

# TRABAJO DE FIN DE CARRERA

## ANEXO

**TÍTULO DEL TFC:** TICs para un edificio de viviendas de alta calidad

**TITULACIÓN:** Ingeniería Técnica de Telecomunicación, especialidad Telemática

**AUTOR:** Guillermo Calero González

**DIRECTOR:** Juan Santiago Bermúdez Sánchez

**SUPERVISOR:** Jordi Mataix Oltra

**FECHA:** 5 de septiembre de 2006

# INDICE

|            |  |          |
|------------|--|----------|
| <b>1.</b>  | <b>ANEXOS RADIODIFUSION SONORA Y TELEVISIÓN TERRENAL Y SATÉLITE.....</b>                 | <b>1</b> |
| 1.1.       | SERVICIO DE RADIODIFUSIÓN DE TELEVISIÓN POR SATÉLITE .....                               | 1        |
| 1.1.1.     | <i>POSICIONES ORBITALES</i> .....  | 1        |
| 1.1.2.     | <i>EL SATÉLITE COMO SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES</i> .....                              | 2        |
| 1.1.2.1.   | ENLACE DESCENDENTE .....   | 2        |
| 1.1.2.1.1. | Cobertura del satélite .....   | 2        |
| 1.1.2.1.2. | Características.....   | 4        |
| 1.1.2.2.   | ATENUACIONES EN EL ESPACIO .....   | 5        |
| 1.1.2.3.   | CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS COMUNICACIONES POR SATÉLITE ...                         | 6        |
| 1.1.3.     | <i>LA TELEVISIÓN VÍA SATÉLITE ANALÓGICA</i> .....  | 7        |
| 1.1.4.     | <i>LA TELEVISIÓN VÍA SATÉLITE DIGITAL</i> .....  | 8        |
| 1.1.4.1.   | SISTEMA DVB-S (Digital Video Broadcasting Satellite) PARA TRANSMISIÓN VÍA SATÉLITE ..... | 9        |
| 1.1.4.2.   | SISTEMA DVB-S2 .....   | 10       |
| 1.2.       | SERVICIO DE RADIODIFUSIÓN DE TELEVISIÓN TERRENAL ANALÓGICA / DIGITAL .....               | 11       |
| 1.2.1.     | <i>TELEVISIÓN TERRENAL</i> .....   | 11       |
| 1.2.1.1.   | PROPAGACIÓN EN EL ESPACIO LIBRE .....  | 11       |
| 1.2.1.1.1. | Mecanismos de propagación .....  | 11       |
| 1.2.2.     | <i>TELEVISIÓN ANALÓGICA TERRENAL</i> .....   | 14       |
| 1.2.2.1.   | TV EN COLOR .....  | 14       |
| 1.2.2.1.1. | Formación de las señales en el sistema PAL .....   | 15       |
| 1.2.2.2.   | SISTEMA NICAM (Near Instantaneous Companded Audio Multiplex) .....                       | 16       |
| 1.2.3.     | <i>TELEVISIÓN DIGITAL TERRENAL</i> .....   | 17       |
| 1.2.3.1.   | CONGESTIÓN DEL ESPECTRO .....  | 17       |
| 1.2.3.2.   | EL SISTEMA DVB-T .....   | 17       |
| 1.2.3.2.1. | Codificación.....  | 18       |
| 1.2.3.3.   | MODULACIÓN COFDM .....   | 18       |
| 1.2.3.4.   | ESPECIFICACIÓN TELEVISIÓN DIGITAL TERRENAL DVB-T .....                                   | 21       |
| 1.2.3.4.1. | C/N umbral .....   | 23       |
| 1.2.3.4.2. | Estructura de la trama COFDM .....   | 24       |
| 1.2.3.4.3. | Elección de los parámetros de la estructura del sistema DVB-T.....                       | 24       |
| 1.3.       | SERVICIO DE RADIODIFUSIÓN SONORA ANALÓGICA Y DIGITAL .....                               | 25       |
| 1.3.1.     | <i>LA RADIODIFUSIÓN SONORA ANALÓGICA</i> .....   | 25       |
| 1.3.1.1.   | LA RADIO AM.....   | 25       |
| 1.3.1.2.   | LA RADIO FM .....  | 25       |
| 1.3.1.3.   | LA RADIO FM ESTÉREO .....  | 26       |
| 1.3.1.3.1. | Servicio RDS .....   | 26       |
| 1.3.1.4.   | LIMITACIONES DE LA RADIO DIFUSIÓN SONORA EN FM .....                                     | 27       |
| 1.4.       | LA RADIODIFUSIÓN SONORA DIGITAL “DAB” .....  | 27       |
| 1.4.1.     | <i>CODIFICADOR DE SEÑAL FUENTE</i> .....   | 28       |
| 1.4.1.1.   | NÚMERO DE PROGRAMAS POR MÚLTIPLEX .....  | 30       |
| 1.4.2.     | <i>MODULACIÓN SISTEMA DAB</i> .....  | 31       |
| 1.4.2.1.   | MODULACIÓN DQPSK .....   | 31       |
| 1.4.3.     | <i>CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DAB</i> .....   | 32       |
| 1.5.       | CODIFICACIÓN MPEG .....  | 33       |
| 1.6.       | CÁLCULOS DE LA ICT .....   | 36       |
| 1.6.1.     | <i>SERVICIOS DE RADIODIFUSIÓN SONORA Y TELEVISIÓN TERRENAL</i> .....                     | 36       |
| 1.6.1.1.   | CÁLCULO ATENUACIONES Y AMPLIFICADORES.....   | 36       |
| 1.6.1.2.   | CÁLCULO DE LA RESPUESTA AMPLITUD – FRECUENCIA EN BANDA .....                             | 39       |
| 1.6.1.3.   | CÁLCULO DE LA RELACIÓN SEÑAL / RUIDO .....   | 40       |
| 1.6.1.4.   | INTERMODULACIÓN .....  | 43       |
| 1.6.2.     | <i>SERVICIOS DE RADIODIFUSION SONORA Y TELEVISIÓN POR SATÉLITE</i> .....                 | 44       |
| 1.6.2.1.   | CÁLCULOS PARA LA ORIENTACIÓN DE LA ANTENA PARABÓLICA .....                               | 44       |
| 1.6.2.2.   | CÁLCULO DE LAS ATENUACIONES Y AMPLIFICADORES FI .....                                    | 45       |
| 1.6.2.3.   | CÁLCULO DE LA RESPUESTA AMPLITUD-FRECUENCIA .....  | 46       |
| 1.6.2.4.   | CÁLCULO DE LA RELACIÓN SEÑAL / RUIDO .....   | 47       |
| 1.6.2.5.   | INTERMODULACIÓN .....  | 50       |
| 1.6.3.     | <i>ACCESO Y DISTRIBUCIÓN DEL SERVICIO DE TELEFONÍA BÁSICA</i> .....                      | 50       |

