, así como los de reserva, se procederá al etiquetado de los mismos indicando la función para la cual han sido instalados.

En los registros secundarios se identificarán mediante anillos etiquetados la correspondencia existente entre tubos y viviendas o locales en planta y en el registro principal de telefonía se adjuntará fotocopia de la asignación realizada en proyecto a cada uno de los pares del cable de la citada red de distribución y se numerarán los pares del regletero de salida de acuerdo con la citada asignación.

Los tubos de la canalización principal, incluidos los de reserva, se identificarán con anillo etiquetado en todos los puntos en los que son accesibles. En todos los casos los anillos etiquetados deberán recoger de forma clara, inequívoca y en soporte plástico, plastificado o similar la información requerida.

3.7. Instalación de Registros.

3.7.1.Registros secundarios.

Los registros secundarios se ubicarán en zona comunitaria y de fácil acceso. Estarán dotados con el correspondiente sistema de cierre que dispondrá de llave en los instalados en los rellanos de las plantas no siendo necesaria la misma en los registros secundarios de cambio de dirección. Estas llaves serán transmitidas por el Promotor a la propiedad del inmueble, y quedarán depositadas en la caja contenedora, en los casos en que esta exista, de las llaves de entrada a los recintos de instalaciones de telecomunicación.

3.7.2. Registro de terminación de red.

Estarán en el interior de la vivienda, local u oficina y estarán empotrados en la pared disponiendo de las entradas necesarias para la canalización secundaria y las de interior de usuario que accedan a ellos. Estos registros se instalarán a más de 200 mm y menos de 2300 mm del suelo y dispondrán de dos tomas de corriente o base de enchufe.

3.7.3.Registros de toma.

Irán empotrados en la pared y en sus inmediaciones tendrán (máximo 500 cm) una toma de corriente alterna.

3.7.4.Registros de enlace inferior y superior.

Los Registros de enlace asociados a los puntos de entrada al inmueble se situarán junto a los pasamuros y desde ellos partirán las canalizaciones de enlace inferior y superior.

3.8. Instalaciones de los RIT` s.

Los recintos dispondrán de espacios delimitados para cada tipo de servicios de telecomunicación.

3.8.1.Instalación de bandejas o canales.

En este Proyecto se utilizan recintos modulares no siendo necesarias ni bandejas ni canales.

3.8.2.Montaje de los equipos en los RIT` s.

Los espacios asignados a cada servicio se muestran en los planos 5.2 y 5.4.

3.8.3.Montaje de los Cuadros de protección eléctrica.

El Cuadro de Protección se instalará en la zona más próxima a la puerta de entrada, tendrán tapa. Por tratarse de un recinto modular se instalará de forma superficial.

3.8.4.Registros Principales en el RITI.

La instalación en el RITI de los Registros Principales para Red de Cables de Pares Trenzados, para Red de Cables Coaxiales y para Red de Cables de Fibra Óptica se realizará conforme se indica en el esquema de distribución del RITI, en la sección de Planos.

3.8.5.Equipos de Cabecera.

Para la instalación de los equipos de cabecera se respetará el espacio reservado para estos equipos indicado en el plano 5.4 y en caso de discrepancias el redactor del proyecto o el Director de obra decidirá la ubicación y espacio a ocupar.

En la sección de Plano se indica la distribución de los equipos en el interior del RITS. (Plano 5.14).

3.9. Identificación de la instalación.

La placa de identificación, donde aparezca el número de registro asignado por la Jefatura Provincial de Inspección de Telecomunicaciones al proyecto técnico de la instalación estará situada en lugar visible entre 1200 y 1800 mm de altura.

3.10. Condiciones de montaje eléctrico, protección, seguridad y conexionado.

3.10.1. Conexiones a tierra.

Los elementos de la ICT que requieren conexión a la toma de tierra del edificio son:

- Equipos instalados en los RIT's.
- Conjunto formados por los sistemas de captación y los elementos de soporte, para los servicios de TV terrestre y de TV por satélite.

Si en el inmueble existe más de una toma de tierra de protección, deberán estar eléctricamente unidas.

Todas las partes accesibles que deban ser manipuladas o con las que el cuerpo humano pueda establecer contacto deberán estar a potencial de tierra o adecuadamente aisladas.

Con el fin de proteger la instalación de RTV frente a la caída de rayos, y para evitar la aparición de diferencias de potencial peligrosas entre cualquier estructura metálica y los sistemas de captación, éstos se deberán conectar al sistema de protección general del edificio como se describe seguidamente.

Antes de proceder a realizar las conexiones de toma de tierra de los Recintos y de los conjuntos formados por los sistemas de captación y los elementos de soporte, para los servicios de TV terrestre y de TV por satélite, debe medirse la resistencia eléctrica de las misma que en ningún caso puede ser superior a 10 Ω respecto de la tierra lejana.

Solo cuando se obtengan las medidas correctas se procederá a realizar las citadas conexiones.

3.10.2. Conexión a tierra de los RIT's.

El anillo conductor de tierra y la barra colectora intercalada en él, con los que deben equiparse los RITs, estarán fijados a las paredes de los recintos a una altura que permita su inspección visual y la conexión de los equipos.

Los soportes, herrajes, bastidores, bandejas, etc. Metálicos de los recintos estarán unidos al anillo o a la barra colectora de tierra local.

3.10.3. Conexión a tierra del conjunto formado por los sistemas de captación y los elementos de soporte, para los servicios de TV terrestre.

Las antenas, el mástil y la torreta, deberán estar conectados a la toma de tierra del edificio a través del camino más corto con cable de, al menos, 25 mm² de sección.

3.10.4. Conexión a tierra del conjunto formado por los sistemas de captación y los elementos de soporte, para los servicios de TV satélite.

Aunque en este proyecto no se incluye la instalación de los elementos captadores de los servicios de televisión por satélite, se incluyen, a continuación, las normas de conexionado a tierra de los mismos para que sean tenidas en cuenta si éstos se instalan con posterioridad.

Las parábolas, y los elementos de sujeción, deberán estar conectados a la toma de tierra del edificio a través del camino más corto posible con cable de, al menos, 25 mm² de sección.

3.11. Instalación de equipos y precauciones a tomar.

3.11.1. Dispositivos de mezcla, derivadores, distribuidores y repartidores.

Las entradas no utilizadas del dispositivo de mezcla deben cerrarse con una resistencia terminal de 75 Ohmios.

Las salidas de los derivadores y distribuidores no cargadas deben cerrarse con una resistencia de 75 Ohmios. Los derivadores se fijarán al fondo del registro, de manera que no queden sueltos.

3.12. Requisitos de seguridad entre instalaciones.

Como norma general, se procurará la máxima independencia entre las instalaciones de telecomunicación y las del resto de servicios. Los cruces con otros servicios se realizarán preferentemente pasando las canalizaciones de telecomunicación por encima de las de otro tipo, con una separación entre la canalización de telecomunicación y las de otros servicios de, como mínimo, 100 mm para trazados paralelos y de 30 mm será válida en todos los casos.

La rigidez dieléctrica de los tabiques de separación de estas canalizaciones secundarias conjuntas deberá tener un valor mínimo de 1500 V (según ensayo recogido en la norma UNE EN 50085). Si son metálicas, se pondrán a tierra.

Cuando los sistemas de conducción de cables para las instalaciones de comunicaciones sean metálicos y simultáneamente accesibles a las partes metálicas de otras instalaciones, se deberán conectar a la red de equipotencialidad.

En caso de proximidad con conductos de calefacción, aire caliente, o de humo, las canalizaciones de telecomunicación se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o pantallas calóricas.

Las canalizaciones para los servicios de telecomunicación, no se situarán paralelamente por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, etc. A menos que se tomen las precauciones para protegerlas contra los efectos de estas condensaciones.

Las conducciones de telecomunicación, las eléctricas y las no eléctricas sólo podrán ir dentro de un mismo canal o hueco en la construcción, cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

1. La protección contra contactos indirectos estará asegurada por alguno de los sistemas de la Clase A, señalados en la Instrucción ITC – BT 24 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, considerando a las conducciones no eléctricas, cuando sean metálicas como elementos conductores.
2. Las canalizaciones de telecomunicaciones estarán convenientemente protegidas contra los posibles peligros que pueda presentar su proximidad a canalizaciones y especialmente se tendrá en cuenta:
 - La elevación de la temperatura, debida a la proximidad con una conducción de fluido caliente.
 - La condensación.
 - La inundación, por avería en una conducción de líquidos; en este caso se tomarán todas las disposiciones convenientes para asegurar la evacuación de éstos.

- La corrosión, por avería en una conducción que contenga un fluido corrosivo.
- La explosión, por avería en una conducción que contenga un fluido inflamable.

3.13. Instalación de cables coaxiales.

En toda la instalación de cable coaxial y más especialmente en los de diversos registros por los que discurre, se tendrá especial cuidado de no provoca pinzamientos en dichos cables, respetando los radios de curvatura que recomiende el fabricante de los mismos.

El cable coaxial cuando no vaya dentro de tubo se sujetará cada 40 cm, con una brida o una grapa no estrangulante y el trazado de los cables no impedirá la cómoda manipulación y sustitución del resto de elementos del registro. El radio de curvatura en los cambios de dirección será como mínimo, diez veces el diámetro del cable.

3.14. Instalación de cables de fibra óptica.

En toda la instalación de cable de fibra óptica y más especialmente en los diversos registros por los que discurre, se tendrá especial cuidado de respetar los procedimientos de empalme especificados en el proyecto y no superar los radios de curvatura mínimos especificados por el fabricante de los mismos.

Los adaptadores de montaje de los conectores ópticos de la roseta, dispondrán en la cara situada en el exterior de la roseta de una tapa abatible, accionada mediante un muelle u otro elemento flexible, de tal forma que permita el cierre y protección del adaptador cuando no esté alojado ningún conector óptico en dicha cara exterior de la roseta.

Para evitar el peligro de lesiones personales por la manipulación de los cables de fibra óptica de las redes ópticas de la ICT por parte de personal no experto o con cualificación técnica inadecuada, las puertas o tapas de las cajas de interconexión, de las cajas de segregación y de las rosetas ópticas, exhibirán de forma perfectamente visible en su exterior las correspondientes marcas y leyendas, de acuerdo con el apartado 5 de la norma UNE-EN 60825:2008 (Seguridad de los productos láser. Parte 1: Clasificación de los equipos y requisitos).

3.15. Etiquetado en los Registros Principales y en los Registros secundarios.

Excepto en los puntos de interconexión de redes de cables coaxiales configuradas en árbol-rama en los que se identificará la vertical a la que presta servicio cada árbol, todos los conectores de los paneles de conexión de los Registros Principales deberá estar convenientemente etiquetados de forma que cada uno de ellos identifique inequívocamente cada vivienda, local o estancia común a los que da servicio.

En caso de que por una avería o cualquier otro problema no se pudiese respetar dicha asignación inicial y fuese necesario sustituir algún par por los de reserva, el instalador debe reflejar dicha circunstancia en el etiquetado final, que reflejará fielmente el estado de la instalación.

Las etiquetas finales deben quedar instaladas en los lugares en donde se realicen las conexiones respectivas y una copia de las mismas debe incluirse en la documentación que se entregue tanto al Director de obra que certifique la ICT, como a la Comunidad de propietarios o titular de la propiedad.

3.16. Condiciones Generales.

3.16.1. Normativa sobre protección contra campos electromagnéticos.

3.16.1.1. Tierra local.

El sistema general de tierra de la edificación debe tener un valor de resistencia eléctrica no superior a 10 Ohmios de la tierra lejana.

El sistema de puesta a tierra en cada uno de los recintos constará esencialmente de un anillo interior y cerrado de cobre (aplicable sólo a recintos no modulares), en el cual se encontrará intercalada, al menos, una barra colectora, también de cobre y sólida, dedicada a servir como terminal de tierra de los recintos. Este terminal será fácilmente accesible y de dimensiones adecuadas, estará conectado directamente al sistema general de tierra de la edificación en uno o más puntos. A él se conectará el conductor de protección o de equipotencialidad y los demás componentes o equipos que han de estar puestos a tierra regularmente.

Los conductores del anillo de tierra estarán fijados a las paredes de los recintos a una altura que permitan su inspección visual y la conexión de los equipos. El anillo y

el cable de conexión de la barra colectora al terminal general de tierra de la edificación estarán formados por conductores flexibles de cobre con un mínimo de 25 mm² de sección. Los soportes, herrajes, bastidores, bandejas, etc., metálicos de los recintos estarán unidos a la tierra local.

Si en la edificación existe más de una toma de tierra de protección, deberán estar eléctricamente unidas.

3.16.1.2. Interconexiones equipotenciales y apantallamiento.

Se supone que la edificación cuenta con una red de interconexión común, o general de equipotencialidad, del tipo mallado, unida a la puesta a tierra de la propia edificación. Esa red estará también unida a las estructuras, elementos de refuerzo y demás componentes metálicos de la edificación.

Todos los cables con portadores metálicos de telecomunicación procedentes del exterior del edificio serán apantallados, estando el extremo de su pantalla conectado a tierra local en un punto tan próximo como sea posible de su entrada al recinto que aloja el punto de interconexión y nunca a más de 2 m de distancia.

3.16.1.3. Acceso y cableados.

Con el fin de reducir posibles diferencias de potencial entre sus recubrimientos metálicos, la entrada de los cables de telecomunicación y de alimentación de energía se realizará a través de accesos independientes, pero próximos entre sí, y próximos también a la entrada del cable o cables de unión a la puesta a tierra del edificio.

3.16.1.4. Compatibilidad electromagnética entre sistemas.

Al ambiente electromagnético que cabe esperar en los recintos, la normativa internacional (ETSI y UIT) le asigna la categoría ambiental clase 2. Por tanto, en lo que se refiere a los requisitos exigibles a los equipamientos de telecomunicación de un recinto con sus cableados específicos, por razón de la emisión electromagnética que genera, se estará a lo dispuesto en el Real Decreto 1580/2006, de 22 de diciembre, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos, que incorpora al ordenamiento jurídico español la Directiva 2004/108/CE sobre compatibilidad electromagnética. Para el cumplimiento de estos requisitos podrán utilizarse como referencia las normas armonizadas (entre ellas la ETS 300386) que proporcionan presunción de conformidad con los requisitos incluidos en esta normativa. Así mismo las redes de distribución, dispersión e interior de la ICT, así como los elementos que constituyen los respectivos puntos de interconexión, distribución, acceso

al usuario (PAU) y base de acceso de terminal (BAT) deberán cumplir el Real Decreto 1580/2006, de 22 de Diciembre, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.

3.17. Secreto de las comunicaciones.

El artículo 33 de la Ley 32/2003 de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones, obliga a los operadores que presten servicios de Telecomunicación al público a garantizar el secreto de las comunicaciones, todo ello de conformidad con los artículos 18.3 y 55.2 de la Constitución.

Dado que en este Proyecto se han diseñado redes de comunicaciones de Telefonía Disponible al Público se deberán adoptar las medidas técnicas precisas para cumplir la Normativa vigente en función de las características de la infraestructura utilizada.

En el momento de redacción de este Proyecto la Normativa vigente es el Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo. Habiéndose diseñado la infraestructura con arreglo a este R.D., todas las redes de telecomunicación discurren por tubos o canales cerrados de modo que en todo su recorrido, no es posible el acceso a los cables que las soportan. Los Recintos de Instalaciones de Telecomunicaciones así como los Registros Secundarios, y los Registros Principales de los distintos operadores, estarán dotados de cerraduras con llave que eviten manipulaciones no autorizadas de los mismos, permaneciendo las llaves en posesión de la propiedad del inmueble o del presidente de la Comunidad.

3.18. Normativa en materia de protección contra incendios.

Deberá incluirse una declaración de que todos los materiales prescritos cumplen la normativa vigente en materia de protección contra incendios.

Todos los materiales prescritos cumplen los requisitos sobre seguridad contra incendios, establecidos en el Documento Básico DB-SI del Código Técnico de la Edificación, en particular:

- En los pasos de canalizaciones a través de elementos que deban cumplir una función de compartimentación frente a incendio se debe mantener la resistencia al

fuego exigible a dichos elementos, de acuerdo con lo establecido en el artículo SI 1-3 del documento básico DB SI del Código Técnico de la Edificación.

- A los efectos especificados en el Documento Básico DB-SI (Seguridad en caso de incendio) del vigente Código Técnico de la Edificación, los recintos de telecomunicación, excepto los modulares, tendrán la misma consideración que los locales de contadores de electricidad y que los cuadros generales de distribución.