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| 1.6.3.1.    | CÁLCULO, DIMENSIONADO DE LA RED Y TIPO DE CABLE .....   | 50 |
| 1.6.3.2.    | DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN .....  | 51 |
| 1.7.        | CANALIZACIÓN E INFRAESTRUCTURA DE DISTRIBUCIÓN .....  | 53 |
| 1.7.1.      | <i>CONSIDERACIONES DE LA CANALIZACIÓN GENERAL DEL EDIFICIO</i> .....                                  | 53 |
| 1.7.2.      | <i>CANALIZACIÓN EXTERNA</i> .....   | 54 |
| 1.7.2.1.    | ARQUETA DE ENTRADA .....  | 54 |
| 1.7.2.2.    | REGISTROS DE ENLACE Y PUNTOS DE ENTRADA GENERAL .....   | 54 |
| 1.7.2.3.    | CANALIZACIÓN DE ENLACE INFERIOR Y SUPERIOR .....  | 55 |
| 1.7.2.4.    | RECINTOS DE INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIONES .....   | 55 |
| 1.7.2.5.    | REGISTROS PRINCIPALES .....   | 56 |
| 1.7.2.6.    | CANALIZACIÓN PRINCIPAL .....  | 57 |
| 1.7.2.7.    | REGISTROS SECUNDARIOS .....   | 57 |
| 1.7.2.8.    | CANALIZACIONES SECUNDARIAS .....  | 58 |
| 1.7.2.9.    | REGISTROS DE TERMINACIÓN DE RED .....   | 58 |
| 1.7.2.10.   | CANALIZACIÓN INTERIOR DE USUARIO .....  | 60 |
| 1.7.2.11.   | REGISTROS DE TOMA .....   | 60 |
| 1.8.        | INFRAESTRUCTURA Y CANALIZACIÓN DE DISTRIBUCIÓN PARA EL<br>HOGAR DIGITAL .....                         | 61 |
| 1.8.1.      | <i>CONSIDERACIONES SOBRE LA CANALIZACIÓN GENERAL</i> .....  | 61 |
| 1.8.1.1.    | ARMARIO PARA REDES .....  | 61 |
| 1.8.1.2.    | CANALIZACIÓN VERTICAL DE LA INTRANET Y DEL BUS EIB .....  | 61 |
| 1.8.1.3.    | ARMARIO DE CONTROL DOMÓTICO EMPOTRABLE .....  | 62 |
| 1.8.1.4.    | REGISTROS DE ENLACE VERTICAL .....  | 62 |
| 1.8.1.5.    | CANALIZACIÓN HORIZONTAL .....   | 62 |
| 1.8.1.6.    | REGISTROS DE ENLACE HORIZONTAL .....  | 62 |
| 1.8.1.7.    | CANALIZACIÓN SECUNDARIA .....   | 63 |
| 1.8.1.8.    | REGISTROS DE TERMINACIÓN DE RED .....   | 63 |
| 1.8.1.9.    | CANALIZACIÓN ELÉCTRICA DE SEGURIDAD .....   | 63 |
| 1.9.        | PLIEGO CONDICIONES ICT .....  | 65 |
| 1.9.1.      | <i>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS MATERIALES</i> .....   | 65 |
| 1.9.1.1.    | ELEMENTOS DE CAPTACIÓN DE LAS SEÑALES DE RTV TERRENAL Y<br>SATÉLITE .....                             | 65 |
| 1.9.1.1.1.  | Antena de UHF .....   | 65 |
| 1.9.1.1.2.  | Antena de FM .....  | 66 |
| 1.9.1.1.3.  | Antena de DAB .....   | 67 |
| 1.9.1.1.4.  | Antena TV-SAT .....   | 68 |
| 1.9.1.1.5.  | Mástil para sujeción de las antenas .....   | 69 |
| 1.9.1.2.    | ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA CABECERA DE RTV TERRENAL Y<br>SATÉLITE .....                               | 70 |
| 1.9.1.2.1.  | Amplificador Monocanal para DAB .....   | 70 |
| 1.9.1.2.2.  | Amplificador monocanal para FM .....  | 71 |
| 1.9.1.2.3.  | Amplificador monocanal para UHF .....   | 71 |
| 1.9.1.2.4.  | Procesador y Amplificador FI .....  | 72 |
| 1.9.1.3.    | ELEMENTOS DE DISTRIBUCIÓN DE LA SEÑAL DE RTV ANALÓGICA, DIGITAL<br>Y SATÉLITE .....                   | 73 |
| 1.9.1.3.1.  | Mezclador/Repartidor .....  | 73 |
| 1.9.1.3.2.  | Derivadores .....   | 74 |
| 1.9.1.3.3.  | Repartidores (PAU) .....  | 75 |
| 1.9.1.3.4.  | Tomas de usuario (BAT, Base de Acceso Terminal) .....   | 75 |
| 1.10.       | PLANOS ICT .....  | 76 |
| 1.11.       | CONDICIONES PARTICULARES .....  | 91 |
| 1.11.1.     | <i>CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE RADIODIFUSIÓN SONORA Y<br/>TELEVISIÓN TERRENAL Y DE SATÉLITE</i> ..... | 91 |
| 1.11.1.1.   | ELEMENTOS DE LA ICT .....   | 91 |
| 1.11.1.1.1. | Conjunto de elementos de captación de señales .....   | 91 |
| 1.11.1.1.2. | Equipamiento de cabecera .....  | 91 |
| 1.11.1.1.3. | Red .....   | 91 |
| 1.11.1.2.   | <b>DIMENSIONES MÍNIMAS DE LA ICT</b> .....  | 92 |
| 1.11.1.3.   | CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA ICT .....  | 93 |
| 1.11.1.3.1. | Características funcionales generales .....   | 93 |
| 1.11.1.3.2. | Características de los elementos de captación .....   | 95 |
| 1.11.1.3.3. | Características del equipamiento de cabecera .....  | 96 |
| 1.11.1.3.4. | Características de la red .....   | 97 |
| 1.11.1.3.5. | Características del punto de terminación de red .....   | 98 |
| 1.11.1.3.6. | Características de la base de acceso terminal .....   | 98 |
| 1.11.2.     | <i>TELEFONÍA DISPONIBLE AL PÚBLICO</i> .....  | 99 |

|              |  |            |
|--------------|--|------------|
| 1.11.2.1.    | ACCESO Y DISTRIBUCIÓN DEL SERVICIO TB.....                       | 99         |
| 1.11.2.1.1.  | Responsabilidad de mantenimiento de la red.....                  | 99         |
| 1.11.2.1.2.  | Materiales.....  | 99         |
| 1.11.2.1.3.  | Requisitos eléctricos.....                                       | 101        |
| 1.11.2.2.    | ICT PARA EL SERVICIO TELEFÓNICO POR MEDIO DE LA RED RDSI.....    | 102        |
| 1.11.2.2.1.  | Red interior común.....  | 103        |
| 1.11.2.2.2.  | Red de usuario.....  | 103        |
| 1.11.2.2.3.  | Compatibilidad electromagnética.....                             | 107        |
| 1.11.3.      | <i>CUADROS DE MEDIDAS.....</i>                                   | <i>108</i> |
| 1.11.3.1.    | NIVELES DE CALIDAD PARA LOS SERVICIOS DE RTV.....                | 108        |
| 1.11.4.      | <i>INFRAESTRUCTURA.....</i>                                      | <i>110</i> |
| 1.11.4.1.    | RECINTOS DE INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIÓN.....               | 110        |
| 1.11.4.1.1.  | Características constructivas.....                               | 110        |
| 1.11.4.1.2.  | Ubicación de los recintos.....                                   | 111        |
| 1.11.4.1.3.  | Ventilación.....   | 111        |
| 1.11.4.1.4.  | Canalizaciones eléctricas.....                                   | 111        |
| 1.11.4.1.5.  | Alumbrado.....   | 112        |
| 1.11.4.1.6.  | Puerta de acceso.....  | 112        |
| 1.11.4.1.7.  | Compatibilidad electromagnética entre sistemas.....              | 112        |
| 1.11.4.2.    | CANALIZACIONES Y REGISTROS.....                                  | 113        |
| 1.11.4.2.1.  | Canalización externa.....  | 113        |
| 1.11.4.2.2.  | Punto de entrada general.....                                    | 113        |
| 1.11.4.2.3.  | Canalización de enlace.....                                      | 114        |
| 1.11.4.2.4.  | Canalización principal.....                                      | 117        |
| 1.11.4.2.5.  | Registro principal.....  | 118        |
| 1.11.4.2.6.  | Registros secundarios.....                                       | 118        |
| 1.11.4.2.7.  | Canalizaciones secundarias.....                                  | 119        |
| 1.11.4.2.8.  | Cajas o registros de paso.....                                   | 120        |
| 1.11.4.2.9.  | Cajas o registros de terminación de red.....                     | 121        |
| 1.11.4.2.10. | Canalización interior de usuario.....                            | 122        |
| 1.11.4.2.11. | Cajas o registros de toma.....                                   | 123        |
| 1.11.4.3.    | CONDICIONES GENERALES.....                                       | 123        |
| 1.11.4.3.1.  | Requisitos de seguridad.....                                     | 123        |
| 1.11.4.3.2.  | Accesibilidad.....   | 125        |
| 1.11.4.3.3.  | Identificación.....  | 125        |
| 1.11.4.3.4.  | Compatibilidad Electromagnética.....                             | 125        |
| 1.12.        | CONDICIONES GENERALES.....                                       | 128        |
| 1.12.1.      | <i>REGLAMENTO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.....</i>        | <i>128</i> |
| 1.12.1.1.    | INTRODUCCIÓN.....  | 128        |
| 1.12.1.2.    | DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.....                  | 128        |
| 1.12.1.3.    | PROPIETARIO/PROMOTOR.....  | 129        |
| 1.12.1.3.1.  | Accidentes in itinere.....                                       | 130        |
| 1.12.1.3.2.  | Construcción de canalizaciones y arquetas.....                   | 131        |
| 1.12.1.3.3.  | Trabajos en arquetas y galerías de servicio.....                 | 132        |
| 1.12.1.3.4.  | Trabajos en azoteas, tejados y fachadas.....                     | 134        |
| 1.12.1.3.5.  | Trabajos en postes y en líneas aéreas.....                       | 135        |
| 1.12.1.3.6.  | Trabajos en Recintos de Instalaciones de Telecomunicaciones..... | 136        |
| 1.12.1.3.7.  | Trabajos en interior de edificios.....                           | 137        |
| 1.13.        | PRESUPUESTO ICT.....   | 138        |
| <b>2.</b>    | <b>ANEXOS HOGAR DIGITAL.....</b>                                 | <b>143</b> |
| 2.1.         | INTRODUCCIÓN.....  | 143        |
| 2.2.         | EVOLUCIÓN HISTÓRICA.....   | 145        |
| 2.3.         | ¿QUÉ ES LA DOMÓTICA?.....  | 146        |
| 2.3.1.       | <i>FUNCIONES DE LA DOMÓTICA.....</i>                             | <i>146</i> |
| 2.3.1.1.     | CONFORT.....   | 146        |
| 2.3.1.2.     | CONTROL ENERGÉTICO.....  | 147        |
| 2.3.1.3.     | SEGURIDAD EN EL HOGAR.....                                       | 148        |
| 2.3.1.4.     | TELECOMUNICACIONES.....  | 149        |
| 2.3.1.5.     | NIVELES MÍNIMOS DE EQUIPAMIENTO.....                             | 150        |
| 2.3.2.       | <i>MEDIOS FÍSICOS DE TRANSMISIÓN.....</i>                        | <i>150</i> |
| 2.3.2.1.     | TRANSMISIÓN SOBRE PAR TRENZADO.....                              | 151        |
| 2.3.2.2.     | TRANSMISIÓN POR CORRIENTES PORTADORAS.....                       | 151        |
| 2.3.2.3.     | TRANSMISIÓN POR RADIO FRECUENCIA.....                            | 152        |
| 2.3.2.4.     | TRANSMISIÓN POR INFRARROJOS.....                                 | 152        |
| 2.3.2.5.     | TRANSMISION SOBRE UN BUS COMPARTIDO.....                         | 152        |

|            |  |            |
|------------|--|------------|
| 2.3.3.     | <i>TOPOLOGÍAS DE LOS SISTEMAS DOMÓTICOS</i> .....                  | 153        |
| 2.3.3.1.   | SISTEMAS CENTRALIZADOS .....                                       | 153        |
| 2.3.3.2.   | SISTEMAS DISTRIBUIDOS .....  | 154        |
| 2.4.       | SISTEMA DOMÓTICO DISTRIBUIDO EIB/KNX .....                         | 155        |
| 2.4.1.     | <i>TRANSMISIÓN DE DATOS Y ALIMENTACIÓN</i> .....                   | 155        |
| 2.4.1.1.   | Características de la transmisión.....                             | 156        |
| 2.4.2.     | <i>TOPOLOGÍA</i> .....   | 157        |
| 2.4.3.     | <i>DIRECCIONAMIENTO</i> .....                                      | 158        |
| 2.4.3.1.   | Direcciones físicas.....   | 158        |
| 2.4.3.2.   | Direcciones de grupo.....  | 159        |
| 2.4.4.     | <i>FORMATO DE LAS TRANSMISIONES</i> .....                          | 159        |
| 2.4.4.1.   | Método de acceso al medio.....                                     | 159        |
| 2.4.4.2.   | FORMATO DE LOS MENSAJES .....                                      | 159        |
| 2.4.4.2.1. | Longitud e información útil .....                                  | 160        |
| 2.4.5.     | <i>GENERALIDADES DE LOS COMPONENTES</i> .....                      | 160        |
| 2.4.6.     | <i>DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES</i> .....            | 162        |
| 2.4.6.1.   | FUENTE DE ALIMENTACIÓN .....                                       | 162        |
| 2.4.6.2.   | ACOPLADOR DE ÁREA / LÍNEA.....                                     | 162        |
| 2.4.6.3.   | ACOPLADOR DE BUS PARA EMPOTRAR.....                                | 162        |
| 2.4.6.4.   | SENSOR PULSADOR.....   | 163        |
| 2.4.6.5.   | MÓDULO DE ENTRADAS BINARIAS.....                                   | 163        |
| 2.4.6.6.   | MÓDULO ENTRADAS ANALÓGICAS.....                                    | 164        |
| 2.4.6.7.   | MÓDULO ACTUADOR.....   | 165        |
| 2.5.       | PASARELA RESIDENCIAL .....   | 166        |
| 2.5.1.     | <i>CARACTERÍSTICAS</i> .....                                       | 166        |
| 2.5.2.     | <i>SERVICIOS INTEGRADOS</i> .....                                  | 167        |
| 2.5.3.     | <i>INTRANET Y ACCESO A INTERNET</i> .....                          | 167        |
| 2.5.4.     | <i>VISUALIZACIÓN DEL HOGAR DIGITAL</i> .....                       | 168        |
| 2.5.5.     | <i>INSTALACIÓN PARA LA VISUALIZACIÓN DEL HOGAR DIGITAL</i> .....   | 168        |
| 2.5.6.     | <i>PLATAFORMA OSGi</i> .....                                       | 170        |
| 2.5.6.1.   | OCIO .....   | 171        |
| 2.5.6.2.   | CONFORT .....  | 172        |
| 2.5.6.3.   | SEGURIDAD .....  | 176        |
| 2.5.6.4.   | REDES .....  | 181        |
| 2.6.       | SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN ETS3 .....                                | 183        |
| <b>3.</b>  | <b>PLIEGO DE CONDICIONES HOGAR DIGITAL</b> .....                   | <b>184</b> |
| 3.1.       | CONDICIONES PARTICULARES .....                                     | 184        |
| 3.1.1.     | <i>DISPOSITIVOS EIB</i> .....                                      | 184        |
| 3.1.1.1.   | ACOPLADOR DE LÍNEA.....  | 184        |
| 3.1.1.2.   | MÓDULO DE COMUNICACIÓN USB .....                                   | 184        |
| 3.1.1.3.   | FUENTE DE ALIMENTACIÓN .....                                       | 185        |
| 3.1.1.4.   | CENTRAL IP .....   | 187        |
| 3.1.1.5.   | CENTRAL DE ALARMAS Y ACCESORIOS.....                               | 188        |
| 3.1.1.6.   | FUENTE DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA.....                         | 189        |
| 3.1.1.7.   | INTERFACE VÍA RADIO.....   | 190        |
| 3.1.1.8.   | INTERFACE EIB/KNX – BLUETOOTH .....                                | 191        |
| 3.1.2.     | <i>GRABADOR SERVIDOR WEB DE VÍDEO</i> .....                        | 193        |
| 3.2.       | CONDICIONES GENERALES .....  | 195        |
| 3.2.1.     | <i>LEGISLACIÓN DE APLICACIÓN A LAS INSTALACIONES DE DOMÓTICA</i> . | 195        |
| 3.2.2.     | <i>REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN</i> .....           | 195        |
| 3.2.2.1.   | DE SEGURIDAD ENTRE INSTALACIONES .....                             | 195        |
| 3.2.2.2.   | DE ACCESIBILIDAD .....   | 196        |
| 3.2.2.3.   | DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA .....                           | 196        |
| 3.2.2.3.1. | Tierra local.....  | 196        |
| 3.2.2.3.2. | Interconexiones equipotenciales y apantallamiento .....            | 197        |
| 3.2.2.3.3. | ACCESOS Y CABLEADOS .....  | 197        |
| 3.2.2.3.4. | Compatibilidad electromagnética entre sistemas .....               | 197        |
| 3.2.2.3.5. | Cortafuegos.....   | 198        |
| 3.2.3.     | <i>PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES</i> .....                       | 199        |
| 3.2.3.1.   | DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN .....                          | 199        |
| 3.2.3.2.   | CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD .....                     | 200        |
| 3.2.3.2.1. | Instalación de la infraestructura y canalización soporte .....     | 200        |
| 3.2.3.2.2. | Instalación de los elementos activos del sistema domótico.....     | 200        |