- Cuando la canalización principal esté constituida mediante conductos de obra de fábrica la resistencia de las paredes deberá tener una resistencia al fuego EI 120. En estos casos y para evitar caídas de objetos y propagación de las llamas, se dispondrá de elementos cortafuegos como mínimo cada tres plantas.

- Cuando la canalización principal esté construida mediante conducto de obra, las tapas o puertas de registro secundario tendrán una resistencia al fuego mínima EI 30.

3.19. Cumplimiento de normas de la Comunidad Autónoma.

En la Comunidad Autónoma donde se encuentra el edificio objeto de este Proyecto no existe ninguna Norma que le pueda afectar.

3.20. Pliego de condiciones de cumplimiento de normas de las Ordenanzas Municipales.

En el Ayuntamiento donde se encuentra el edificio objeto de este Proyecto no existe ninguna Norma u Ordenanza que deba ser tenida en consideración al redactar este Proyecto Técnico de ICT que le pueda afectar.

Capítulo 4: Gestión energética

En este capítulo se comentan los puntos relacionados con la gestión energética, de forma que se introduce también el hogar digital sin concretar a que nivel de hogar digital se llega, para terminar se hace una comparativa entre las lámparas leds y las bombillas convencionales.

4.1. Introducción.

En este capítulo se va a explicar una de las posibles maneras en las que se puede optimizar el gasto energético del hogar. En el último apartado de la normativa para ICT viene explicado cómo debería ser un hogar digital, dando las puntuaciones para saber si se está creando un hogar digital bajo, medio o alto. En este caso, sólo se centrará en el ahorro energético, dejando en el capítulo de posibles mejoras el elevar el nivel del hogar digital.

Como último punto de este capítulo se hará un estudio en el que se comparará el gasto entre las lámparas leds usadas en este proyecto y las bombillas incandescentes.

4.2. Dispositivos usados.

- THINKNX.

Es un servidor de aplicaciones de la marca Alveo que se instala en la vivienda a controlar. Puede usar varios buses simultáneamente (ModBus [73], KNX [15], Lutron [74] o puerto serie). En su interior cargamos la aplicación creada y damos de alta el dispositivo desde el que queremos controlar la aplicación cargada, ya sea Smartphone, Tablet u Ordenador.

- Pulsadores para conmutación

Son dispositivos compuestos por una tecla, lo más parecido a los interruptores convencionales que harán la conmutación de estado en algunas luces.

- Interfaz de teclas

Fabricados por Busch-Jaeger, y conocidos coloquialmente como tritones, son dispositivos con 10 o 6 teclas cada uno, un termostato y un receptor infrarrojo (IR) para controlarlo a través de mando a distancia. Las teclas normalmente se programan de dos (una para apagar, otra para encender, por ejemplo), pero también se pueden programar individualmente. En la figura 4.1 se muestra una imagen del dispositivo de 5 pares de teclas. En la figura 4.2 se muestra una imagen del dispositivo de tres pares de teclas.



Figura 4.1. Tritón 5 botones con termostato.



Figura 4.2. Tritón 3 botones.

- Mandos a distancia.

Se van a usar para controlar la climatización. Se usarán en conjunto con los receptores IR de los termostatos. En la figura 4.3 se muestra una imagen del dispositivo.



Figura 4.3. Controlador IR para clima.

- Dimmers

Son dispositivos usados para controlar la iluminación, su particularidad es que permiten tener la intensidad de iluminación regulada. El inconveniente que pueden tener

es que su uso para lámparas de bajo consumo es más limitado ya que no todas las bombillas son regulables.

- Actuadores Binarios.

Dispositivos que tienen un relé interno y que se usan como todo o nada, encendido o apagado. Normalmente se usan para iluminación.

- Actuador de persianas.

Dispositivos que controlan las persianas. El usuario mediante un pulsador, una tecla, o una pantalla táctil, da una orden, y el actuador de persianas la gestiona y activa o desactiva el motor de la persiana eléctrica.

- Pasarela para Fancoil.

Dispositivos usados como pasarela entre KNX y el protocolo que use interiormente la máquina para aire acondicionado, en este caso concreto, usaremos fancoil, que pueden ser usados de forma individual para cada estancia.

- Medidor de energía

Se usarán para poder monitorizar el consumo energético de la vivienda y así detectar anomalías o simplemente tener el control del gasto energético.

- Detectores de presencia.

Se usarán para la zona de escaleras, detecta si hay movimiento y encenderá la luz durante 5 minutos. Con esto se consigue que sólo se enciendan las luces en las zonas donde se produzca paso de personas.

4.3. Distribución de pulsadores en viviendas izquierdas.

- Salón-Cocina.

Se tienen tres encendidos y una persiana por lo que se usará dos tritonos con 5 pares de teclas colocados en distinta ubicación para más comodidad del usuario. El primer par se usará para encender y apagar la luz de la entrada (Luz 1). El segundo para para la luz que hay justo encima de la mesa grande (Luz 2) y el tercer par de teclas se usará para la luz 3.

El cuarto par se usará para la persiana de la estancia, subiendo con la tecla izquierda y bajando con la tecla derecha. El quinto par se usará para crear escenas. La

tecla derecha encenderá la luz 3 al cincuenta por ciento, mientras que la tecla de la izquierda dejará la persiana a la mitad.

- Dormitorio

Se usará el modelo de 5 pares de botones. El primer y segundo par se usan para las luces. Encienden con el botón izquierdo y apagan con el derecho si la pulsación es corta, si la pulsación es larga se hace un encendido progresivo con la tecla izquierda y un apagado progresivo con la tecla derecha.

El tercer par de botones enciende las dos lámparas de la habitación con la derecha y apaga las dos luces de la habitación con la derecha.

Los otros dos pares de teclas se usan para el control de las dos persianas. Subirán con el botón izquierdo y bajarán con el derecho.

- Baño.

Se usa un pulsador para conmutar el estado de las luces.

4.4. Distribución de pulsadores en viviendas izquierdas.

- Salón-Cocina.

Se tienen tres encendidos y una persiana por lo que se usará dos tritones con 5 pares de teclas colocados en distinta ubicación para más comodidad del usuario. El primer par se usará para encender y apagar la luz que hay justo encima de la mesa grande (Luz 3). El segundo y el tercer par de teclas se usará para la luz 4 y la luz 5, ambas regulables, siendo el segundo par para la luz 4 y el tercer par para la luz 5.

El cuarto par se usará para la persiana de la estancia, subiendo con la tecla izquierda y bajando con la tecla derecha. El quinto par se usará para crear escenas. La tecla derecha encenderá la luz 5 al cincuenta por ciento, mientras que la tecla de la izquierda dejará la persiana a la mitad.

- Entrada y pasillo.

Se tendrá un tritón de tres pares de botones al entrar en la vivienda. El primer par se usará para la luz del pasillo (Luz 1), encenderá con la tecla derecha y apagará con la tecla izquierda. El segundo par se usará para la luz de la entrada (Luz 2) y las teclas tendrán la misma utilidad que en el primer par de botones.

El tercer par se usará para crear escenas. La tecla de la derecha apagará todas las luces y bajará todas las persianas. La tecla de la izquierda encenderá todas las luces de la vivienda (también conocido como botón de pánico).

- Dormitorio 1.

Se usará el modelo de 3 pares de botones. El primer y segundo par se usan para las luces. Encienden con el botón izquierdo y apagan con el derecho si la pulsación es corta, si la pulsación es larga se hace un encendido progresivo con la tecla izquierda y un apagado progresivo con la tecla derecha.

El otro par de teclas se usan para el control de la persiana. Subirá con el botón izquierdo y bajarán con el derecho.

- Dormitorio 2.

Se usará el modelo de 5 pares de botones. El primer y segundo par se usan para las luces. Encienden con el botón izquierdo y apagan con el derecho si la pulsación es corta, si la pulsación es larga se hace un encendido progresivo con la tecla izquierda y un apagado progresivo con la tecla derecha.

El tercer par de botones enciende las dos lámparas de la habitación con la derecha y apaga las dos luces de la habitación con la derecha.

Los otros dos pares de teclas se usan para el control de las dos persianas. Subirán con el botón izquierdo y bajarán con el derecho.

4.5. Control del clima para las viviendas.

Se usarán para tal efecto los mandos a distancia disponibles. Simplemente se apunta con los mandos a los tritones y se configura la climatización de la forma deseada.

En la figura 4.3 se observa un mando a distancia de los que se van a usar. El primer par de teclas, las que tienen el número 1 dibujado se usarán para encender la máquina de cada estancia. El de la izquierda para apagar y el de la derecha para encender. El segundo par de teclas se usa para configurar el modo e ir navegando entre ellos (frio, calor, ventilación y automático) y el tercer par se usará para calibrar la temperatura de consigna, botón izquierdo para bajarla y derecho para aumentarla.

4.6. Monitorización y control de la domótica.

Para tal efecto se va a usar un servidor THINKNX de Alveo. A este servidor se le carga la aplicación creada anteriormente con el ETS4 mediante su configurador descargable desde su página web. Una vez hecho esto, se le cargan las imágenes creadas para cada caso. Por último se configura como se quiere controlar y qué se quiere controlar asociando cada objeto (Luces, persianas, etcétera. Todos ellos vienen predefinidos.).

Iluminación.

En el caso que corresponde al presente proyecto, tenemos iluminación regulada en el salón y las habitaciones y no regulada en las demás zonas, usando en todos los casos lámparas LED de bajo consumo. En la figura 4.4 se observa la pantalla usada para iluminación en las viviendas izquierdas y en la 4.5 se ve la representación usada para la monitorización en las viviendas derechas.



Figura 4.4. Monitorización de la iluminación en viviendas izquierdas.



Figura 4.5. Monitorización de la iluminación en viviendas derechas.

Tanto lo mostrado en la figura 4.4, como lo mostrado en la figura 4.5 son capturas de pantalla de lo que se verá en el dispositivo que se conecte al servidor vía web para la visualización y el control de la instalación de la vivienda.

Climatización.

En el proyecto que se está llevando a cabo, se usará el control de la climatización de cada estancia individualmente, de forma que lo que tendremos será una máquina o fancoil en cada estancia. Dichos fancoils serán de la marca Daikin ya que es una de las más comunes y de las que se pueden obtener pasarelas para KNX de forma rápida.

En la representación gráfica para controlar el clima hay dos visualizaciones, una que muestra la temperatura ambiente, representada en la figura 4.6 para las viviendas izquierdas y en la figura 4.7 para las viviendas derechas. Y otra que muestra la temperatura de consigna que deseamos y si la máquina de dicha estancia está apagada o encendida, ésta última representada en la figura 4.8 para las viviendas izquierda, y en la figura 4.9 para las figuras derechas.

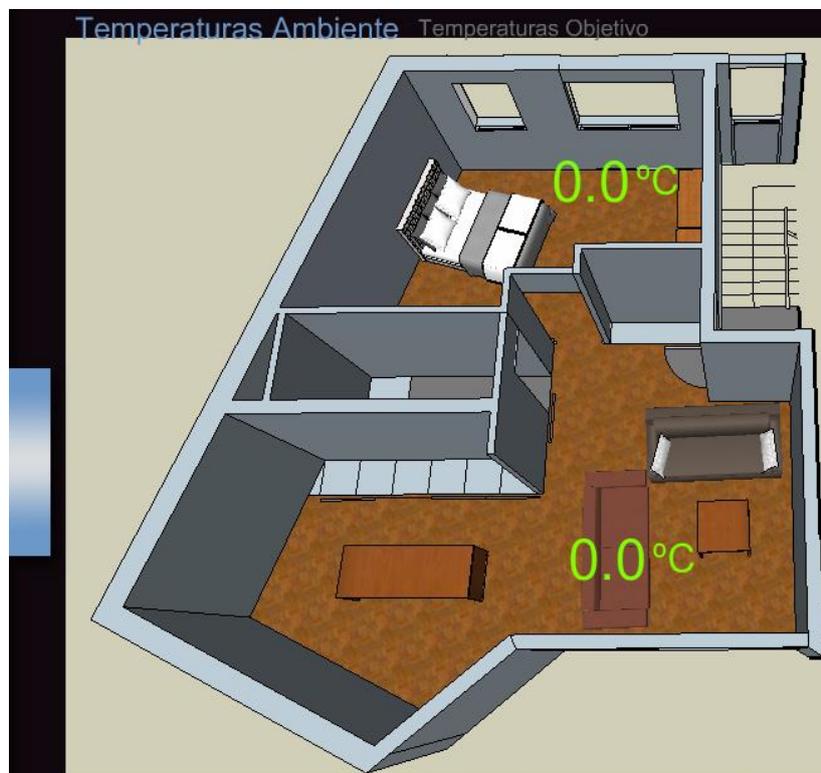


Figura 4.6. Visualización de temperaturas ambiente en viviendas izquierdas.



Figura 4.7. Visualización de temperaturas ambiente en viviendas derechas.

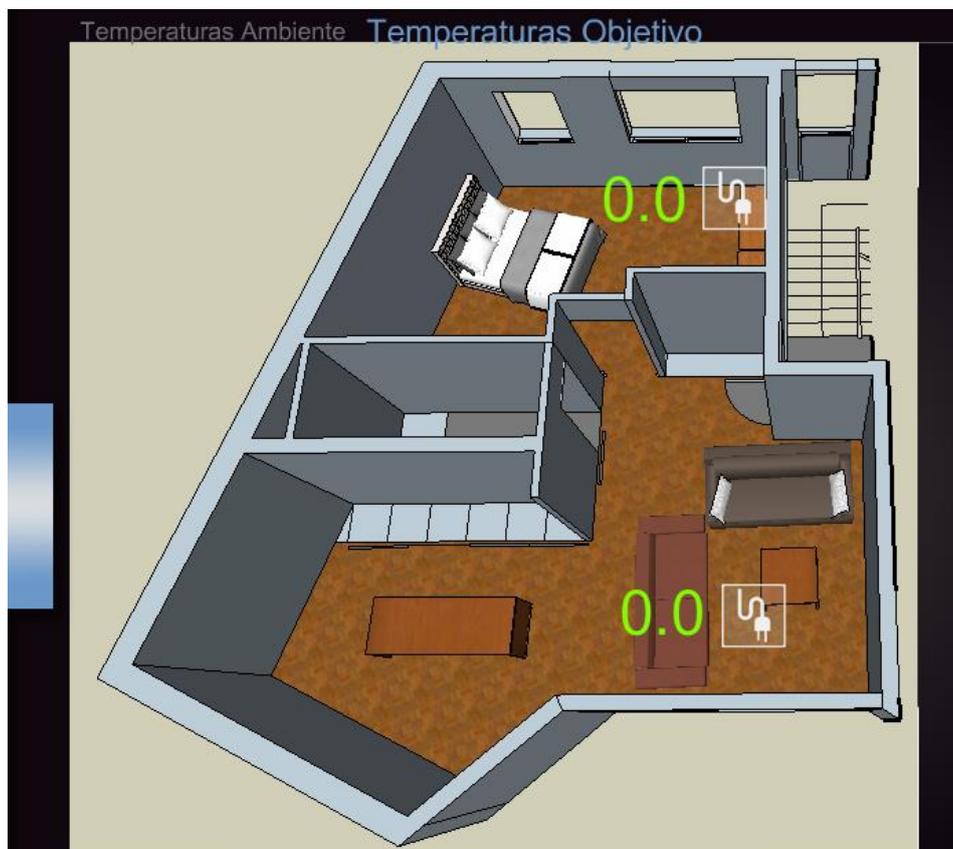


Figura 4.8. Visualización de temperaturas de consigna en viviendas izquierdas.



Figura 4.9. Visualización de temperaturas de consigna en viviendas derechas.

Persianas.

Para el control de persianas de las viviendas izquierdas se usa la visualización que se muestra en la figura 4.10. Para el control de las persianas de las viviendas derechas se usa la imagen de la figura 4.11.



Figura 4.10. Monitorización de las persianas en viviendas izquierdas.



Figura 4.11. Monitorización de las persianas en viviendas derechas.

Control de consumos

En la figura 4.12 se muestra la visualización creada en el servidor para la monitorización del consumo, se tiene un control del consumo por cada estancia de la vivienda.



Figura 4.12. Monitorización del consumo en viviendas derechas.

Para las viviendas izquierdas será igual que en la figura 4.12 pero con una estancia menos.