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| 3.2.3.3.   | RIESGOS GENERALES QUE SE PUEDEN DERIVAR DEL PROYECTO DE<br>INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DOMÓTICO.....                            | 201 |
| 3.2.3.3.1. | Riesgos debidos al entorno .....  | 201 |
| 3.2.3.3.2. | Riesgos debidos a la instalación de infraestructura y canalización de soporte del sistema en<br>el interior del edificio..... | 201 |
| 3.2.3.3.3. | Riesgos debidos a la instalación de los elementos activos del sistema domótico.....   | 202 |
| 3.2.3.3.4. | Riesgos debidos a las instalaciones eléctricas en los cuadros domóticos.....  | 203 |
| 3.2.3.4.   | MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN .....   | 203 |
| 3.2.3.5.   | CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN .....   | 203 |
| 3.2.3.5.1. | Protecciones personales .....   | 204 |
| 3.2.3.5.2. | Protecciones colectivas .....   | 204 |
| 3.2.3.6.   | PROTECCIONES PARTICULARES .....   | 204 |
| 3.2.3.6.1. | Plataformas de trabajo.....   | 204 |
| 3.2.3.6.2. | Escaleras de mano.....  | 205 |
| 3.2.3.6.3. | Andamios de borriquetas .....   | 205 |
| 3.2.3.7.   | SERVICIOS DE PREVENCIÓN .....   | 205 |
| 3.2.3.8.   | COMITÉ DE SEGURIDAD E HIGIENE .....   | 205 |
| 3.2.3.9.   | INSTALACIONES MÉDICAS .....   | 205 |
| 3.2.3.10.  | INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR.....   | 205 |
| 3.2.3.11.  | PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE .....   | 206 |
| 3.3.       | PRESUPUESTO HOGAR DIGITAL .....   | 207 |
| 3.4.       | INSTRUCCIÓN ICT-BT-51 DEL R.E.B.T. ....   | 213 |
| 3.4.1.     | <i>OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....</i>  | 213 |
| 3.4.2.     | <i>TERMINOLOGÍA .....</i>   | 214 |
| 3.4.3.     | <i>TIPOS DE SISTEMAS .....</i>  | 214 |
| 3.4.4.     | <i>REQUISITOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN.....</i>  | 215 |
| 3.4.5.     | <i>CONDICIONES PARTICULARES DE INSTALACIÓN .....</i>  | 216 |
| 3.4.5.1.   | REQUISITOS PARA SISTEMAS QUE USAN SEÑALES QUE SE ACOPLAN Y<br>TRANSMITEN POR LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN .....   | 216 |
| 3.4.5.2.   | REQUISITOS PARA SISTEMAS QUE USAN SEÑALES TRANSMITIDAS POR<br>CABLES ESPECÍFICOS PARA DICHA FUNCIÓN .....                     | 216 |
| 3.4.5.3.   | REQUISITOS PARA SISTEMAS QUE USAN SEÑALES RADIADAS.....   | 216 |

# 1. ANEXOS RADIODIFUSIÓN SONORA Y TELEVISIÓN TERRENAL Y SATÉLITE

## 1.1. SERVICIO DE RADIODIFUSIÓN DE TELEVISIÓN POR SATÉLITE

El servicio de televisión por satélite del que disfrutamos hoy en día, se basa en la existencia de la órbita geoestacionaria para los satélites que el científico y escritor Arthur C. Clarke predijo en octubre de 1945. Esta órbita describe una trayectoria circular alrededor de la tierra sobre el ecuador, y gira en el mismo sentido y a la misma velocidad angular que la tierra en su movimiento de rotación. Está situada a 35.806 Km de altura y en ella se cumple que la atracción gravitatoria y la fuerza centrífuga del satélite en su movimiento de rotación alrededor de la tierra, se igualan. En esta órbita geoestacionaria, también conocida como cinturón de Clark, es donde se sitúan todos los satélites geosíncronos de comunicaciones.

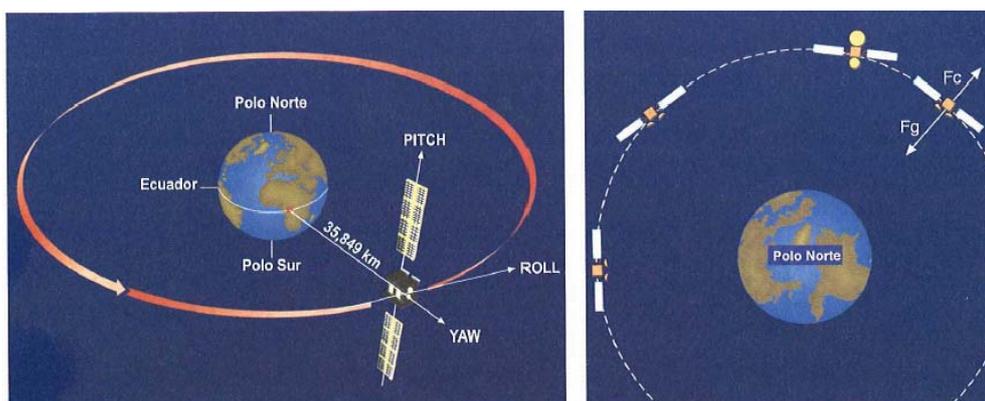


Fig.1: Cinturón de Clark. Composición de fuerzas que actúan sobre el satélite.

### 1.1.1. POSICIONES ORBITALES

Como el satélite es estacionario (geosíncrono) respecto a cualquier punto de la tierra, podemos definir su posición orbital como el ángulo subtendido entre un punto de referencia en el ecuador y el satélite.

Este ángulo se mide como la diferencia de longitud entre el punto de referencia (meridiano Greenwich) y el punto donde la línea recta que une el centro de la tierra y el satélite corta al ecuador.

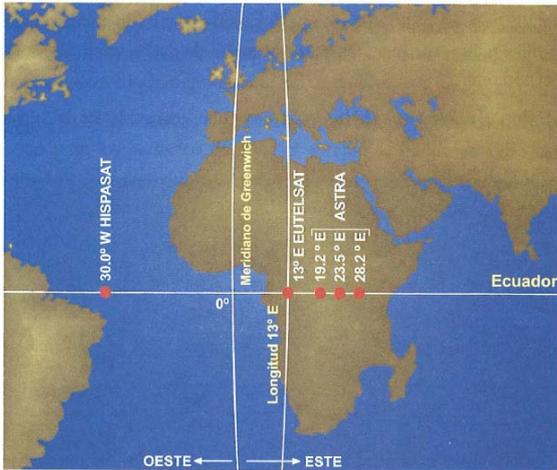


Fig.2: Longitud orbital de los satélites.

## 1.1.2. EL SATÉLITE COMO SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES

El satélite de comunicaciones es un receptor/transmisor de ondas Electromagnéticas, capta láxenia fuente que se envía desde la tierra, en el que se denomina enlace ascendente, y difunde la señal de servicio al usuario final, en el que se denomina enlace descendente.

El enlace ascendente, no afecta al sistema de antena. En cuanto al enlace descendente la atenuación del espacio en la C/N de recepción se ve afectada.

### 1.1.2.1. ENLACE DESCENDENTE

El enlace descendente determina la recepción de los servicios de telecomunicaciones. En este apartado se definen los términos más usados y sus características más importantes.

#### 1.1.2.1.1. Cobertura del satélite

Se define la zona de cobertura de un satélite como la superficie terrestre que es iluminada por el satélite. Está determinada por el sistema “array” de antenas transmisoras en el satélite.

Los mapas de cobertura de los satélites son imprescindibles para el diseño de un sistema de recepción, estos mapas son el resultado de dibujar líneas o contornos de densidad de potencia constante sobre mapas geográficos. Este mapa de líneas se denomina la huella del satélite. En muchos mapas de cobertura, también se suele incorporar en sus líneas de potencia constante la estimación del diámetro de la parábola para una correcta recepción.

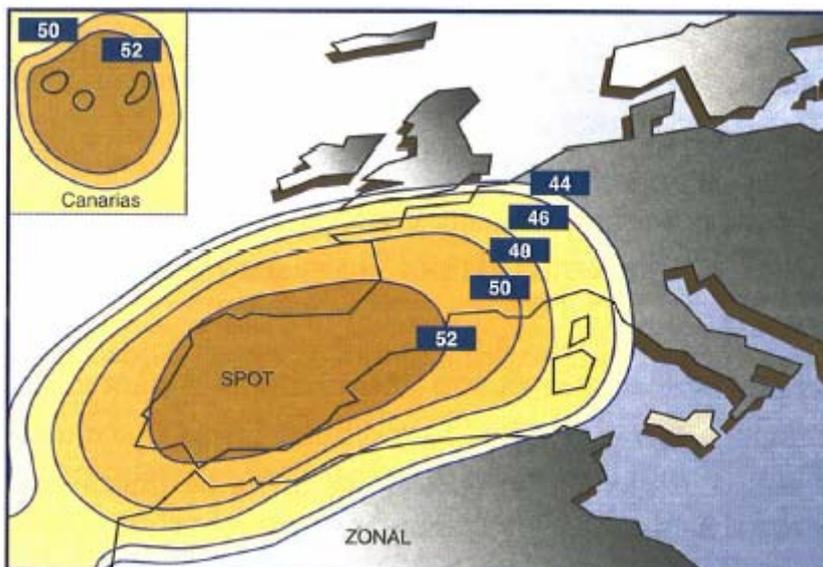


Fig.3: Huella de un satélite. PIRE expresado en dBW.

Existen diferentes tipos de haz los cuales son:

- Haz global (Global Beam): Abarca el 42,2% de la superficie terrestre. Es la máxima área visible desde un satélite. Se utiliza para transmisiones transoceánicas de datos, telefonía, enlaces de contribución de televisión, etc.
- Haz hemisférico (Hemi-global): Abarca el 20% de la superficie terrestre. Es la suma de haces de zona.

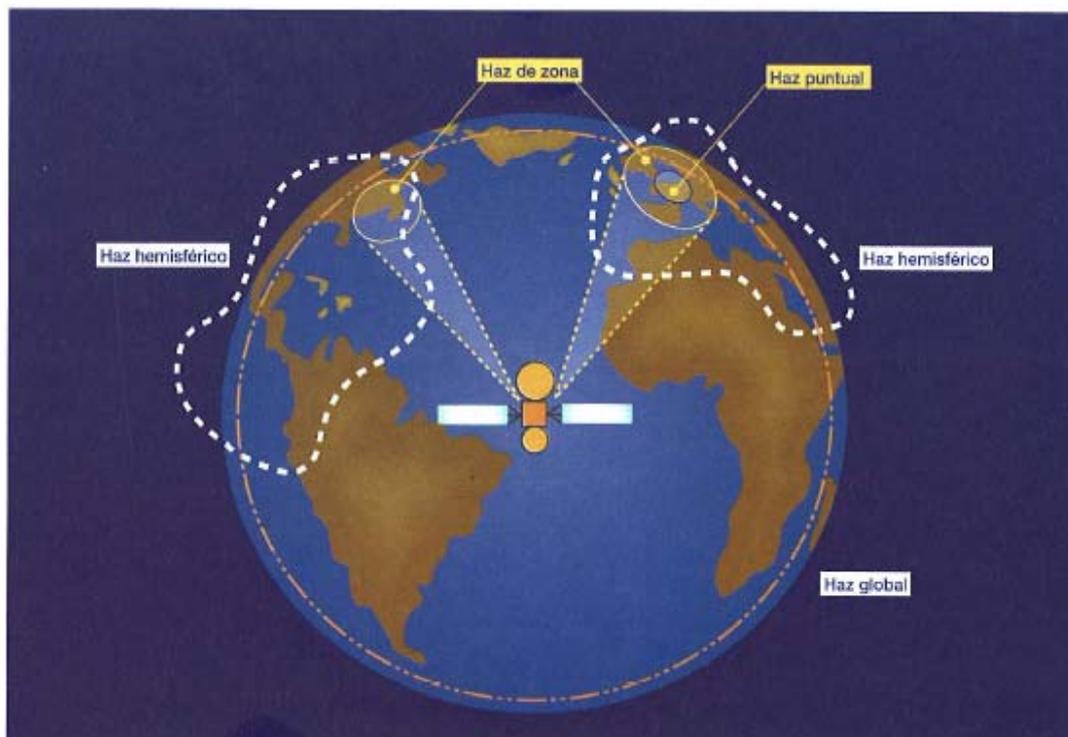


Fig.4: Haces de un satélite

- Haz zonal: 10% de la superficie terrestre. Cubre una zona amplia de cobertura. Es el haz que corresponde con las plataformas de servicios de radio y televisión europeas.
- Haz puntal (Spot beam): Es la cobertura de máxima potencia de un determinado haz.

Independientemente de la configuración de la cobertura del satélite, el mapa de la huella del satélite incluye siempre las curvas de densidad de potencia recibidas.

#### *1.1.2.1.2. Características*

Aunque los primeros satélites de comunicaciones que se utilizaron en EEUU para transmitir señales de televisión emplearon la banda C, el enlace de los satélites con cobertura europea utiliza fundamentalmente la banda Ku.

Originalmente había dos bandas diferentes con características distintas para los servicios de TV por satélite, la banda DBS (Direct Broadcast Satellite) con polarización circular y la banda de FSS (Fixed Satellite Service) con polarización lineal.

La banda de DBS estaba destinada para servicios de transmisión directa a la vivienda DTH (Direct To Home), con polarización circular, utilizando satélites de alta potencia (60 dBW), con un número máximo de cinco canales y con cobertura restringida a cada país. Esta banda dejó de utilizarse en polarización circular, debido a su dudosa viabilidad económica por tener restringida su cobertura y su número de canales, y se reutiliza con polarización lineal sin limitación de canales y con cobertura europea, es decir, se convirtió a todos los efectos en FSS.

La banda de FSS se destinó para servicios profesionales punto a punto y punto multipunto, con polarización lineal utilizando satélites con cobertura europea de baja potencia (52 dBW) . esta banda se divide en dos sub-bandas la FSS alta (12,5 a 12,75 GHz) y la FSS baja (10,7 a 11,7 GHz). El número de canales estaba limitado exclusivamente por el ancho de banda y el ancho del canal, para FSS-B (26 ó 33 MHz a -1 dB) y para FSS-A (33 MHz a -1 dB).

Hoy en día sólo existe la banda de FSS y cubre todo el espectro utilizado para la transmisión de TV por satélite.

Las características de esta banda FSS están definidas de la siguiente forma:

- Dos sub-bandas de FSS, la FSS baja (10,6 a 11,7 GHz) y la FSS alta (11,7 a 12,75 GHz), desde el punto de vista de recepción.

- Los canales (denominados impropriadamente transponedores) están separados 29,5 ó 39 MHz en la banda baja y muy alta (antigua FSS) y 39 MHz en la banda alta (antigua DBS).
- El ancho de los canales a -1 dB es de 26 MHz ó 33 MHz en la banda baja y 33 MHz en la banda alta.
- La polarización de las dos sub-bandas es lineal con campos H (horizontal) y V (vertical) ortogonales.
- El número de canales en las plataformas reales se computa por banda (baja o alta) y polaridad (horizontal o vertical). Para la FSS-B habrá 66 canales (33 canales x 2 polaridades) y para la banda FSS-A habrá 56 canales (28 canales x 2 polaridades). Los canales que se pueden transmitir por posición orbital es del orden de 122 (66 + 56).

Para poder transmitir a la máxima capacidad se divide el ancho de banda de transmisión dos veces utilizando la posibilidad de polarización de las ondas electromagnéticas, una de las divisiones se transmite con una polarización y la otra con la contraria, eligiendo las portadoras de forma tal que los canales que comparten las mismas frecuencias su sintonía difiera en alrededor de la mitad del ancho del canal.

Esta forma de transmitir permite la separación de canales en recepción, siempre que se ajuste el LNB en la posición correcta. De aquí la importancia del ajuste de la discriminación de la polaridad del LNB.

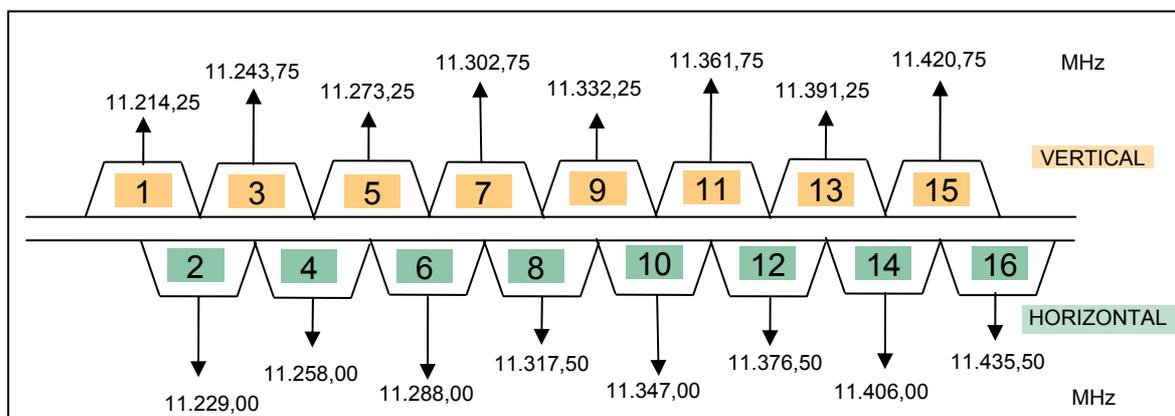


Fig.5: Representación de los canales de un satélite.

### 1.1.2.2. ATENUACIONES EN EL ESPACIO

La atenuación de la señal (densidad de potencia de las señales electromagnéticas) emitida por la antena del satélite depende fundamentalmente de la distancia y de la frecuencia, si bien los agentes atmosféricos pueden suponer pérdidas importantes.

La atenuación del espacio libre se puede calcular con la siguiente fórmula:

D : Distancia entre el satélite y el receptor

$$\alpha = \left( \frac{4 * \pi * D}{\lambda} \right)^2$$

$\lambda = \frac{c}{f}$  : Longitud de onda, donde :

c : Velocidad de la luz 300000Km/seg.

f : Frecuencia de transmisión

Por lo tanto es directamente proporcional al cuadrado de la distancia y para los satélites geoestacionarios esta atenuación es muy grande, siendo su valor:

$$f = 12GHz \quad \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 * 10^8 m/s}{12 * 10^9 Hz} = \frac{3}{120} = 0.025m \quad D = 36.000 \text{ Km (aprox.)}$$

Sutituyendo :

$$\alpha = \left( \frac{4 * \pi * 36.000 * 10^3}{0.025} \right)^2 = 3,27 * 10^{20} \Rightarrow \alpha(\text{dB}) = 10 \log (3,27 * 10^{20}) = 205 \text{ dB}$$

Hay que considerar también atenuaciones adicionales como las producidas por los agentes atmosféricos y por la intensidad de los mismos (lluvias, tormentas, etc.). en estas condiciones se necesitan modulaciones en las que se pueda decodificar la señal con C/N muy bajas, por eso se utilizan modulaciones de FM y QPSK.