4.7. Ubicación y topología de los componentes.

Se instalará un armario empotrado en la entrada de cada vivienda, dicho armario estará equipado con carril din para el montaje de los dispositivos de la domótica. Desde ahí, se tirará cable bus hacia cada dispositivo externo al cuadro. Cabe recordar que una de las mayores ventajas que tiene el sistema KNX es que a los buses se les puede

hacer cualquier configuración excepto el anillo. Por lo tanto, podemos ir uniendo dispositivos sin ningún problema. En la figura 4.13 se muestra la clema del bus y se observa también que desde un dispositivo podemos conectar bus para cuatro dispositivos más.



Figura 4.13. Clemas KNX.

Cada dispositivo de la instalación tendrá un número único o dirección física que lo diferenciará de los demás. Esta dirección está compuesta por tres números, el primero hace referencia al área, el segundo a la línea dentro de dicha área y el tercero al dispositivo dentro de la línea. En este caso, al tratarse de varias instalaciones pero pequeñas todas, sólo habrá una línea por cada instalación.

Viviendas Izquierdas.

En las viviendas izquierdas, la dirección y el modelo de cada dispositivo serán los siguientes:

- 1.1.1. Actuador de persiana REG-K/4x/10, para 4 persianas cada uno de *Schneider Electric* [70].
- 1.1.2. Medidor de energía N 162/165 de *Siemens* [67]
- 1.1.3. Medidor de energía N 162/165 de *Siemens* [67]
- 1.1.4. Actuador Binario REG-K/8x230/10 para 8 encendidos de *Schneider Electric* [70].
- 1.1.5. Interfaz DK AC (pasarela para fancoil) fabricado por *Intesis* [71].
- 1.1.6. Regulador de luz de cuatro canales de 210 Voltio-Amperios (VA) cada canal fabricado por *ABB* [68].
- 1.1.7. Tritón de 5 pares de botones 6320/58 fabricado por *Busch-Jaeger* [68]. Ubicado a la entrada del salón.
- 1.1.8. Tritón de 5 pares de botones 6320/58 fabricado por *Busch-Jaeger* [68]. Ubicado en la pared del fondo del salón.

- 1.1.9. Tritón de 3 pares de botones 6320/38 fabricado por Busch-Jaeger [68]. Ubicado en el dormitorio.
- 1.1.10. Pulsador para conmutación de la luz del baño fabricado por K-Bus y con referencia CHKP-01/01.1 [72].
- 1.1.11. Interfaz DK AC (pasarela para fancoil) fabricado por *Intesis* [71].

Viviendas derechas.

En las viviendas derechas, la dirección y el modelo de cada dispositivo serán los siguientes:

- 1.1.1. Actuador de persiana REG-K/4x/10, para 4 persianas cada uno de *Schneider Electric*s [70].
- 1.1.2. Medidor de energía N 162/165 de *Siemens* para salón [67].
- 1.1.3. Medidor de energía N 162/165 de *Siemens* para dormitorio 1 [67].
- 1.1.4. Medidor de energía N 162/165 de *Siemens* para dormitorio 2 [67].
- 1.1.5. Actuador Binario REG-K/8x230/10 para 8 encendidos de *Schneider Electric*s [70].
- 1.1.6. Interfaz DK AC (pasarela para fancoil) fabricado por *Intesis* [71].
- 1.1.7. Regulador de luz de cuatro canales de 210 Voltio-Amperios (VA) cada canal fabricado por ABB usado para los dormitorios (4 luces en total, dos cada uno) [68].
- 1.1.8. Regulador de luz de cuatro canales de 210 Voltio-Amperios (VA) cada canal fabricado por ABB usado para el salón (2 luces, quedando libres otros dos) [68].
- 1.1.9. Tritón de 5 pares de botones 6320/58 fabricado por Busch-Jaeger [68]. Ubicado a la entrada del salón.
- 1.1.10. Tritón de 5 pares de botones 6320/58 fabricado por Busch-Jaeger [68]. Ubicado en la pared del fondo del salón.
- 1.1.11. Tritón de 3 pares de botones 6320/38 fabricado por Busch-Jaeger [68]. Ubicado en el dormitorio 1.
- 1.1.12. Tritón de 3 pares de botones 6320/38 fabricado por Busch-Jaeger [68]. Ubicado en el dormitorio 2.
- 1.1.13. Tritón de 3 pares de botones 6320/38 fabricado por Busch-Jaeger [68]. Ubicado en la entrada a la vivienda.
- 1.1.14. Pulsador para conmutación de la luz del baño fabricado por K-Bus y con referencia CHKP-01/01.1 [72].
- 1.1.15. Pulsador para conmutación de la luz de la despensa fabricado por K-Bus y con referencia CHKP-01/01.1 [72].
- 1.1.16. Interfaz DK AC (pasarela para fancoil) fabricado por *Intesis* [71].

- 1.1.17. Interfaz DK AC (pasarela para fancoil) fabricado por *Intesis* [71].

4.8. Comparativa teórica entre Leds y bombillas convencionales.

Una de las mayores ventajas del led es que producen la misma cantidad de luz que las convencionales pero usando una cantidad de energía mucho menor, ya que transforman el 80% aproximadamente en luz, produciendo mucho menos calor (Las bombillas convencionales transforman el 80% de la energía en calor). Visto esto, se va a hacer una comparativa de gasto entre las bombillas leds y las bombillas convencionales de filamento.

Una bombilla de filamento de 60 Vatios produce la misma intensidad de luz aproximadamente que un LED de 10 Vatios. El consumo se reduce a una sexta parte. Si además de esto comparamos sus vidas útiles, se observa que los Leds tienen una vida útil de aproximadamente 35000 horas mientras que las bombillas convencionales tienen una vida de aproximadamente 1000 horas.

El precio de una bombilla de bajo consumo de alta gama, por ejemplo Philips, es de unos 40 euros, el de una bombilla incandescente es de aproximadamente 1,50 euros. La proporción queda a 26,7 veces mayor.

En 35.000 horas, la energía consumida por una bombilla incandescente es de 2.100KWh, mientras que en 35.000 horas, un Led consume 350KWh. Teniendo el precio del KWh en Endesa de media a 0,124107, la diferencia de consumo es de 217,18 euros.

Si además de esto se calcula el precio de 35 bombillas incandescentes, para tener 35000 horas, el precio queda a 52,5 euros. Por lo tanto, sería mayor frente a los 40 euros del Led que tiene una vida útil de 35000 horas. Así pues, el ahorro medio de por el cambio de cada bombilla es de 229,68 euros en total.

Capítulo 5: Planos

En este capítulo se incluyen los planos correspondientes a la infraestructura común de telecomunicación, así como los esquemas necesarios.

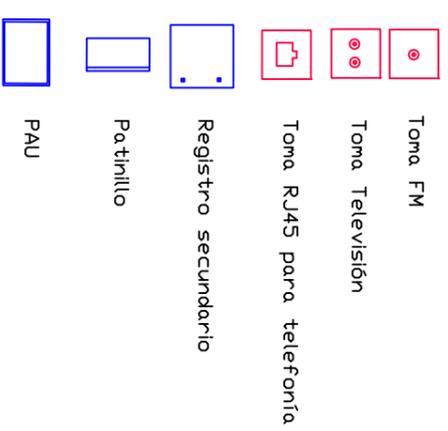


PROYECTO: INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES		PLANO Nº 5.1	
PROYECTISTA: 7 VIVIENDAS		Plano DE: Ubicación del edificio	
INGENIEROS TÉCNICOS:		SITUACIÓN:	FECHA:
Nº COLEGIADO:		VISADO:	GRUPO:



- ICT Arqueta de entrada
- RITI Recinto de Instalaciones de Telecomunicación Inferior
- Enlace inferior
- Toma FM
- Toma Televisión
- Toma RJ45 para telefonía
- Registro secundario
- Patinillo
- PAU

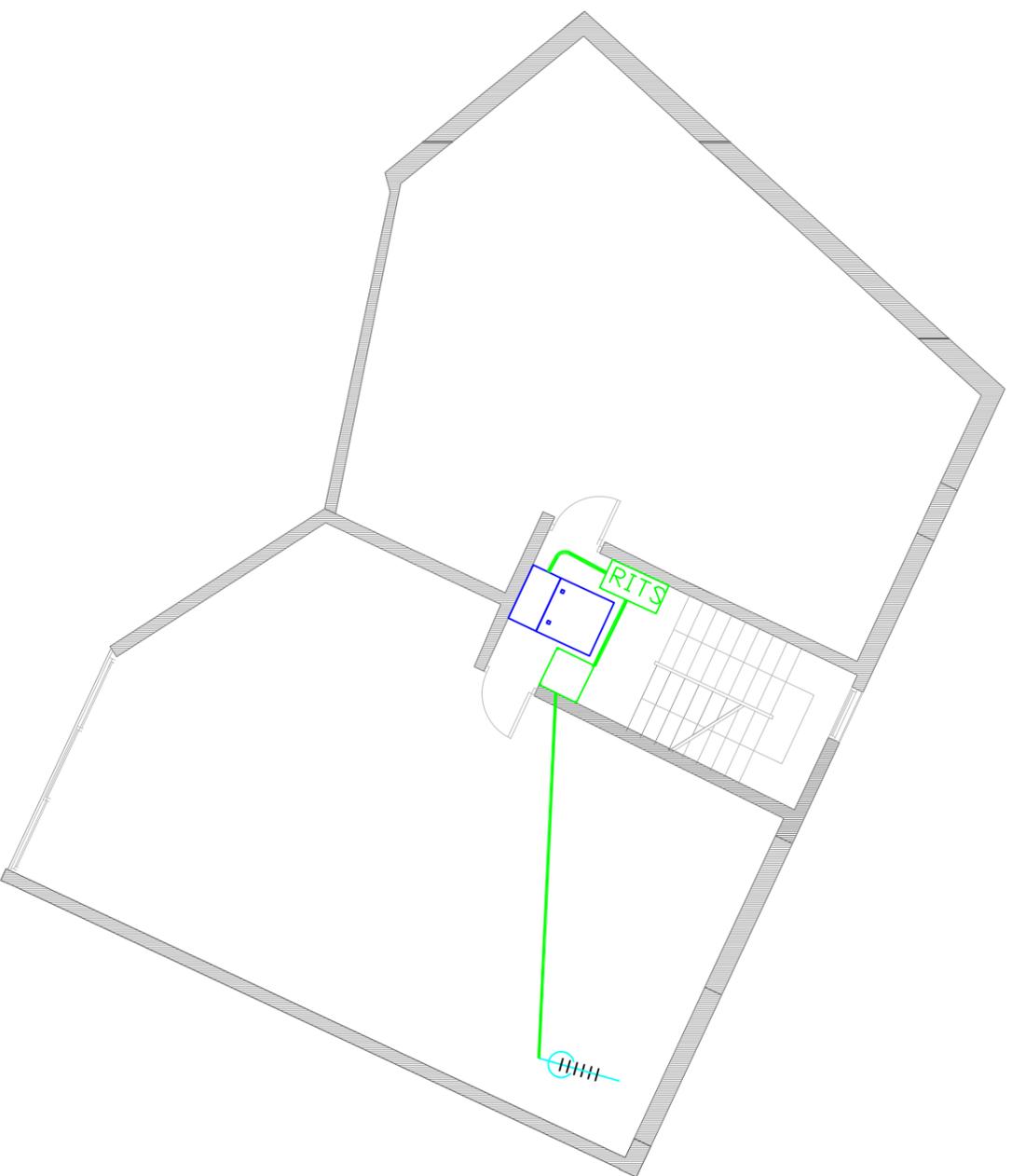
PROYECTO: INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES 7 VIVIENDAS		PLANO Nº 5.2
PROYECTOR: Planta Baja		PLANO DE:
INGENIEROS TÉCNICOS:	Nº COLEGIADO	SITUACIÓN:
		VISADO:
		FECHA
		GRUPO



**INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES
7 VIVIENDAS**

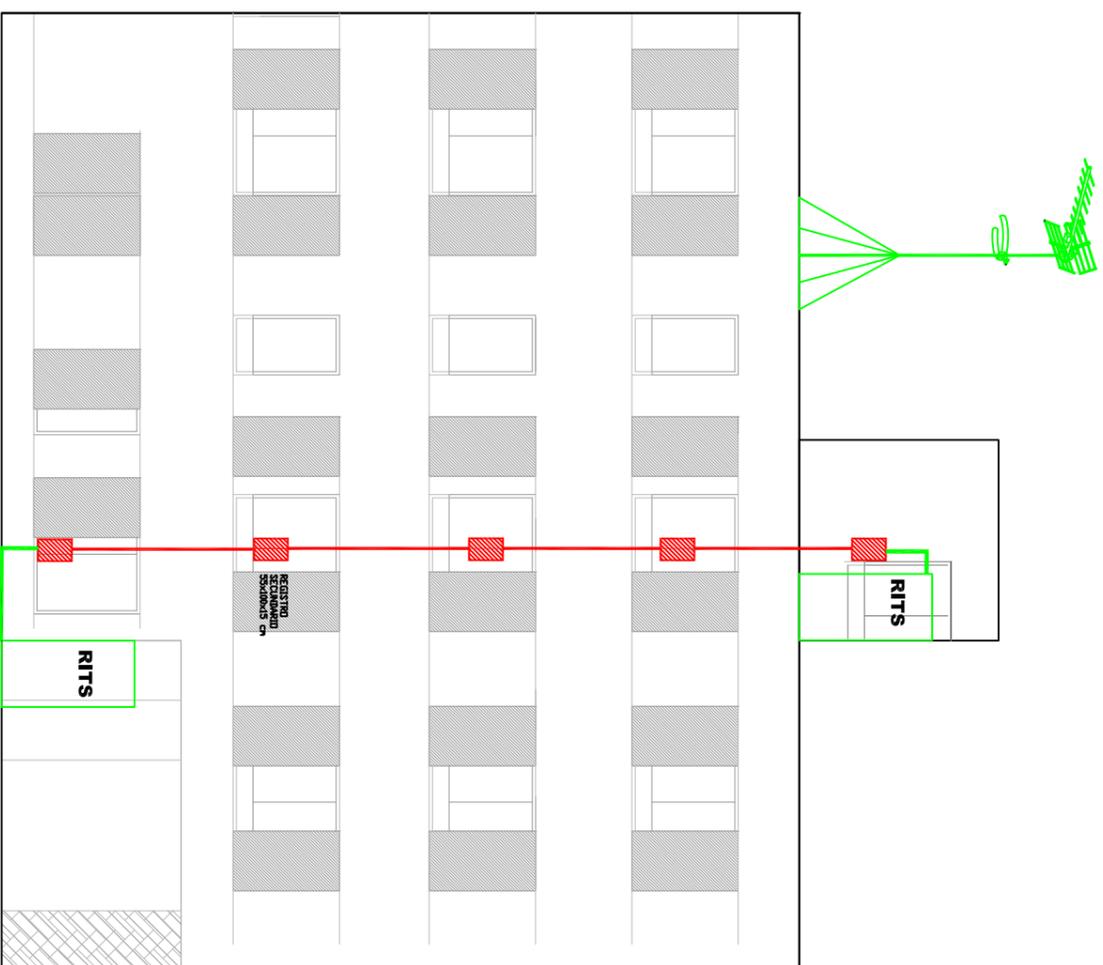
**PLANO Nº
5.3**

PROYECTO: INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES 7 VIVIENDAS	PLANO Nº: 5.3
PROMOTOR: PLANTA TIPO	PLANO DE: PLANTA TIPO
INGENIEROS TÉCNICOS:	SITUACIÓN:
Nº COLEGIADO:	VISADO:
FECHA:	GRUPO:

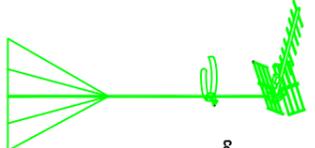


-  Arqueta de entrada
-  Recinto de Instalaciones de Telecomunicación Inferior
-  Registro de enlace superior
-  Antenas DAB, UHF y FM
-  Registro secundario
-  Patinillo

PROYECTO: INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES		PLANO Nº: 5.4	
PROMOTOR: TERRAZA		PLANO DE: TERRAZA	
SITUACIÓN: TERRAZA		VISADO: 	
INGENIEROS TÉCNICOS: 	Nº COLEGIADO: 	FECHA: 	GRUPO:



 REGISTRO
SECCIONADO
SOLUCIONADO cm

 Conjunto antenas, mástil y torreta

 RITS

Recinto de Instalaciones de Telecomunicaciones Inferior
200x200x100 cm

 RITS

Recinto de Instalaciones de Telecomunicaciones superior
200x200x100 cm

PROYECTO: **INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES
7 VIVIENDAS**

PLANO Nº

5.5

PROYECTOR:

PLANO DE:

ALZADO

SITUACIÓN:

VISADO:

FECHA

INGENIEROS TÉCNICOS:

Nº COLEGIADO

GRUPO



R.I.T.S.
 Recinto de instalaciones de telecomunicación superior.
 200x100x50 cm

REGISTRO DE ENLACE
 Registro de enlace
 45x45x12 cm

R.I.T.I.
 Recinto de instalaciones de telecomunicación interior.
 200x100x50 cm

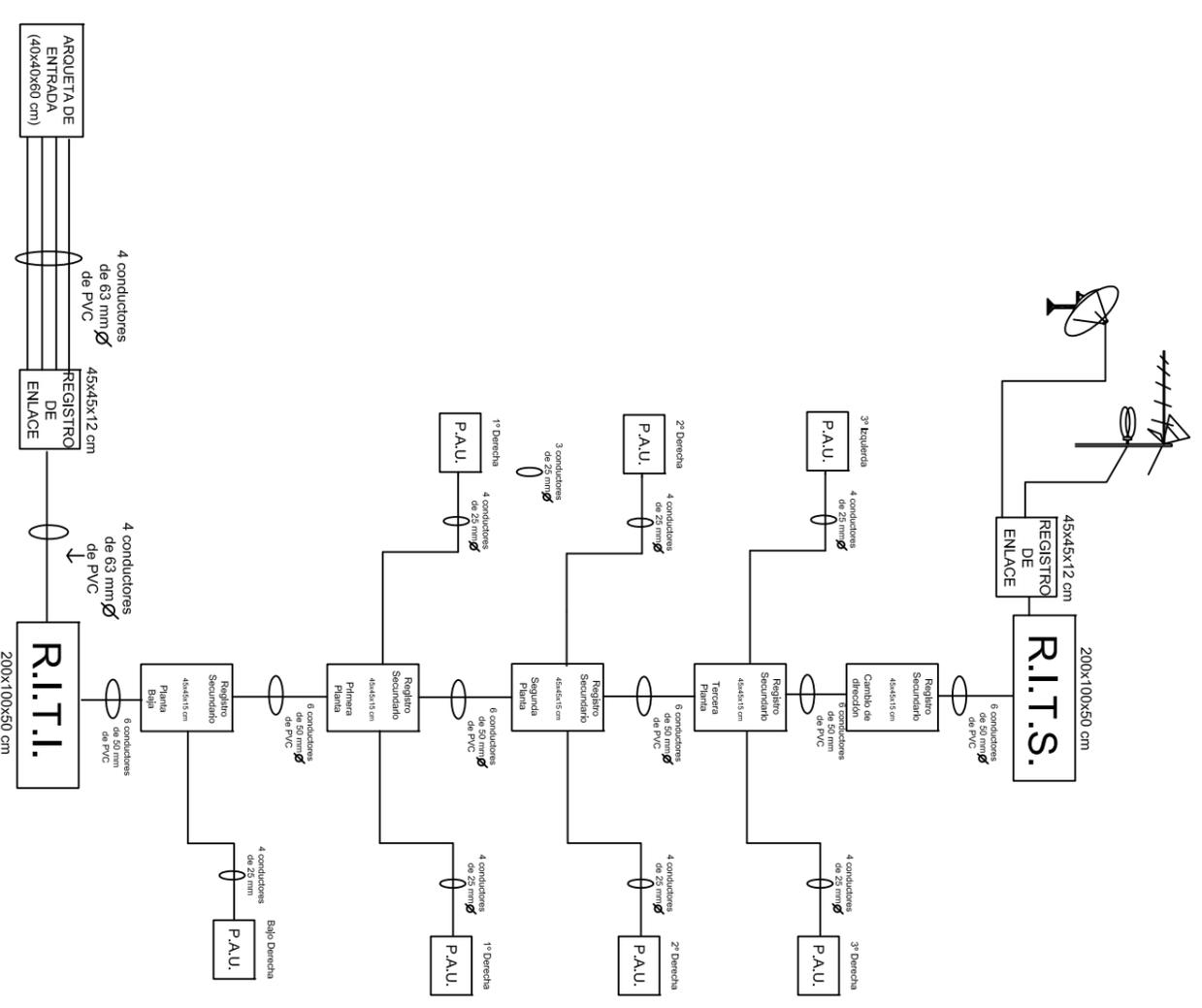
ARQUETA DE ENTRADA
 (40x40x60 cm)

ARQUETA DE ENTRADA
 (40x40x60 cm)

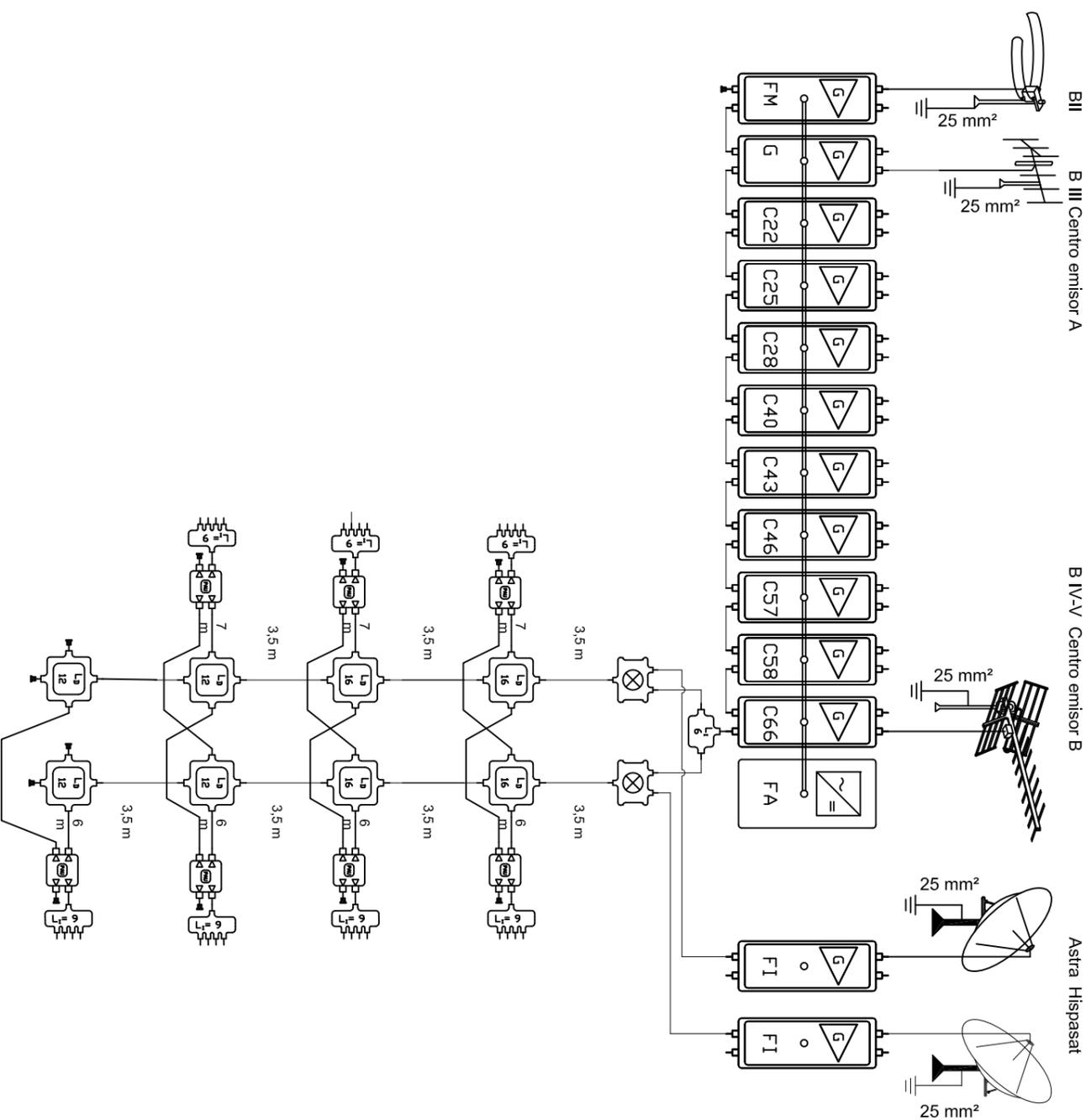
P.A.U.
 Registro de terminación de red. (50x60x80 cm)

Registro Secundario
 (45x45x15 cm)

○ Agrupación de tubos



PROYECTO: INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES		ESQUEMA Nº 5.6	
PROYECTOR: 7 VIVIENDAS		ESQUEMA DE: Canalizaciones	
INGENIEROS TÉCNICOS: Nº COLEGIADO		SITUACIÓN:	VISADO:
		FECHA:	GRUPO:

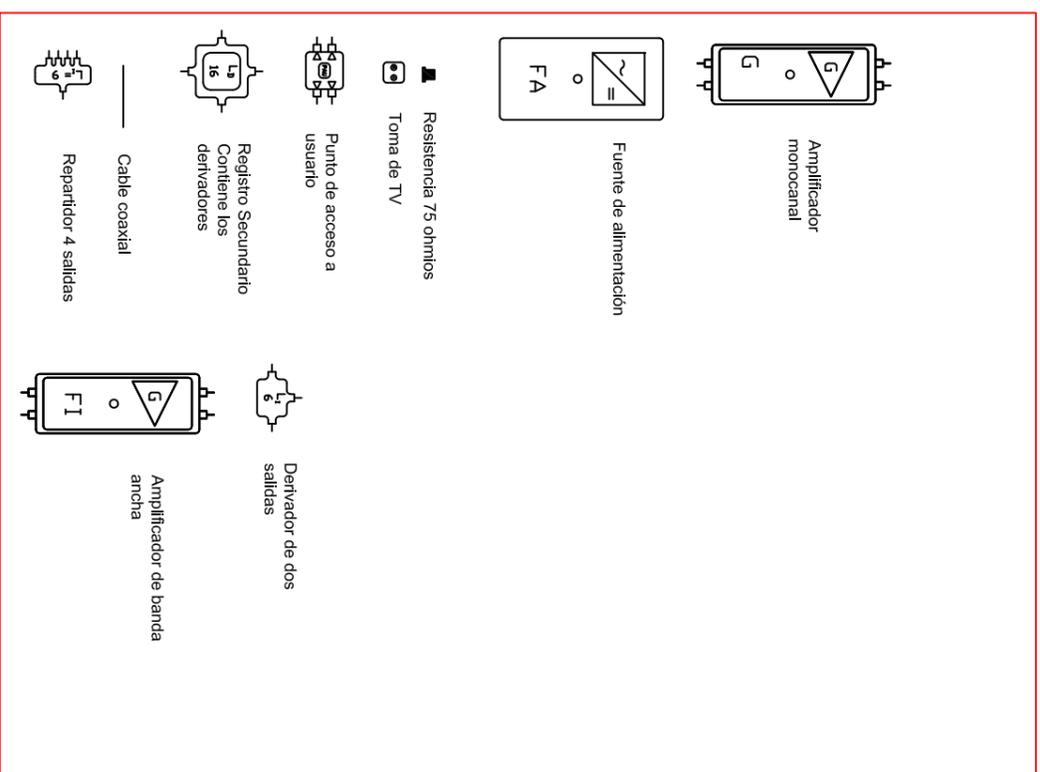


B III Centro emisor A

B IV-V Centro emisor B

Astra Hispasat

LEYENDA



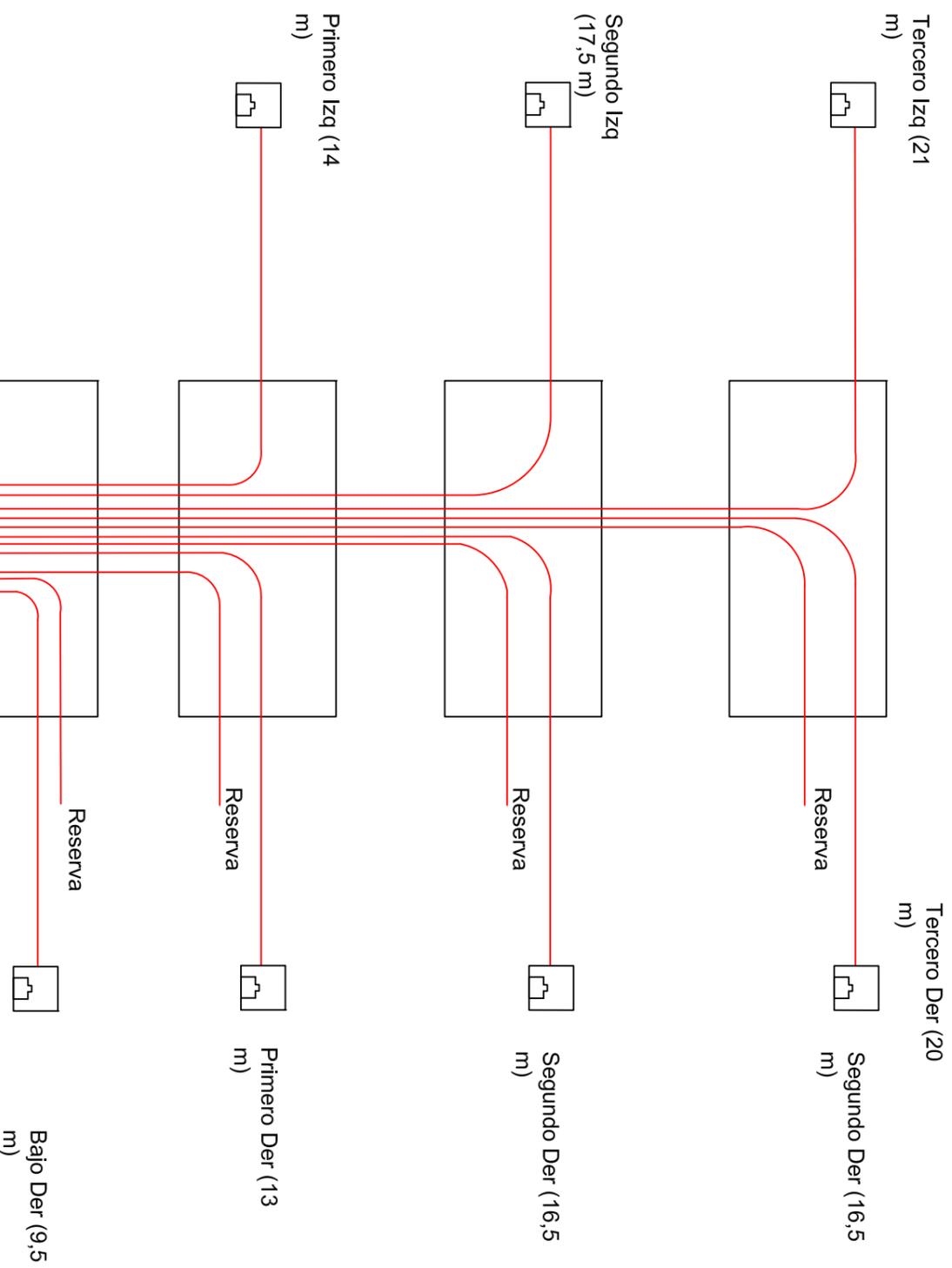
PROYECTO: **INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES** ESQUEMA Nº **7**