A la hora de considerar los agentes atmosféricos en el cálculo de factor de mérito del sistema de recepción y dependiendo de la tecnología que se use, analógica o digital, las atenuaciones adicionales a considerar tendrán diferente valor, siendo más restrictivas en la tecnología digital, ya que aquí el umbral coincide con la imposibilidad de la recepción, no con la aparición e incremento de ruido. En el satélite analógico este ruido se denomina ruido impulsivo que causa puntos blancos y negros en la imagen ("*sparlies*").

Se puede considerar desde el punto de vista práctico, que el incremento de C/N sobre el umbral necesaria para el sistema de recepción por satélite será de:

- 1,5 dB para la TV analógica FM
- 2 dB para TV digital QPSK

### 1.1.2.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS COMUNICACIONES POR SATÉLITE

- Frecuencia del enlace descendente 10,6 a 12,75 GHz.

- Repetidor de televisión constituido por un satélite artificial (o un conjunto de satélites en la misma posición) situado/s en el espacio a una determinada altura sobre la superficie terrestre, alrededor de 36.000 Km.
- El tipo de enlace es del tipo punto multipunto, indicando el modo de difusión del servicio.
- No existe la recepción multicamino.
- La distancia a la que se encuentra el satélite condiciona las características de las antenas. Habrá que utilizar antenas de gran directividad y ganancia para captar la señal, además de otras características más relacionadas con la banda de frecuencia de recepción y la instalación de las mismas.
- Hay que tener en cuenta los agentes atmosféricos a la hora de diseñar una estación receptora, que las frecuencias de los enlaces son muy altas (10 a 13 GHz).

Comentar que el diámetro de la parábola hoy en día se ha reducido espectacularmente. Varias razones han conducido a ello:

- Se transmite con mayor densidad de potencia.
- Los sistemas de recepción son más eficientes.
- Los LNB presentan figuras de ruidos muy bajas.
- Mejor iluminación del LNB a la antena.

### **1.1.3. LA TELEVISIÓN VÍA SATÉLITE ANALÓGICA**

La codificación de la señal fuente de televisión que se utiliza en la transmisión por satélite se corresponde con los estándares PAL, SECAM o NTSC.

Para adecuar la señal al medio de transmisión hay que modular la señal fuente para superar las condiciones de difusión de forma que haga su recepción posible de forma sencilla y barata.

El sistema de modulación analógico por satélite usa la modulación en FM, que es una modulación angular. Las modulaciones angulares necesitan de un ancho de banda mucho mayor que el ancho de banda del mensaje, pero son muy robustas a interferencias y ruidos atmosféricos, ya que el mensaje se encuentra en las desviaciones de frecuencia y no en la amplitud. Para su correcta modulación se necesita una C/N relativamente pequeña.

Estas características se adecuan al canal del satélite: la linealidad de amplitud está comprometida por el ahorro de energía, el ruido atmosférico que se

incorpora en la transmisión es muy importante, las atenuaciones del canal son enormes y el ancho de banda no es un parámetro tan crítico.

Se pueden resumir las características de la modulación del servicio analógico por satélite en:

- Modulación de FM.
- Ancho de banda del canal de 18 a 36 MHz.
- Desviación de frecuencia de 13 a 25 MHz/V.
- Energía dispersa (desviación de 0,5 a 4 MHz, onda triangular de 25 MHz). El objeto de esta desviación es reducir la capacidad interferente de la señal en ausencia de modulación.
- Señal de vídeo fuente PAL, NTSC o SECAM.
- Señal de audio mono (5,8 – 6,65 MHz), estero Panda.
- C/N umbral 12 dB, aunque la C/N de una instalación real son 19,5 dB (teniendo en cuenta los agentes atmosféricos, envejecimiento de la instalación e implementación práctica del receptor).

#### **1.1.4. LA TELEVISIÓN VÍA SATÉLITE DIGITAL**

Los sistemas de difusión digital definidos en el proyecto DVB (Digital Video Broadcasting, estándar de radiodifusión de video digital) representan una familia de especificaciones que se ajustan a las características del medio de transmisión en el que se aplican. Hay bloques comunes en la codificación, y se comparte la señal fuente MPEG-2, pero, los sistemas de modulación que se emplean son dependientes del medio de transmisión.

En la transmisión vía satélite se deben tener en cuenta aspectos diferenciales como la gran atenuación del medio (más de 200 dB en el enlace descendente), la limitación en potencia del transmisor (satélite de comunicaciones) y el ruido atmosférico.

Por ello, la modulación empleada no debe incorporar ningún tipo de información en la amplitud de la señal para soportar la linealidad y para evitar ser interferida por el ruido atmosférico. La condición de robustez frente a esas limitaciones es crítica, aunque lo sea a expensas de perder cierta eficiencia espectral, es decir, cantidad de símbolos transmitidos por hercio.

Por este motivo la modulación que se utiliza en la transmisiones de televisión vía satélite digital es la QPSK (Quadrature Phase Shift Keying, Modulación digital de fase en cuadratura), ya que reúne las características antes mencionadas de robustez frente al ruido, enviando la información en las variaciones de fase de la señal.

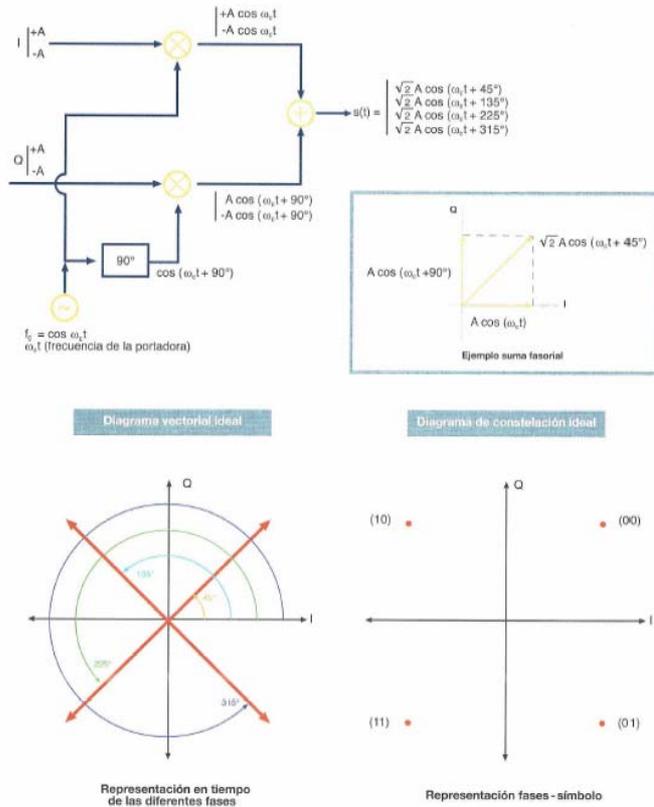


Fig.6: Modulación QPSK (2 bits por símbolo).

La diferencia fundamental entre la transmisión por satélite analógica y la digital estriba en que la señal moduladora, es decir, la señal en banda base, en el caso analógico es la señal de vídeo compuesta y en el caso digital es MPEG-2 TS, lo que aumenta considerablemente la eficiencia espectral, no por la modulación sino por la compresión de la señal en banda base MPEG-2. Más aun, si se utiliza la multiplexación estadística se puede triplicar la eficiencia conseguida por la codificación MPEG (capacidad para más de 15 programas por canal satélite).

1.1.4.1. SISTEMA DVB-S (Digital Video Broadcasting Satellite) PARA TRANSMISIÓN VÍA SATÉLITE

El sistema de transmisión de señales vía satélite DBV-S fue introducido como estándar en 1994 y diseñado para difusión y distribución de servicios de televisión (varios programas en definición normal o alta definición) en satélites de comunicaciones utilizando las bandas de FSS y DBS (en la actualidad unificadas en una única FSS).

El sistema proporciona tanto posibilidad de recepción individual (sistemas DTH "Direct To Home") como colectivo (SMATV, "Satellite Master Antenna Televisión") con posibilidad de modulación, ubicando los servicios que originalmente ocupaban un ancho de banda mayor de 30 MHz en un ancho de banda de 7-8 MHz, correspondiente a un canal CCIR en las bandas de VHF y UHF.

Se utiliza una modulación QPSK y FEC (*Forward Error Correction*) formado por una concatenación de códigos convolucionales (Viterbi) y códigos de bloque (*Reed-Solomon*) para la corrección y detección de errores, siendo idóneo para diferentes anchos de banda de canal. El factor de "Roll-off" del filtrado de Nyquist es del 35%. Esto quiere decir que si mediante la aplicación del filtrado ideal, una transmisión digital ocupase un ancho de banda  $B_W$  (MHz), su ancho de banda con el filtrado sería un 35% más ancho:  $1,35 \times B_W$  (MHz).