PROYECTOR: **Distribución RTV**

ESQUEMA DE: **Distribución RTV**

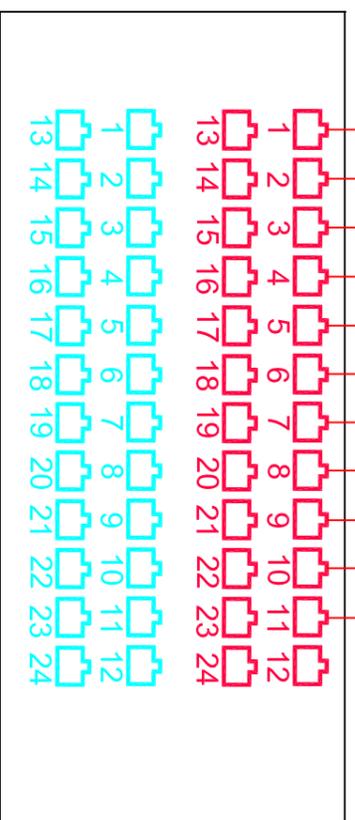
SITUACIÓN: **7 VIVIENDAS**

INGENIEROS TÉCNICOS:	Nº COLEGIADO	FECHA	GRUPO
----------------------	--------------	-------	-------

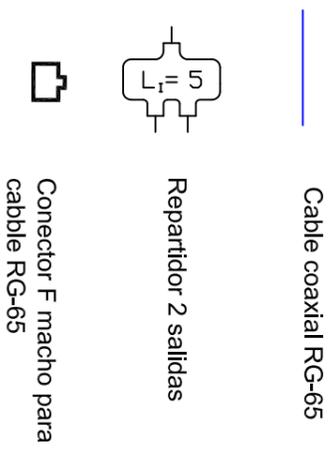
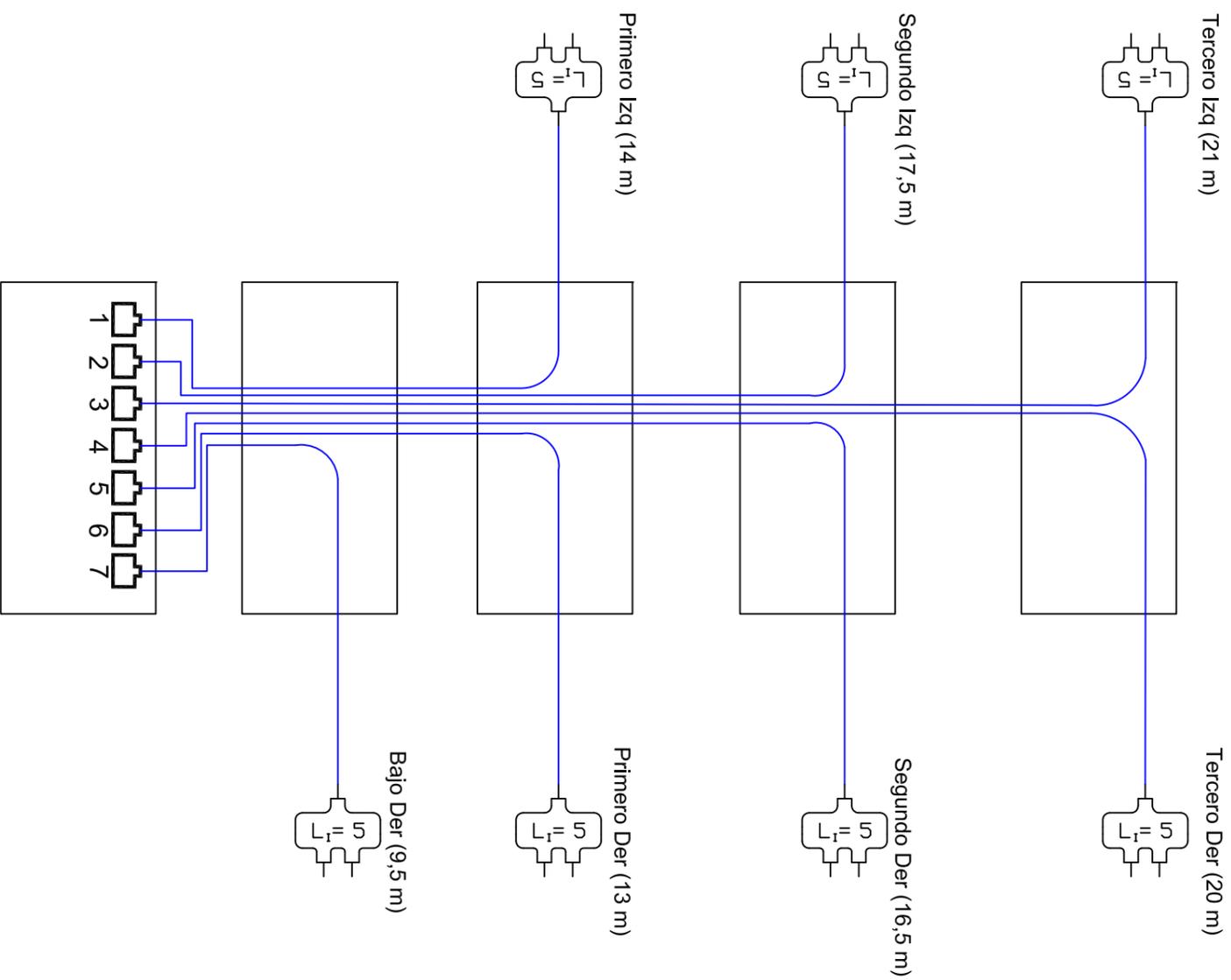


Registro principal de pares trenzados en RITTI.

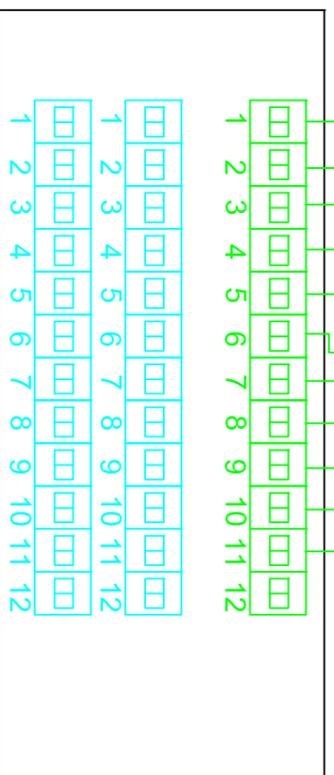
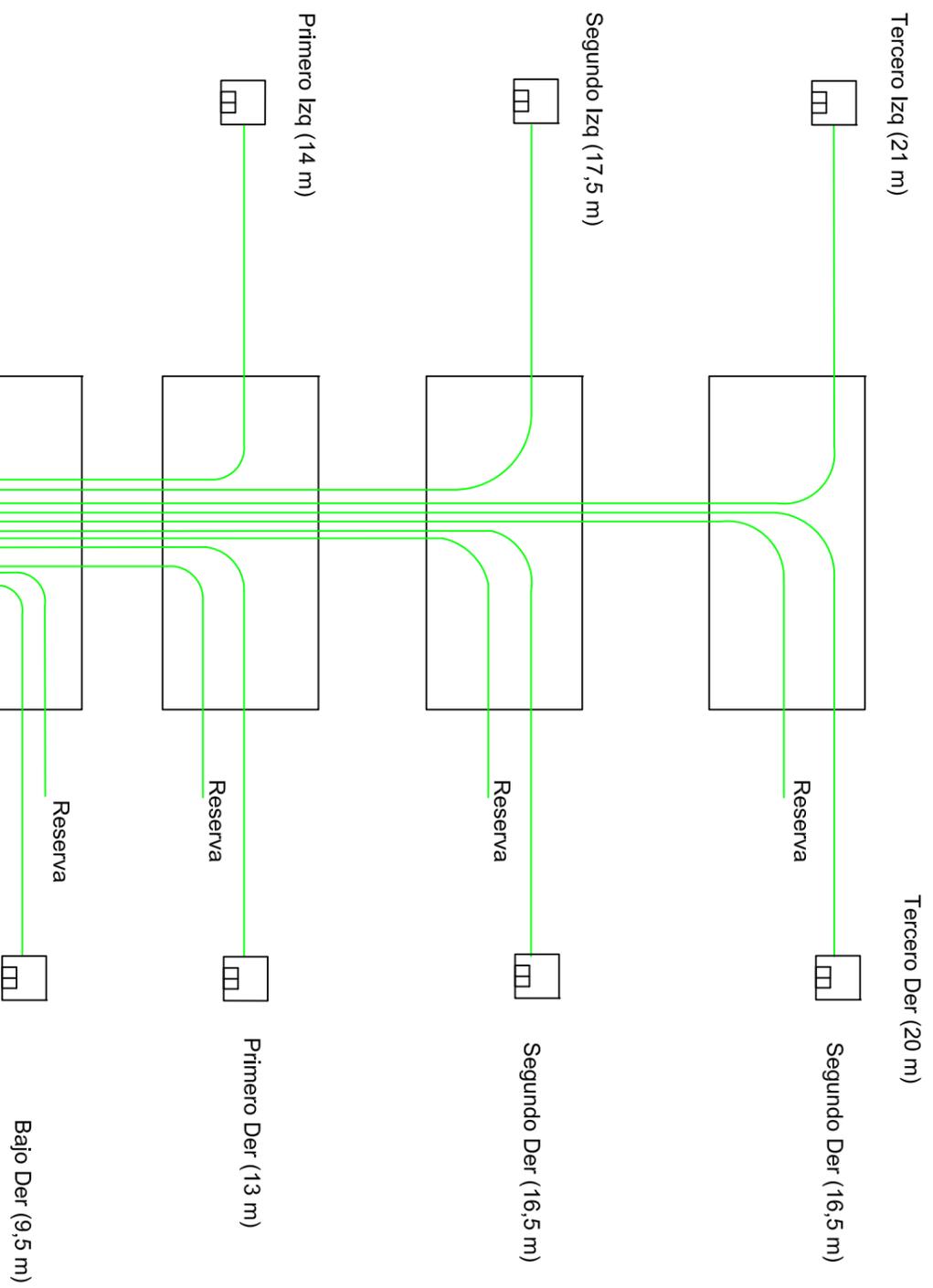
Reserva para un panel de 24 conectores.



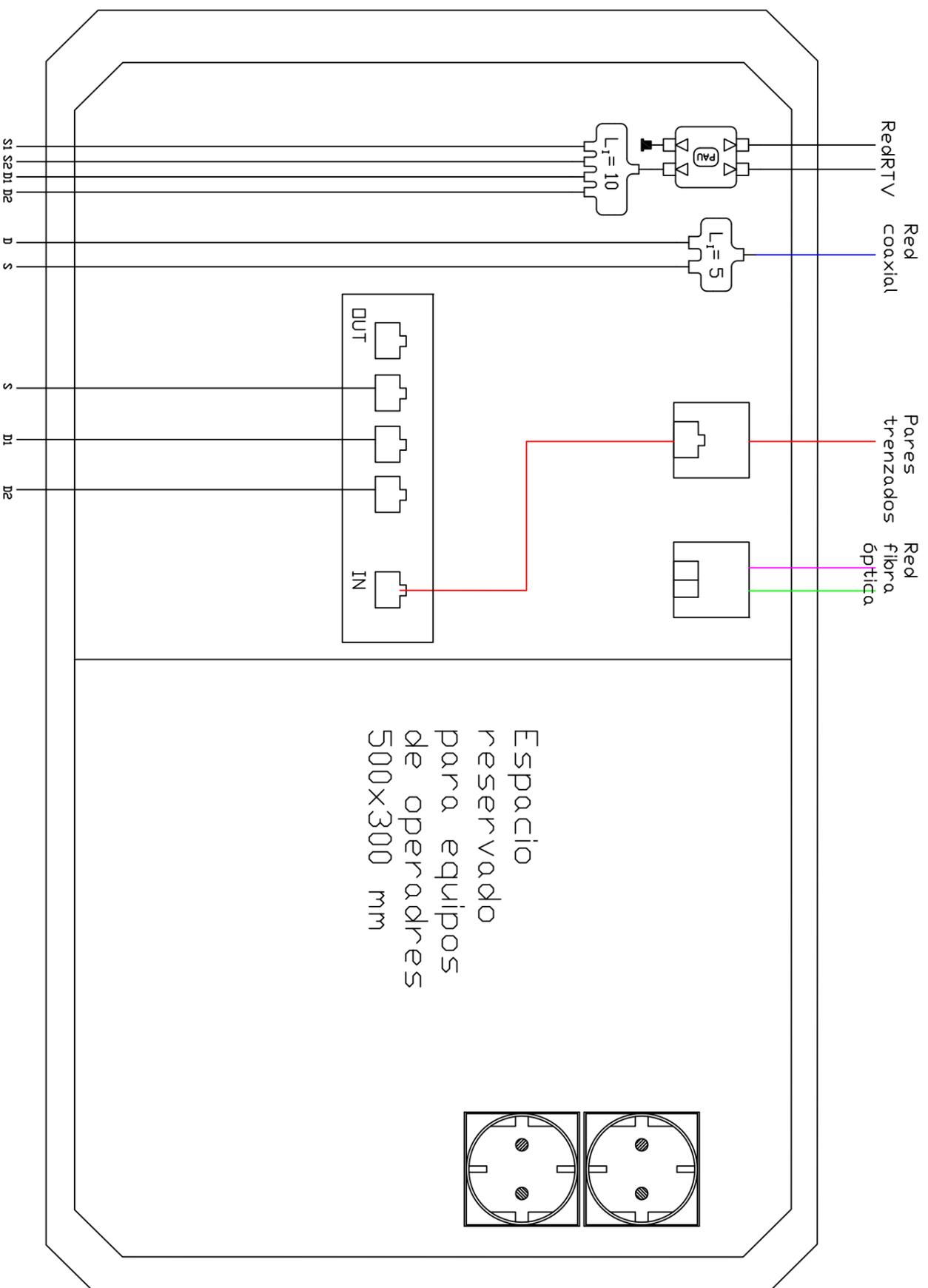
PROYECTO:	INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES		ESQUEMA Nº	5.8
PROYECTOR:	7 VIVIENDAS			
INGENIEROS TÉCNICOS:	Nº COLEGIADO	ESQUEMA DE:	Cables de pares Trenzados	
		SITUACIÓN:	VISADO:	FECHA
				GRUPO



PROYECTO: INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES		ESQUEMA Nº 5.9	
PROYECTOR: 7 VIVIENDAS		ESQUEMA DE: Red de distribución cables coaxiales	
INGENIEROS TÉCNICOS:	Nº COLEGIADO:	SITUACIÓN:	VISADO:
			FECHA:
			GRUPO:



PROYECTO:	INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES		ESQUEMA Nº	5.10
PROYECTOR:	7 VIVIENDAS			
INGENIEROS TÉCNICOS:	Nº COLEGIADO	ESQUEMA DE:	Distribución de fibra óptica	
		SITUACIÓN:	VISADO:	FECHA
				GRUPO



PROYECTO:		INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES		ESQUEMA Nº	
		7 VIVIENDAS		5.11	
PROYECTOR:		ESQUEMA DE:		PAU VIVIENDAS DERECHA	
		SITUACIÓN:		VISADO:	
INGENIEROS TÉCNICOS:		Nº COLEGIADO:		FECHA:	
				GRUPO:	

CUADRO DE PROTECCION

CUADRO DE PROTECCION PREVISION OPERADORES

CUADRO DE PROTECCION PREVISION OPERADORES

Espacio reservado para SDTP y TBA

Registro principal de fibra óptica

Registro principal para coaxial BA

Registro principal para pares trenzados



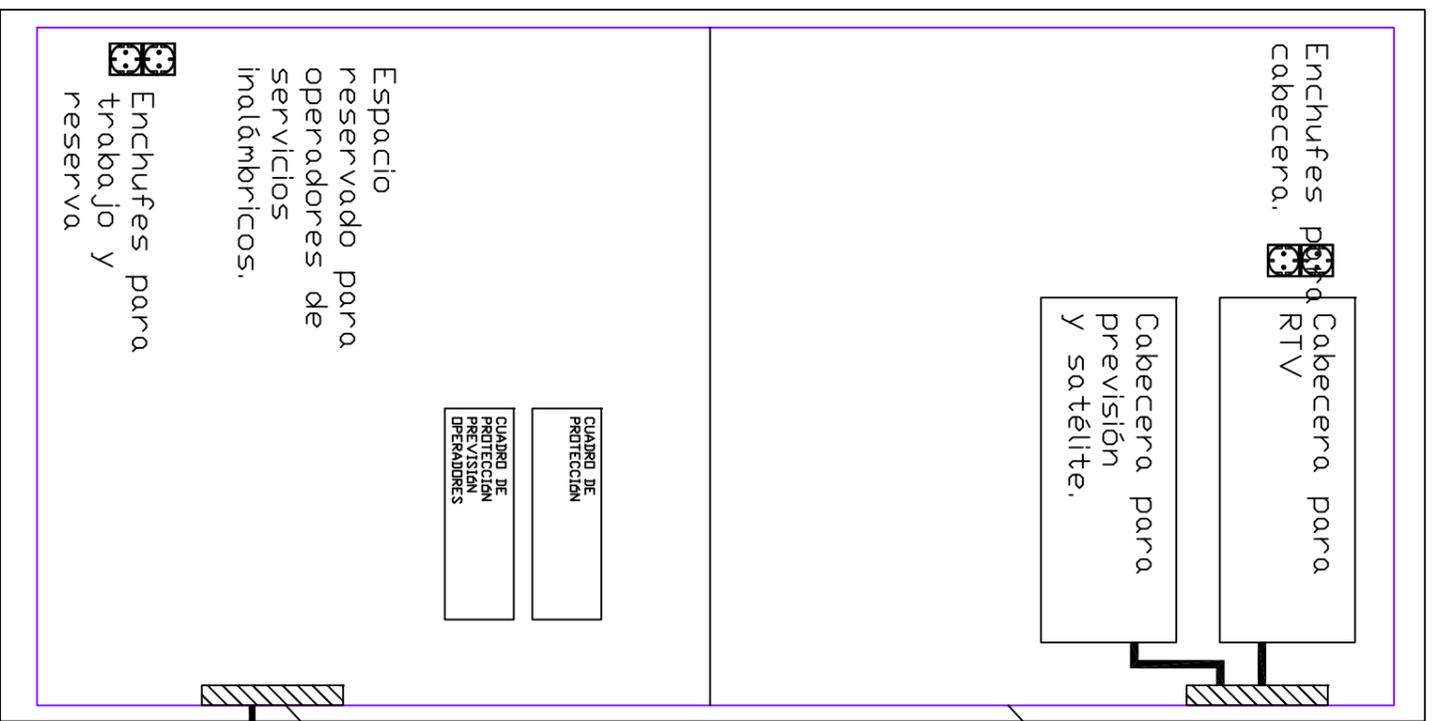
Enchufes para trabajo y reserva

Anillo de tierra (25 mm²)

Barra colectoras de

Tierra del edificio o tierra general

PROYECTO: INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES		ESQUEMA Nº 5.13	
PROMOTOR: 7 VIVIENDAS		ESQUEMA DE: RITI	
INGENIEROS TÉCNICOS:		VISADO:	
Nº COLEGIADO		FECHA:	
		GRUPO:	



Anillo de tierra
(25 mm²)

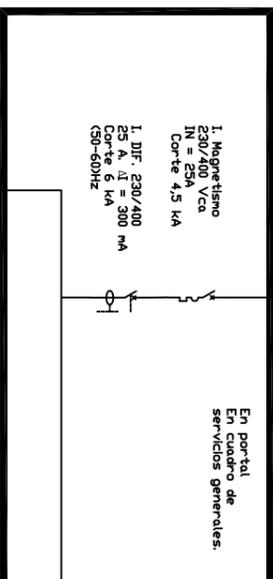
Barra colectora
de cobre

Tierra del
edificio o tierra
general

PROYECTO: INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES		ESQUEMA Nº 5.14	
PROYECTOR:	ESQUEMA DE: RITS		FECHA:
INGENIEROS TÉCNICOS:	Nº COLEGIADO:	VISADO:	GRUPO:

Cuadro de contadores con espacio para dos contadores

Desde contadores hasta C. de servicios generales. A determinar por el instalador



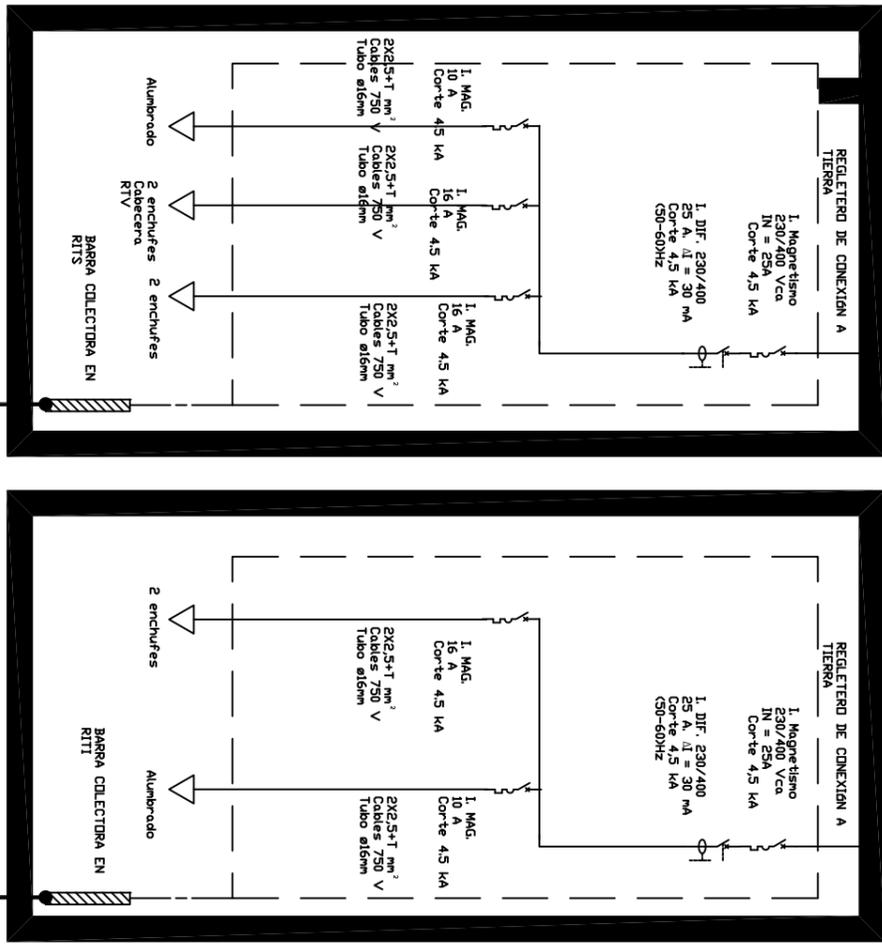
1 Tubo ø32mm a RITS

2 Tubos ø32mm a RITI

Cable de tierra 25mm² A soporte de antenas

2x6+1 mm² Cables 750 V Tubo ø32mm

2x6+1 mm² Cables 750 V Tubo ø32mm



RITI

RITS

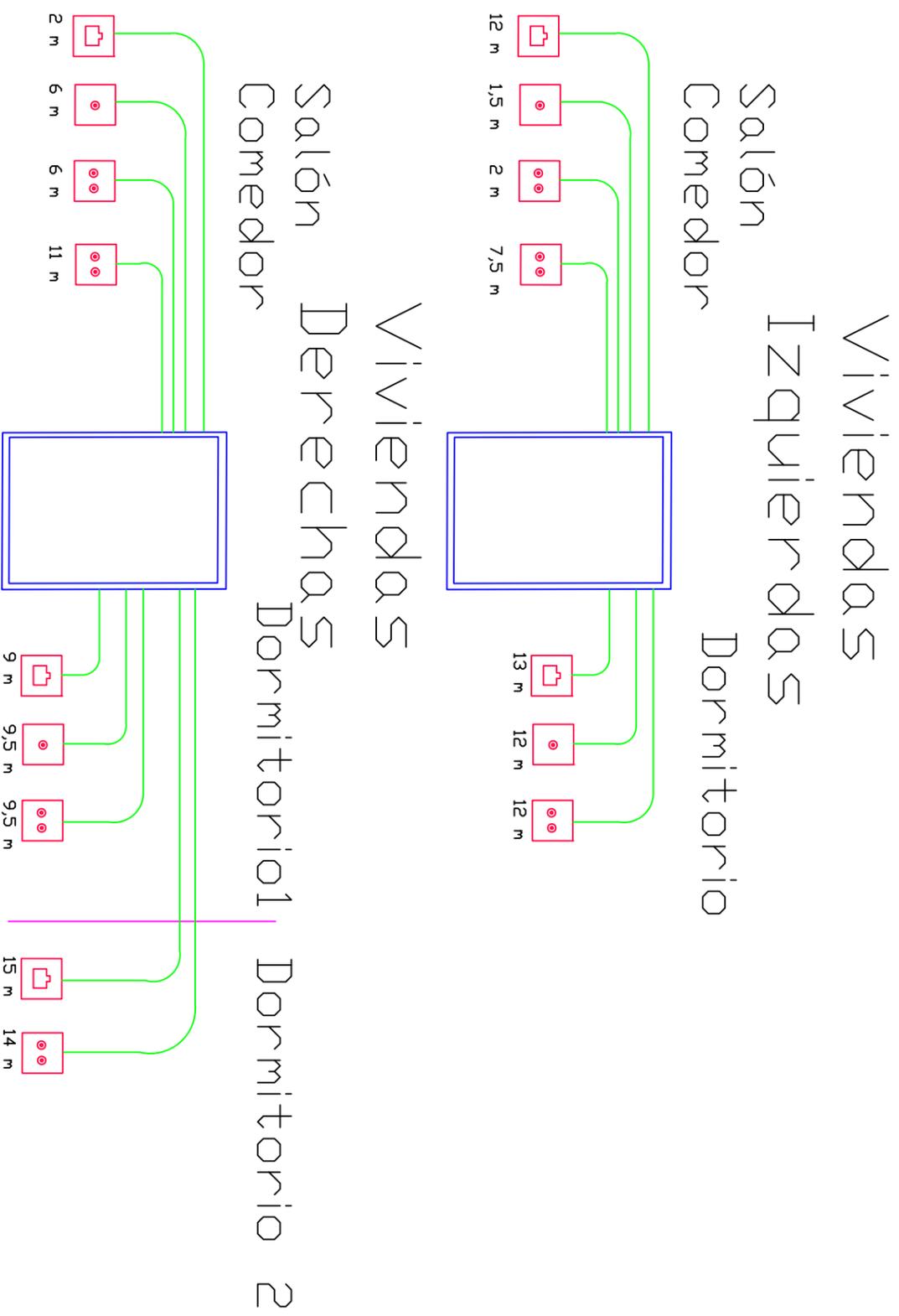
INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES
7 VIVIENDAS

ESQUEMA Nº
5.15

PROYECTO: **ESQUEMA DE:** **Esquema eléctrico**

PROYECTOR: SITUACIÓN: VISADO: FECHA:

INGENIEROS TÉCNICOS: Nº COLEGIADO: GRUPO:



PROYECTO: INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES		ESQUEMA Nº 5.16	
PROYECTOR: 7 VIVIENDAS		ESQUEMA DE: Red interior de usuario	
SITUACIÓN: INGENIEROS TÉCNICOS		VISADO:	
Nº COLEGIADO		FECHA	
		GRUPO	

Capítulo 6: Conclusiones y mejoras

En este capítulo se comentan las conclusiones sacadas del proyecto así como un plan de mejoras en relación a dicho proyecto

6.1. Conclusiones.

Una vez desarrollado el proyecto se consiguen los siguientes objetivos:

- Realización de un proyecto profesional.
- Familiarización con las normativas y leyes.
- Introducción al hogar digital.
- Uso de programas como Autocad.
- Aprendizaje de buses de campo como KNX.
- Realización de memorias de trabajo.
- Uso de herramientas ofimáticas.
- Uso de distintos programas y lenguajes de programación como el de ETS.
- Repaso de materias prácticamente olvidadas.
- Aprendizaje sobre la realización de presupuestos.
- Familiarización con productos y materiales.

6.2. Plan de mejoras.

Entre las mejoras posibles se tiene la continuación del hogar digital, en este caso solo se ha desarrollado la parte de ahorro eléctrico aunque se puede integrar también dentro el consumo de agua que en este caso no se ha desarrollado.

Una mejora que puede hacer que el consumo de energía se reduzca es el uso de climatizadores que aclimaten las viviendas usando el aire de la calle así como el uso de redes de sensores que nos permitan monitorizar el estado de las ventanas, y si alguna está abierta, la climatización en dicha zona deberá pararse hasta que se vuelva a cerrar.

Mejorar la parte de seguridad del hogar, incluyendo alarmas e integrándolas en la domótica así como mejorando el aspecto multimedia del hogar.

Otra mejora que se puede añadir es la de hacer la instalación de televisión por satélite a través de fibra óptica, ya que de dicha forma se podrían distribuir las señales de cualquier polaridad, cosa que no es posible con cables coaxiales.

ANEXO A

CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD.

A) DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN.

A continuación se detalla una lista de Leyes, Decretos y Normas actualmente en vigor que de una forma directa afectan a la Prevención de Riesgos Laborales y cuyas disposiciones son de obligado cumplimiento:

Ley 31/1995 de 8 de Noviembre (BOE 10/11/95), de Prevención de Riesgos Laborales. Transposición al Derecho Español de la Directiva 89/391/CEE relativa a la aplicación de las medidas para promover la mejora de la seguridad y salud de los trabajadores en el trabajo, así como las Directivas 92/85/CEE, 94/33/CEE y 91/383/CEE relativas a la aplicación de la maternidad y de los jóvenes y al tratamiento de las relaciones de trabajo temporales, de duración determinada y en empresas de trabajo temporal.

Ley 50/1998, de 30 de diciembre (BOE 31/12/1998), de Medidas Fiscales, Administrativas y de Orden Social. (Modificación de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, artículo 45, 47, 48, y 49).

Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales que modifica la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales e incluye las modificaciones que se introducen en la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social, texto refundido aprobado por R.D. 5/2000, de 4 agosto.

Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de Marzo, (BOE 29/03/1995), (Estatuto de los trabajadores).

Real Decreto 39/1997, de 17 de Enero (BOE 31/01/97), por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, modificado por R.D. 780/1998 de 30 de Abril (BOE 01/05/98).

Real Decreto 485/1997, de 14 de Abril (BOE 23/04/97), sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Transposición al Derecho Español de la Directiva 92/58/CEE de 24 de Junio.

Real Decreto 485/1997, de 14 de Abril (BOE 23/04/97), por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Transposición al Derecho Español de la Directiva 89/654/CEE de 30 de Noviembre.

Real Decreto 773/1997, de 30 de Mayo (BOE 12/06/1997) sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. En BOE 18/07/97 (página 22094) se hace referencia a una corrección de errores de dicho R.D. 773/1997 de 30 de mayo.

Real Decreto 12/15/97, de 18 de Julio (BOE 07/08/97), por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Real Decreto 614/2001 de 8 de Junio (BOE 21/06/2001), sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para Baja Tensión (BOE 18/09/2002).

Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo. Vigente el art. 24 y el capítulo VII del título, aprobada por Orden 9 de Marzo de 1971 (Trabajo) (BOE 16/03/1971).

Reglamento de régimen interno de la empresa constructora, caso de existir y que no se oponga a ninguna de las disposiciones citadas anteriormente.

Así mismo existen otras Leyes, Decretos y Normas actualmente en vigor, que de una forma indirecta pueden afectar a la Prevención de Riesgos Laborales, pero que se omiten por no estar directamente relacionadas con los trabajos a realizar.

B) CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD.

Se describen a continuación las actividades y tareas que deben realizarse para la ejecución de las infraestructuras proyectadas, así como para el mantenimiento previsto de las mismas, para que el responsable de la redacción de Estudio de Seguridad y Salud (o del Estudio Básico de Seguridad y Salud), de la obra de la edificación, evalúe los riesgos que se derivan de las mismas y establezca las medidas preventivas adecuadas.

La ejecución de un Proyecto de Infraestructura Común de Telecomunicaciones en el Interior de los edificios (ICT), tiene dos partes claramente diferenciadas que se realizan en dos momentos diferentes de la construcción:

- 1) Instalación de la infraestructura y canalización de soporte de las redes, que normalmente se realiza durante la fase de cerramiento y albañilería de la obra.
- 2) Instalación de los elementos de captación, los equipos de cabecera, y el tendido y conexionado de los cables y regletas que constituyen las diferentes redes, que normalmente durante la fase de instalaciones de obra.

Se describen a continuación estas actividades.

1) INSTALACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA Y CANALIZACIÓN DE SOPORTE DE LAS REDES.

Esta infraestructura se puede subdividir en dos partes, una que se realiza en exterior del edificio y otra que se realiza en el interior del edificio. Normalmente se realizan durante la fase de cerramiento y albañilería de la obra. A continuación se detallan estas dos partes y los trabajos que conllevan.

1.1) Instalación de la infraestructura en el exterior del edificio.

La infraestructura en el exterior del edificio está constituida por:

- Una arqueta que se instala en el exterior del edificio.
- Una canalización externa que parte de la arqueta y finaliza en el Registro de Enlace Inferior.