Aunque está optimizado para una sola portadora por canal (múltiplex por división en el tiempo) puede ser usado para sistemas de varias portadoras por canal (múltiplex por división en frecuencia).

#### 1.1.4.2. SISTEMA DVB-S2

Desde 1997 la transmisión digital vía satélite ha evolucionado debido a una serie de factores, tales como la aparición de nuevos formatos de modulación y métodos de protección de errores más eficientes, permitiendo una ganancia por canal de un 30% para un determinado ancho de banda y PIRE transmitida. Esta ganancia de capacidad es variable dependiendo del formato de modulación elegido y de la tasa de código.

Con estas premisas se creó, dentro del seno DVB, un grupo denominado BSS (*Broadcast Satellite Service*) con el objeto de cambiar el estándar de transmisión de señales digitales vía satélite por uno nuevo que permita introducir una mayor capacidad en los canales, entre otras ventajas. Para llevarlo a cabo se recurrió a cambiar el formato de modulación QPSK por otro de mayor eficacia espectral, así como al uso de los denominados códigos FEC como alternativa a los códigos de Viterbi y Reed-Solomon.

Los sistemas de modulación candidatos son 8PSK, 16QAM, 16APSK y 32APSK, mientras que para la implementación del FEC se plantearon dos alternativas:

- Turbocódigos
- LDPC (*Low Density Parity Check*)

Las prestaciones técnicas de ambos son muy similares (diferencias de 0,5 dB) y permiten, en términos de capacidad, acercarse al límite teórico de Shannon, que establece la máxima capacidad en bits/segundo que se puede conseguir en un canal para un determinado ancho de banda y relación C/N.

Después de una serie de discusiones surgió el DVB-S2, con una capacidad que se aproxima en menos de 1 dB al límite de Shannon, de forma que no será necesario en el futuro la realización del estándar DVB-S3.

El DVB-S2 utiliza los formatos de modulación antes mencionados junto con el código de protección contra errores LDPC, en detrimento de los Turbocódigos, que son empleados por el contrario en EEUU junto con la modulación 8PSK exclusivamente para aumentar la capacidad de los transpondedores de satélite.

El DVB-S2 es un estándar flexible, que cubre una gran variedad de aplicaciones vía satélite y cuyas características más relevantes son:

- Adaptación de flujo de datos de entrada, permitiendo a su entrada un flujo de transporte o varios, tanto en forma de paquetes como en forma continúa.
- Un FEC potente basado en códigos LDPC concatenados con códigos BCH (*Bose-Chaudhuri-Hoquenghem*), permitiendo operar a menos de 1 dB del límite de Shannon, dependiendo del ancho de banda y del ruido del canal.
- Un amplio rango de tasas de código (de 1/4 a 9/10), 4 constelaciones (8PSK, 16QAM, 16APSK y 32APSK), con información en la fase y amplitud de la señal, optimizadas para su operación en transpondedores no lineales.
- Tres factores de roll-off diferentes (0.2, 0.25 y 0.35) para un mejor aprovechamiento del ancho de banda disponible.
- ACM (*Adaptative Coding and Modulation*), que permiten cambiar la modulación y la tasa de código de una trama a otra.

## **1.2. SERVICIO DE RADIODIFUSIÓN DE TELEVISIÓN TERRENAL ANALÓGICA / DIGITAL**

### **1.2.1. TELEVISIÓN TERRENAL**

El servicio de televisión se difunde a través de diferentes medios, el satélite, los enlaces terrenales y el cable fundamentalmente. El medio más desarrollado y de mayor importancia socio-económica es el medio terrenal.

Este medio consiste en establecer las coberturas de señal mediante emisores y repetidores que aseguren un nivel de señal mínima en el territorio que desea cubrir. Tiene unas características específicas si se quiere tener éxito a la hora de llevar a cabo el proyecto de instalación de un determinado sistema de captación y distribución de señales de TV terrenales.

#### *1.2.1.1. PROPAGACIÓN EN EL ESPACIO LIBRE*

##### *1.2.1.1.1. Mecanismos de propagación*

Las ondas de radiodifusión de los servicios de radio y televisión son ondas electromagnéticas y se transmiten a la velocidad de la luz en el vacío, y a una velocidad ligeramente inferior en el aire.

Cuando una antena radia, crea a su alrededor un campo electromagnético cuyo valor es función de la intensidad de corriente que circula por dicha antena y que se va amortiguando a medida que nos alejamos de ella. El valor de la atenuación que la onda sufre cuando se propaga es directamente proporcional a su frecuencia, de modo que cuanto más elevada es ésta, mayor es también su amortiguamiento.

Las ondas radiadas por una antena emisora se propagan de dos formas:

- Ondas de tierra: Se propagan por la superficie de la tierra. Son las causantes del efecto “desvanecimiento” cuando se reciben con la fase opuesta a las ondas del espacio.
- Ondas de espacio: Son las ondas radiadas al espacio y constituyen la base de las comunicaciones. Su amortiguamiento es menor que en las anteriores.

Dependiendo de la banda de frecuencias de los servicios de comunicaciones predomina uno u otro tipo de ondas.

- Emisiones de onda larga (0.15 a 0.285 MHz): La propagación se produce generalmente por medio de la onda de superficie.
- Emisiones de onda media (0.552 a 1.06MHz): la propagación de estas señales puede tener lugar por la onda de espacio o por la onda de superficie, si bien las ondas de superficie tienen mayor atenuación.
- Emisiones de onda corta (2.3 a 26.1 MHz): La propagación de estas señales se hace fundamentalmente mediante la onda de espacio debido a la atenuación que sufriría la onda de superficie.
- Emisiones de Banda I: La BI responde a las mismas propiedades que las ondas cortas y fundamentalmente la propagación es mediante ondas de espacio.
- Emisiones de ondas de Banda III de VHF, UHF y superiores: En estas bandas la propagación sólo se realiza mediante ondas de espacio. La propagación de las ondas de espacio es rectilínea, y si se encuentra en su camino una antena receptora inducen en ella una fuerza electromotriz (tensión sobre el adaptador de antena) que puede ser aprovechada. La onda de superficie en estas bandas de frecuencia se puede considerar inexistente dado que su amortiguamiento es muy grande.

Del conjunto de ondas radiadas en televisión, las ondas aprovechables son las que constituyen el rayo óptico o directo. Teóricamente el alcance máximo de una emisora viene dado por el rayo tangente a la superficie de la tierra TR que constituye el límite de visibilidad entre transmisor y receptor. Este alcance óptico tiene como valor:

$$D(Km) = 3,6 * (\sqrt{H} + \sqrt{h})$$

Donde : H es la altura del emisor  
h es la altura del receptor.

Dado que H suele ser mucho mayor que h, un incremento de igual valor en la altura de la antena emisora o receptora, siempre es más útil en esta última, por aumentar más el alcance óptico ya que el incremento proporcional es mucho mayor. Esto nos conduce a que en las zonas límite o marginales, muy distantes de la estación transmisora, se recomienda aumentar la altura de las antenas receptoras, aunque sea unos pocos metros, ya que mejorará considerablemente el nivel de la señal recibida.

Una serie de consideraciones a tener en cuenta sobre los mecanismos de propagación son las siguientes:

- **Difracción:** Según el estado de la atmósfera, época del año, etc., el alcance dado por la fórmula anterior se ve multiplicado por un factor variable comprendido entre 1,25 y 2,5. Ello es debido al efecto de difracción troposférica de las ondas.
- **Reflexión:** Eventualmente puede darse el caso que existan reflexiones en nubes u otros elementos que produzcan idénticos resultados. También pueden existir reflexiones en las capas ionizadas de la atmósfera (capas de Heaviside), que dan lugar a grandes alcances, pero dicho fenómeno se produce más frecuentemente en transmisiones radio y completamente fortuito en TV.
- **Recepción multicamino en la TV analógica:** La propagación de las ondas de televisión se ve muy afectada por los obstáculos interpuestos entre antena emisora y receptora que atenúan la señal (casa, bosques, montañas, edificios, etc.) y que además pueden actuar como pantallas reflectantes.

Hay muchos tipos de configuraciones de recepción multicamino, y todas producen en la televisión analógica lo que se denomina imágenes fantasmas. Estas imágenes son originadas por señales reflejadas en obstáculos y que llegan a la antena habiendo recorrido distancias diferentes, y por tanto llegan al receptor en diferente momento "retardadas o adelantadas.

La vía terrenal de transmisión constituye un medio hostil de difusión por la multitud de mecanismos de propagación indeseados y por tanto no controlados, siendo más hostil que la transmisión por satélite y por cable.