Los trabajos que comportan la instalación de la arqueta, y la canalización externa, consiste en:

- Excavación del hueco para la colocación de la arqueta.
- Excavación de zanja para la colocación de la canalización.
- Instalación de la arqueta y cerrado del hueco.
- Instalación de la canalización, confección del prisma que la contiene y cerrado del mismo.
- Reposición del pavimento.

Pueden ser realizados bien con medios mecánicos o bien con medios manuales.

1.2) Instalación de la infraestructura en el interior del edificio.

La infraestructura en el interior del edificio está constituida por:

- Dos recintos de Infraestructuras de Telecomunicación Modulares en el interior del edificio.
- Una red de tubos que unen el Registro de Enlace Inferior con los Recintos.
- Una red de tubos que une los Recintos entre sí, discurriendo por la vertical de la escalera, con interrupción en los rellanos de los pisos, donde se instalan los Registros secundarios.
- Una red de tubos que parten de los Registros secundarios de los rellanos y discurren por éstos hasta los Registros de terminación de Red, situados a la entrada de cada vivienda.
- Una red de tubos que parte de los Registros de terminación de Red situados a la entrada de cada vivienda, y discurren por el interior de las mismas hasta puntos concretos de diversas estancias.

Los trabajos que comportan consisten en:

- Tendido de tubos de canalización y su fijación.
- Realización de rozas para conductos y registros.
- Colocación de los diversos registros.

2) INSTALACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CAPTACIÓN, LOS EQUIPOS DE CABECERA, Y EL TENDIDO Y CONEXIONADO DE LOS CABLES Y REGLETAS QUE CONSTITUYEN LAS DIFERENTES REDES.

Normalmente se realiza durante la fase de instalaciones.

Se pueden considerar cuatro partes diferenciadas:

- La instalación en la cubierta de los elementos captadores de señal y sus soportes (antenas y mástiles).
- La instalación eléctrica en el interior de los Recintos consistente en, un cuadro de protección, enchufes y alumbrado.
- El montaje de los equipos de cabecera y de los Registros Principales de los diferentes servicios en los Recintos.
- El tendido de los diferentes cables de conexión a través de los tubos y registros y el conexionado de los mismos.

A continuación se detallan estas cuatro partes y los trabajos que conllevan.

2.1) Instalación de los elementos de captación.

Los trabajos a realizar para la instalación de los elementos de captación se realizan en la cubierta del edificio. Serán los siguientes:

- Colocación de base de mástil.
- Colocación de antena sobre el mástil.
- Conexión de cable coaxial a la antena.
- Conexión a tierra del conjunto sistema de captación-elementos de soporte.

Las instalaciones antes descritas deben ser mantenidas periódicamente, ser complementadas con otras similares o incluso sustituidas.

Dado que estos trabajos se realizarán después de finalizada la obra y terminado el edificio, las medidas de protección que se hayan definido como necesarias para la realización de los trabajos de instalación serán también necesarios durante estos trabajos de mantenimiento.

Por ello en el estudio de Seguridad y Salud o en el Estudio Básico de Seguridad y Salud de la obra de edificación, se definirán dichas protecciones como permanentes, definiendo, igualmente las medidas de conservación de las mismas para garantizar su eficacia a lo largo del tiempo.

2.2) Instalaciones eléctricas en los Recintos y conexión de cables y regletas.

La instalación eléctrica en los Recintos consiste en:

- Canalización directa desde el cuadro de servicios generales del inmueble hasta el cuadro de protección de cada Recinto.
- Instalación en cada Recinto del cuadro de protección con las protecciones correspondientes.
- Montaje en el interior del cuadro de protección de los interruptores magnetotérmicos y diferenciales.
- Instalación de las bases de toma de corriente.
- Instalación de alumbrado normal y de emergencia.
- Red de alimentación de equipos que lo requieran.

Se manejan tensiones máximas de 220 V a 50Hz para alimentación del equipamiento.

2.3) Instalación de los equipos de cabecera y de los Registros Principales.

La instalación de los equipos de cabecera, y los Registros principales, consiste en la fijación a la pared de un chasis para el montaje en el mismo de amplificadores y otros elementos de pequeño tamaño y pero (así como de manguitos, regletas, etc.) mediante tornillos, y la conexión eléctrica a una base de corriente.

2.4) Tendido y conexionado de los cables y regletas que constituyen las diferentes redes.

Consiste en:

- Pelado de cables coaxiales y cables eléctricos.
- Conexión de los mismos a bases u otros elementos de conexión mediante atornilladores.
- Utilización esporádica de soldadores eléctricos.
- Todas ellas se realizan en el interior del edificio (salvo el cable coaxial de conexión a las antenas).

ANEXO B ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

1) Estimación de la cantidad de residuos generados y su codificación.

En este proyecto de ICT, todos los residuos generados son del tipo contemplado en el capítulo 17 “Residuos de construcción y demolición (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas)” de la lista europea de residuos publicada en la Orden MAM/304/2002, de 8 de Febrero (BOE 19/02/02) y en la corrección de errores de la misma (BOE 12/03/02).

Su clasificación y estimaciones se indican en la tabla B.1.

Tipo	Residuo	Código	Densidad	Volumen	Peso
PRISMA 63			Kg/m³	m³	T.M.
mm	Hormigón y loseta	170107	900	0,09	81
+ Arqueta	Tierra Sobrante de relleno	170504	1100	0,0035	3,85
Total de residuo generado para eliminación en vertedero				0,0935	84,84

Tabla B.1. Clasificación y estimaciones de residuos generados.

2) Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.

Al ser muy pequeño el volumen de residuos generados se dispondrán, bolsas de transporte de 1 m³ en las cuales se colocarán los residuos según los tres tipos identificados, sin mezclarse, al lado de la obra para ser retiradas por camión al vertedero.

3) Operaciones de reutilización, valoración o eliminación a que se destinarán los residuos que se generan en la obra.

Las tierras resultantes de la realización de la zanja, al ser de tipo clasificado, pueden ser reutilizadas en el cierre del mismo siendo el volumen sobrante, ya calculado, el que queda como residuo generado.

El resto de los residuos, hormigón y tubos no serán reutilizados por lo que se procederá al traslado al vertedero.

4) Medidas de separación de los residuos, según el R.D. 105/2008 artículo 5, punto

Tal y como se ha indicado anteriormente, se ha procedido a la separación de residuos según su naturaleza en los tres tipos antes enumerados.

Se ha procedido a reutilizar uno de los tipos de residuos generados, tierra, que se ha utilizado para el relleno, los residuos sobrantes se han clasificado de forma separada y dispuestos en bolsas especiales se trasladarán al vertedero.

Como puede verse en la tabla B.1, los pesos de los mismos son muy inferiores a los máximos que determina el RD 105/2008 artículo 5, punto 5, siendo entregados, debidamente clasificados y separados, al Gestor de Residuos para su traslado al vertedero.

5) Planos de las instalaciones previstas para el manejo de los residuos.

Los residuos generados son de tan escasa entidad que no precisan de instalaciones especiales para su almacenamiento ya que son suficientes bolsas de traslado para su separación y transporte. Por lo tanto no es necesario incluir planos de instalaciones.

6) Prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares.

No siendo necesaria, en este proyecto, la existencia de instalaciones para almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones no se requiere la redacción de un pliego de prescripciones técnicas. Simplemente es necesario señalar que las bolsas a utilizar para el almacenamiento y transporte de los residuos generados deberán satisfacer, al menos:

- Bolsas de 1 metro cúbico de capacidad, dotadas de asas para su manejo y carga mediante grúa.
- La resistencia de las bolsas deberá ser tal que soporten un contenido de peso de 2 Tm por m³.
- Su tejido tendrá una composición porosa que impida la salida de partículas de los materiales a transportar.

7) Valoración del coste de la gestión de los residuos generados.

- Bolsas de transporte con un precio de 10 euros por bolsa.
- 1 viaje de camión con capacidad de carga como mínimo de 3,5 TM, dotado de grúa para la carga y descarga de las bolsas con un precio de 50 euros.
- Tasas por depósito en vertedero.

ANEXO C

Presupuesto.

Se dan los precios con los costes totales de la instalación.

Conjunto de captación de señales de TV terrenal, DAB y FM formado por antenas para UHF, VHF y FM, respectivamente, base y torreta autoestable galvanizadas de 3 metros, mástil de acero galvanizado, cable coaxial y conductor de tierra de hasta la toma de tierra del edificio. En la tabla C.1 se detallan los precios.

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
1	Antena FM	18,40	18,40
1	Antena VHF DAB	19,20	19,20
1	Antena UHF B-IV Y V (C21 a 69)	59,80	59,80
1	Mástil 3 metros	25,65	25,65
1	Torreta 3 metros	121,24	121,24
1	Base para torreta	16,70	16,70
8	Metros cable coaxial	0,75	6,00
1	Materiales para sujeción en general)	10,00	10,00
23	Metros de cable tierra 25 mm ²	2,00	46,00
	Instalación	110,00	110,00
	Total		422,99

Tabla C.1. Presupuesto para la captación de RTV.

Equipo de cabecera formado por 8 amplificadores monocanales y dos de grupo, para FM, VHF y UHF, fuentes de alimentación y mezcladores de señal, debidamente instalado, ecualizado y ajustados los niveles de señal de salida. En la tabla C.2 se muestran los precios de forma detallada.

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
1	Amplificador monocanal para FM	52,85	52,85
8	Amplificador monocanal para UHF	73,75	590,00
1	Amplificador de grupo para DAB	62,65	62,65
1	Amplificador de grupo C66 a C69	80,60	80,60
2	Fuente de alimentación	78,85	157,70
1	Distribuidor de 2 salidas	6,35	6,35
2	Mezclador TIPO 1	3,40	6,80
2	Chasis soporte monocanales y fuente	13,85	13,85
18	Puentes de interconexión	2,70	48,60
4	Cargas adaptadoras	0,80	3,20
1	Instalación	100,00	100,00
	Total		1122,60

Tabla C.2. Presupuesto para la cabecera de RTV.

Red doble de distribución de señal transparente, compuesta por cable coaxial y derivadores. En la tabla C.3 se muestran los precios de forma detallada.

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
8	Derivadores	13,95	97,65
24,5	Metros de cable	0,75	18,38
11	Resistencias adaptadoras de 75 ohmios	0,06	0,42
1	Pequeño material para la fijación	1,00	1,00
1	Instalación	130,00	130,00
	Total		377,45

Tabla C.3. Presupuesto para la cabecera de RTV.

Materiales y mano de obra necesarios para la red de dispersión de RTV, en la tabla C.4 se muestran los precios de forma detallada.

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
40	Metros de Cable	0,75	30,00
1	Material para fijación	0,60	0,60
1	Instalación	350,00	350,00
	Total		380,60

Tabla C.4. Presupuesto para la red de dispersión de RTV.

Materiales y mano de obra necesarios para la red de cables de pares trenzados, en la tabla C.5 se muestran los precios de forma detallada.

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
214	Metros de Cable	0,75	160,50
1	Panel de conexión para conectores RJ45	51,80	51,80
11	Conectores hembra RJ 45	6,00	66,00
1	Grapas de sujeción para RITI y en RS	57,00	57,00
1	Instalación	300,00	300,00
	Total		635,30

Tabla C.5. Presupuesto para la red cables de pares trenzados.

Materiales y mano de obra necesarios para la red de cables coaxiales, en la tabla C.6 se muestran los precios de forma detallada.

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
198	Metros de Cable	1,20	237,60
11	Conectores tipo F macho en extremo de cable de red de distribución	0,50	5,50
1	Instalación	580,00	580,00
	Total		842,30

Tabla C.6. Presupuesto para la red cables coaxiales.

Materiales y mano de obra necesarios para la red de fibra óptica, en la tabla C.7 se muestran los precios de forma detallada.

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
428	Metros de Cable de dos FO monomodo	1,20	513,60
4	Cajas de segregación en registro secundario	25,20	100,80
1	Panel de conexión	120,00	120,00
44	Conector SC/APC	2,64	116,16
1	Instalación	700,00	700,00
	Total		1550,56

Tabla C.7. Presupuesto para la red de fibra óptica.

Armario donde instalar los equipos de cabecera de RTV para la amplificación, en la tabla C.8 se muestran los precios de manera detallada.

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
1	Armario conforme a normativa	126,81	126,81
1	Pequeño material para instalación	1,00	1,00
1	Instalación	10,00	10,00
	Total		137,81

Tabla C.8. Presupuesto de armario para protección de cabecera de RTV.

Equipos para la captación de televisión por satélite, en la tabla C.9 se muestran los precios de manera detallada.

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
2	Base parabólica	77,83	155,66
1	Material de sujección	11,00	11,00
1	Instalación	24,30	24,30
	Total		190,99

Tabla C.9. Presupuesto para la captación de televisión por satélite.

Material usado para la infraestructura de la canalización de enlace superior, en la tabla C.10 se muestran los precios de forma detallada.

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
8	Metros de tubo rígido de 40 mm	1,34	10,72
1	Registro de enlace	68,00	68,00
1	Material para fijación	8,00	8,00
1	Instalación	24,00	24,00
	Total		110,72

Tabla C.10. Presupuesto para la canalización de enlace superior.

Material usado para la arqueta de entrada, en la tabla C.11 se muestran los precios de forma detallada.

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
1	Arqueta	294,18	294,18
1	Instalación	150,00	150,00
	Total		444,18

Tabla C.11. Presupuesto para la arqueta de entrada.

Material usado para la infraestructura de la canalización de enlace inferior y canalización externa, en la tabla C.12 se muestran los precios de forma detallada.

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
0,0020	Metros cúbicos de hormigón	57,00	0,114
27	Metros de tubo rígido con hilo guía	1,90	81,70
1	Registro de Enlace	74,57	74,57
10	Separadores de tubos	1,20	12,00
1	Instalación	77,10	77,10
	Total		224,11

Tabla C.12. Presupuesto para la canalización externa y registro de enlace inferior.

Canalización de enlace inferior, compuesta por 4 tubos de 40 mm de material plástico no propagador de la llama y de pared interior lisa, uniendo RE y RITI debidamente instalado soterrado, con hilo guía. En la tabla C.13 se muestran los precios de forma detallada.

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
16	Metros de canalización de tubo de material plástico no propagador de la llama, rígido, diámetro 40 mm norma UNE 50089, con hilo guía	1,34	21,44
0,16	Metros cúbicos de hormigón	57,00	0,09
1	Registro de Enlace	74,57	74,57
1	Instalación	220,00	220,00
	Total		316,10

Tabla C.13. Presupuesto para la canalización de enlace inferior.

Registro principal para alojar los paneles de conexión de la red de cable de pares de cobre UTP del inmueble debidamente instalado. En la tabla C.14 se muestran los precios de forma detallada.

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
1	Armario conforma a normativas	120,80	120,80
1	Material para sujeción	1,00	1,00
	Total		121,80

Tabla C.14. Presupuesto para el registro principal de cable trenzado.

Registro principal para alojar los paneles de conexión de la red de cable de Fibra óptica del inmueble debidamente instalado. En la tabla C.15 se muestran los precios de forma detallada.

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
1	Armario conforma a normativas	120,80	120,80
1	Material para sujeción	1,00	1,00
	Total		121,80

Tabla C.15. Presupuesto para el registro principal de fibra óptica.

Canalización principal compuesta por 6 tubos de 50 mm de material plástico no propagador de la llama y de pared interior lisa, con hilo guía los de reserva, desde RITI a RITS, con interrupción en los registros de planta, alojados en patinillo de columna montante, debidamente instalada. En la tabla C.16 se muestran los precios de forma detallada.

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
84	Metros de tubo de material plástico no propagador de la llama, rígido de 50 mm de diámetro.	1,58	132,72
5	Material para sujeción	7,21	36,05
5	Caja de registro secundario 45 x 45 x 15	133,26	666,30
1	Instalación	102,80	102,80
	Total		937,87

Tabla C.16. Presupuesto para la infraestructura de la canalización principal.

Canalización secundaria formada por 3 tubos de 25 mm de diámetro de plástico no propagador de la llama, desde RS a RTR en interior de cada vivienda, en roza sobre ladrillo doble, debidamente instalado. En la tabla C.17 se muestran los precios de forma detallada.

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
120	Metros de tubo de material plástico no propagador de la llama, rígido de 25 mm de diámetro.	0,66	79,20
	Instalación	250,50	250,50
	Total		329,20

Tabla C.17. Presupuesto para la infraestructura de la canalización secundaria.

Armarios ignífugos para recintos de instalaciones de telecomunicación, según normativa, debidamente equipados e instalados. En la tabla C.18 se muestran los precios de forma detallada.

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
1	Armario de 2000x1000x500 mm (RITI)	874,74	874,74
1	Armario de 2000x1000x500 mm apantallado (RITS)	912,27	921,27
1	Instalación de Recintos	51,50	51,50
	Total		1847,51

Tabla C.18. Presupuesto para los recintos de instalaciones de telecomunicación.

PAU para los servicios de Radio y Televisión tanto terrenal como de satélite, incluido repartidores, instalado y debidamente conexionado. En la tabla C.19 se muestran los precios de forma detallada.

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
7	PAU RTV con conector tipo F a su entrada.	6,30	6,30
35	Conector tipo F	0,50	17,50
7	Distribuidor con 4 salidas transparentes en 5-2.150 MHz	9,95	69,65
7	Resistencias 75 ohmios tipo F	0,40	2,80
1	Pequeño material para fijación	0,60	0,60
1	Instalación	85,50	85,50
	Total		220,15

Tabla C.19. Presupuesto para los PAU de RTV.

Red interior de usuario para el servicio de RTV compuesta por 5 bases de acceso terminal (toma) en cada vivienda tipo B0 y cable coaxial debidamente instalado. En la tabla C.20 se muestran los precios de forma detallada.

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
25	Tomas de RTV	7,30	175,20
25	Embellecedor TV-FM/FI	0,70	16,80
25	Conector tipo F	0,50	12,50
230	Metros de cable coaxial	0,75	172,50
1	Tendido de cable desde Pau hasta toma	1.050,00	1.050,00
	Total		1426,40

Tabla C.20. Presupuesto para la red interior de usuario.

Puntos de Acceso a Usuario (PAU) para la red de cable trenzado UTP, instalados y conexicionados. En la tabla C.21 se muestran los precios de forma detallada.

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
7	Roseta de terminación de red.	6,83	47,81
7	Conector RJ45 hembra	6,00	42,00
7	Multiplexores pasivos de 5 salidas.	5,40	37,80
7	Latiguillos de categoría 6	10,50	73,50
1	Pequeño material para fijación	0,60	0,60
1	Instalación	135,50	135,50
	Total		337,21

Tabla C.21. Presupuesto para los PAU de cables de pares trenzados.

Bases RJ45 incluyendo cable de cuatro pares UTP categoría 6 en red interior de usuario, desde el RTR a cada toma, montado en estrella y debidamente conexicionado. En la tabla C.22 se muestran los precios de forma detallada.

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
18	Toma RJ45 con embellecedor	8,50	153
18	Conectores macho RJ45 en RTR	6,23	112,14
179	Metros de cable de cobre de 4 pares UTP categoría 6, libre de halógenos desde RTR a toma de usuario.	0,70	125,3
1	Pequeño material para fijación	0,40	0,60
1	Instalación	800,30	800,30
	Total		1191,34

Tabla C.22. Presupuesto para la red interior de usuario para cables trenzados.

Puntos de Acceso a Usuario (PAU) para la red de cable coaxial, instalado y debidamente conexicionado. En la tabla C.23 se muestran los precios de forma detallada.

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
7	Distribuidores de dos salidas	6,90	48,30
7	Conector tipo F macho, entrada a distribuidor	0,50	3,50
1	Pequeño material para fijación	0,60	0,60
1	Instalación	70,00	85,50
	Total		137,90

Tabla C.23. Presupuesto para los PAU de cables de cable coaxial.

Bases de cable coaxial y cableado en red interior de usuario, desde RTR a cada toma, montado en estrella y debidamente conexionado. En la tabla C.24 se muestran los precios de forma detallada.

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
14	Toma coaxial con embellecedor	8,20	114,80
14	Conector tipo F macho, salida de distribuidor.	0,50	7,00
102,5	Metros de cable coaxial libre de halógenos desde RTR a toma	0,70	71,75
1	Pequeño material para fijación	0,20	0,20
1	Instalación	320,00	320,00
	Total		513,75

Tabla C.24. Presupuesto para la red interior de usuario para cables coaxiales.

Puntos de Acceso de Usuario para la red de FO, instalado y debidamente conexionado. En la tabla C.25 se muestran los precios de forma detallada.

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
7	Roseta de terminación de red con dos acopladores	15,00	105,00
14	Conector SC/APC	2,64	36,96
1	Pequeño material para fijación	0,42	0,42
1	Intalación	255,50	255,50
	Total		397,88

Tabla C.25. Presupuesto para los PAU de fibra óptica.

Canalización interior de RTV compuesta por tubo corrugado de 20 mm de material plástico no propagador de la llama, empotrada en ladrillo de media asta, caja de resgistro de toma, debidamente instalado. En la tabla C.26 se muestran los precios de forma detallada.

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
230	Metros de tubo de material plástico no propagador de la llama, corrugado de 20 mm de diámetro	0,30	69,00
24	Cajas de registro de toma (64x64x42) mm	0,54	12,96
1	Intalación	750,30	750,30
	Total		832,26

Tabla C.26. Presupuesto para la canalización interior de RTV.

Canalización interior para cable trenzado UTP compuesta por tubo de 20 mm de material plástico no propagador de la llama, empotrada en ladrillo de media asta, caja de registro de toma, debidamente instalado. En la tabla C.17 se muestran los precios de forma detallada.

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
179,00	Metros de tubo de material plástico no propagador de la llama, corrugado de 20 mm de diámetro.	0,30	53,70
18	Cajas de registro de toma (64x64x42) mm	0,54	9,72
1	Instalación	1.023,35	1.023,35
	Total		1086,77

Tabla C.27. Presupuesto para la canalización interior de cables trenzados.

Canalización interior de cable coaxial compuesta por tubo corrugado de 20 mm de material plástico no propagador de la llama, empotrada en ladrillo de media asta, caja de registro de toma, debidamente instalado. En la tabla C.28 se muestran los precios de forma detallada.

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
102,5	Metros de tubo de material plástico no propagador de la llama, corrugado de 20 mm de diámetro.	0,30	30,75
14	Cajas de registro de toma (64x64x42) mm	0,54	7,56
1	Instalación	183,54	183,54
	Total		221,85

Tabla C.28. Presupuesto para la canalización interior de cable coaxial.

Registros de terminación de red de 500x600x80 mm con tres tomas de corriente o bases de enchufe debidamente instalados. En la tabla C.29 se muestran los precios de forma detallada.

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
7	Cajas para RTR 500x600x80 mm	40,26	281,82
1	Instalación	58,30	58,30
	Total		340,12

Tabla C.29. Presupuesto para la canalización de los PAU.

Registros de paso de 100x160x40 mm debidamente instalados. En la tabla C.30 se muestran los precios de forma detallada.

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
5	Cajas Registro de Paso de 100x160x40	20,50	102,50
1	Instalación	45,00	45,00
	Total		147,50

Tabla C.30. Presupuesto para la canalización de los registros secundarios.

Material usado para la gestión energética de, en la tabla C.31 se muestran los precios y las cantidades.

<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
7	Dimmer 4 canales	500,00	3500,00
8	Tritón de 3 pares de teclas	344,00	2752,00
21	Tritón de 5 pares de teclas	456,00	9576,00
18	Pasarela KNX-DAIKIN	155,00	2790,00
7	Actuador de persiana	582,00	4074,00
8	Actuador binario	421,00	3368,00
18	Medidor de energía	860,00	15480,00
4	Dimmer un canal	160,00	640,00
14	Pulsador para baño	76,00	1064,00
7	Thinknx	989,00	6923,00
8	Detector de presencia	210,00	1680,00
1	Programación	5184,00	5184,00
1	Instalación	1090,00	1090,00
250	Metros de cable bus	1,20	300,00
	Total		58121,00

Tabla C.31. Presupuesto para la gestión energética.

La suma total del presupuesto asciende a 75088,02 euros.

Precios obtenidos del colegio oficial de ingenieros de telecomunicación [14] y de futurasmus [66].

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.

[1] www.mediasoluciones.com

[2] www.carta-natal.es

[3] [e-archivo,uc3m.es](http://e-archivo.uc3m.es)

[4] es.wikipedia.org/wiki/KNX

[5] Manual Partner KNX.

[6] www.raulcarretero.com

[7] ricardovegausle.blogspot.com

[8] http://www.upv.es/satelite/trabajos/pract_8/astra/a1a.html

[9] <http://repositorio.bib.upct.es>

[10] Ley 8/99 de Propiedad Horizontal.

[11] www.aitar.org

[12] www.televés.es

[13] 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.

[14] www.coitt.es

[15] www.knx.org

[16] Norma UNE-EN 50288-6-1. Cables metálicos con elementos múltiples utilizados para la transmisión y el control de señales analógicas y digitales. Parte 6-1:

Especificación intermedia para cables sin apantallar aplicables hasta 250 MHz. Cables para instalaciones horizontales y verticales en edificios.

[17] Norma UNE-EN 50288-6-2. Cables metálicos con elementos múltiples utilizados para la transmisión y el control de señales analógicas y digitales. Parte 6-2: Especificación intermedia para cables sin apantallar aplicables hasta 250 MHz. Cables para instalaciones en el área de trabajo y cables para conexionado.

[18] Norma UNE-EN 50174-1:2001. Tecnología de la información. Instalación del cableado. Parte 1: Especificación y aseguramiento de la calidad.

[19] Norma UNE-EN 50174-2. Tecnología de la información. Instalación del cableado. Parte 3: Métodos y planificación de la instalación en el exterior de los edificios.

[20] Norma UNE-EN 50346. Tecnologías de la información. Instalación de cableado. Ensayo de cableados instalados.

[21] Norma UNE-EN 50173-1. Tecnología de la información. Sistemas de cableado genérico. Parte 1: Requisitos generales y áreas de oficina.

[22] Norma UNE-EN 50117-2-1. Cables coaxiales. Parte 2-1: Especificación intermedia para cables utilizados en redes de distribución por cable. Cables de interior para la conexión de sistemas funcionando entre 5MHz y 1.000 MHz.

[23] Norma UNE-EN 50117-2-2 Cables coaxiales. Parte 2-2: Especificación intermedia para cables utilizados en redes de distribución cableadas. Cables de acometida exterior para sistemas operando entre 5 MHz – 1.000 MHz.

[24] Norma UNE-EN 50117-1. Cables coaxiales. Parte 1: Especificación genérica.

[25] Norma UNE-EN 50265-2. Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Parte 2: Procedimientos. Sección 1: Llama premezclada de 1kW.

[26] Norma UNE EN-50083-4. Redes de distribución por cable para señales de televisión, sonido y servicios interactivos. Parte 4: Equipos pasivos de banda ancha utilizados en las redes de distribución coaxial.

[27] Norma 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.

[28] Norma UNE 20523-7. Instalaciones de antenas colectivas. Caja de toma.

[29] Norma UNE 20523-9. Instalaciones de antenas colectivas. Prolongador.

[30] Norma UNE-EN 50023-2. Redes de distribución por cable para señales de televisión, señales de sonido y servicios interactivos. Parte 2: Compatibilidad electromagnética de los equipos.

[31] Recomendación UIY-T G.657. Características de las fibras y cables ópticos monomodo insensibles a la pérdida por flexión para la red de acceso.

[32] Recomendación UIT-T G.652. Características de las fibras ópticas y los cables monomodo.

[33] Norma UNE-EN 60068-2. Ensayos ambientales. Parte 2: ensayos.

[34] Normas UNE 20324. Grados de protección proporcionados por las envolventes, Código IP.

[35] Norma UNE-EN 50102. Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos, Código IK, donde el grado de protección exigido será IK 08.

[36] Normas UNE-EN 61300-2. Dispositivos de interconexión de fibra óptica y componentes pasivos – Ensayos básicos y procedimientos de medida. Parte 2: Ensayos.

[37] Norma UNE-EN 124 (Dispositivos de cubrimiento y de cierre para zonas de circulación utilizadas por peatones y vehículos. Principios de construcción, ensayo de tipo, marcado y control de calidad)

[38] Norma UNE 133100-2. Infraestructura para redes de telecomunicaciones. Parte 2: Arquetas y cámaras de registro.

[39] Norma UNE-EN 50346:2004/A1:2008. Tecnologías de la información. Instalación de cableado. Ensayo de cableados instalados.

[40] PNE-prEN 50377-4-2. Conjunto de conectores y componentes interconectados para uso en sistemas de comunicación de fibra óptica. Especificaciones de producto. Parte 4-2: Tipo SC-APC grado 8 y 9 terminado según la Norma CEI 60793-2 Categoría B1.1 de fibra monomodo.

[41] UNE EN 50086 Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 2-3: Requisitos particulares para sistemas de tubos flexibles.

[42] UNE EN 61386 Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 21: Requisitos particulares. Sistemas de tubos rígidos.

[43] CEI 60529 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).

[44] Norma UNE EN 622208. Envolventes vacías destinadas a los conjuntos de aparata de baja tensión. Requisitos generales

[45] UNE EN 60670-1. Cajas y envolventes para accesorios eléctricos en instalaciones eléctricas fijas para uso doméstico y análogos. Parte 1: Requisitos generales.

[46] LEY 10/2005, de 14 de junio (BOE 15/06/2005), de medidas urgentes para el impulso de la Televisión Digital Terrestre, de liberalización de la televisión por cable y de fomento del pluralismo.

[47] LEY 10/1998M de 21 de Abril, de Residuos.

[48] REAL DECRETO 842/2002, de 2 de Agosto (BOE 18/09/2002), por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

[49] REAL DECRETO 439/2004, de 12 de marzo, (BOE 8/04/2004) por el que se aprueba el Plan Técnico Nacional de la televisión digital local.

[50] REAL DECRETO 944/2005, DE 29 DE Julio (BOE 20/09/2005), por el que se aprueba el Plan Técnico Nacional de la Televisión Digital Terrestre.

[51] REAL DECRETO 945/2005, de 29 de Julio (BOE 30/07/2005), por el que se aprueba el Reglamento General de Prestación del Servicio de Televisión Digital Terrestre.

[52] REAL DECRETO 946/2005, de 29 de Julio (BOE 30/07/2005), por el que se aprueba la incorporación de un nuevo canal analógico de televisión en el Plan técnico Nacional de la Televisión Privada, aprobado por el Real Decreto 1362/1988, de 11 de Noviembre (BOE 16/11/1988).

[53] REAL DECRETO 105/2008, de 1 de Febrero (BOE 13/02/2008), por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

[54] REAL DECRETO 356/2010, de 26 de Marzo, por el que se regula la asignación de los múltiples de la Televisión Digital Terrestre, tras el cese de las emisiones de televisión terrestre con tecnología analógica.

[55] 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.

[56] ORDEN MAM 304/2002, de 8 de Febrero (BOE 19/02/2002), por la que se publican las operaciones de valoración y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

[57] ORDEN MAM 304/2002, de 8 de Febrero (BOE 19/02/2002), Corrección de errores.

[58] ORDEN ITC/2476/2005, de 29 de Julio (BOE 30/07/2005) por la que se aprueba el Reglamento Técnico y de Prestación del Servicio de Televisión Digital Terrestre.

[59] ORDEN ITC/1644/2011, de 10 de Junio, por la que se desarrolla el Reglamento regulador contenido en el Real Decreto 346/2011, de 11 de Marzo.

[60] CIRCULAR de 5 de Abril de 2010 sobre las infraestructuras comunes de telecomunicaciones (ICT) tras el cese de las emisiones de televisión terrestre con tecnología analógica.

[61] LEY 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.

[62] REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero (BOE 13/02/2008), por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

[63] ODEn MAM 304/2002, de 8 de Febrero (BOE 19/02/2002), por la que se publican las operaciones de valoración y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

[64] ORDEN MAM 304/2002, de 8 febrero (BOE 13/03/2002), Corrección de errores.

[65] REAL DECRETO-LEY 1/1998, de 27 de febrero (BOE 28/02/1998), sobre infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicación.

[66] www.futurasmus.org

[67] www.siemens-home.es

[68] www.abb.com

[69] www.luxomat.com/es/

[70] www.schneider-electric.com

[71] www.intesis.com

[72] www.ilevia.com

[73] <http://es.wikipedia.org/wiki/Modbus>

[74] <http://www.lutron.com/>