El fenómeno más significativo, o cuanto menos el más perceptible, sea el de propagación multitrayecto. La señal que llega a un punto de recepción determinado es el resultado de la suma del rayo directo más una serie de rayos reflejados (ecos) producto de los múltiples caminos que puede recorrer la señal para llegar al punto deseado. Cada uno de estos rayos reflejados llega al

receptor con una amplitud y un retardo determinados, resultado del camino que hayan recorrido.

Este fenómeno es particularmente importante en zonas urbanas y en el interior de las viviendas. En las zonas urbanas, la existencia de obstáculos (edificios, árboles, coches,...) origina una gran cantidad de señales reflejadas. El retardo de estos ecos puede cifrarse entre cientos de nanosegundos y algunos microsegundos. En el interior de las viviendas, los rebotes en paredes y muebles provocan multitud de ecos que llegan al receptor con retardos de algunos nanosegundos.

## 1.2.2. TELEVISIÓN ANALÓGICA TERRENAL

Para obtener la señal de TV Terrenal que se difunde, se establecen dos canales, uno de vídeo y otro de audio.

En el canal de vídeo, la señal de vídeo compuesta se modula en AM sobre una frecuencia intermedia FI de 38,9 MHz.

En el otro canal la señal de audio se modula en FM (5,5MHz), sobre una portadora en FI (PAL 33,4 MHz). Este canal puede, además e modular la señal de audio en mono, incorpora una señal digital estéreo NICAM (NICAM 728), en una portadora en 5,85 MHz.

Estas dos señales (el vídeo y el audio) se suman y se filtran (filtro SAW). Este filtro configura la característica del transmisor, y según esta característica se obtendría doble amplitud en las frecuencias bajas después de la demodulación, por eso en el receptor es configurada de nuevo en banda con la característica conocida de la modulación en banda lateral vestigial (BLV).

En España el estándar de televisión utilizado es el PAL B/G y, tal como se refleja en la tabla de estándares, son canales de TV de 8 MHz de ancho de banda en UHF (BIV y BV) y de 7 MHz en VHF y su canalización responde a las tablas del CCIR.

No existe una C/N (relación entre la potencia de la señal portadora y el ruido) umbral y la C/N que se considera como mínima son 43 dB.

### 1.2.2.1. *TV EN COLOR*

La primera y más importante premisa a la hora de desarrollar la televisión en color fue su compatibilidad con la TV en B/N. Por ello, la señal de la información de la imagen debería ser una combinación de una señal de luminancia, que establecería la compatibilidad con los estándares anteriores, y una información de color.

De la misma forma a como ocurrió con la televisión en blanco y negro (B/N) con la aparición de varios estándares debido a la combinación de señales de

tiempo e imagen, la aparición de estándares en la televisión en color se debió a las diferentes formas de codificar las señales de crominancia y de su combinación con la señal de luminancia, todas compatibles con los sistemas anteriores.

Así, a partir de las señales básicas obtenidas por la cámara de color de TV, señales de Rojo (Red), Azul (Blue) y Verde (Green) que se corresponden con los tipos de elementos sensibles en dicha cámara, se forman por combinación de las mismas la señal de luminancia (para asegurar la compatibilidad con la televisión B/N) y unas nuevas señales con la información de la crominancia.

Se generaron tres estándares. El NTSC que fue el primero que aprobó la FCC Americana el 17/12/1953, compatible con su sistema de 525 líneas y 60 Hz. El PAL, aprobado en 1967 y compatible con 625 líneas y 50 Hz. Y el SECAM también aprobado en 1967 y compatible con 625 líneas y 50 Hz.

#### 1.2.2.1.1. Formación de las señales en el sistema PAL

Las señales analógicas de color R, G y B, procedentes de la cámara de TV y corregidas en gamma, debido a la diferencia de los sistemas lineales del tubo (sensor) de la cámara y del tubo de rayos catódicos, son convertidas al formato Y, U y V (matrizadas) según las fórmulas de:

- La luminancia (información del B/N):

$$Y = 0,299 * R + 0,587 * G + 0,114 * B$$

- La información del color viene dada por:

$$U = 0,492 * (B - Y) \quad V = 0,877 * (R - Y)$$

Estas son las tres señales que se suman en la codificación PAL para la transmisión de la imagen en color. La fórmula de mezcla es:

$$M = Y + U * \cos(\omega_{sc} * t + 33^\circ) \pm V * \text{sen}(\omega_{sc} * t + 33^\circ)$$

$\omega_{sc}$  : Pulsación de la subportadora de color

En la fórmula se ve que las componentes de croma, antes de mezclarse con la señal de luminancia para obtener la señal de la imagen en color, se modulan en cuadratura sobre una subportadora desfasada (subportadora de color 4,43 MHz).

Estas dos señales, luminancia y cromancia, se combinan con las señales de tiempo correspondientes para adaptarse al sistema de televisión.

Para sincronizar el demodulador de color y disponer de una referencia en amplitud para su control automático, también se añade sobre el pódico

posterior del sincronismo de línea una referencia de la sub-portadora de color. A esta referencia se le denomina Bursa, o tono de color, y es un tono de 4,43 MHz de igual amplitud que el impulso de sincronismo (control automático del color) y cuya referencia es la de la portadora de color (sincronismo del demodulador).

El resultado total de esta combinación es la señal de televisión en color.

| Sistema (estándar)                | NTSC  | SECAM   | PAL   |
|-----------------------------------|---|---|---|
| <b>Codificación de color</b>      |   |   |   |
| Señal luminancia                  | $Y = 0,299R + 0,587G + 0,114B$                                    |   |   |
| Señales cromancia                 | $I = -0,27(B-Y) + 0,47(R-Y)$<br>$Q = 0,41(B-Y) + 0,48(R-Y)$       | $Db = 1,5(B-Y)$<br>$Dr = -1,9(R-Y)$   | $U = 0,493(B-Y)$<br>$V = 0,877(R-Y)$                                |
| Señal compuesta                   | $M = Y + I(\cos w_{sct} + 33^\circ) + Q(\sin w_{sct} + 33^\circ)$ | $M = Y + K\cos 2\pi(f_{or} + Dr\Delta f_{or}) + K\cos 2\pi(f_{ob} + Dr\Delta f_{or})$ | $M = Y + U(\cos w_{sct} + 33^\circ) \pm V(\sin w_{sct} + 33^\circ)$ |
| Tipo de modulación                | En cuadratura con supresión de portadora                          | FM  | En cuadratura con supresión de portadora                            |
| Frecuencia FSC subportadora color | 3,579545 Hz   | $F_{or} = 4,406250$ MHz<br>$F_{ob} = 4,250$ MHz<br>$F_b = 4,286$ MHz                  | 4,433618 Hz   |
| Duración Burst                    | Min. 8 ciclos   | 10 ciclos $\pm 1$   |   |
| <b>Parámetros de Modulación</b>   |   |   |   |
| Separación video Audio            | 4,5 MHz   | 6,5 MHz   | 5,5 MHz   |
| Modulación de audio               | FM  | AM  | FM  |
| Modulación video                  | AM BLV  | AM BLV<br>Modulación video positive   | AM BLV<br>Modulación video negative<br>Blanco 10% y negro 75%       |
| Banda vestigial                   | 0,75 MHz  | 0,75 MHz (1,25 MHz)   | PAL B/G (0,75 MHz)  |
| Portadora de FI                   | 45,75 MHz   | 38,9 MHz  | 38,9 MHz  |
| <b>Parámetros de transmisión</b>  |   |   |   |
| Canalización                      | 6 MHz   | 8 MHz   | PAL B VHF 7 MHz<br>PAL G UHF 8 MHz                                  |
| Frecuencia de transmisión         | Tablas FCC  | Tabla de OIRT   | Tablas de CCIR  |
| C/N                               | -   | -   | > 43 dB   |

Tabla 1: Estándares de la Televisión en color.

#### 1.2.2.2. SISTEMA NICAM (Near Instantaneous Compounded Audio Multiplex)

La portadora de sonido en la tecnología tradicional de TV es analógica, incluso el sistema denominado vulgarmente "alemán" de estéreo es analógico (dual), simplemente se le añade otra portadora con información complementaria para convertir el sonido en estereo.

El NICAM es un sistema de transmisión digital de audio que se desarrolló para mejorar la calidad de sonido de la televisión. Desde el punto de vista técnico, se trata de un sistema de digitalización y codificación de la señal de audio.

Para la digitalización se usa una frecuencia de muestreo de 32 kHz y cada muestra es codificada con 14 bits. Es un estándar y está especificado en la norma ETSI EN 300163.

## 1.2.3. TELEVISIÓN DIGITAL TERRENAL

### 1.2.3.1. CONGESTIÓN DEL ESPECTRO

La falta de robustez de las transmisiones analógicas frente a la propagación multitrayecto, los requerimientos de C/N (relación portadora-ruido, *Carrier/Noise*) y los niveles interferentes que soporta, no solo tiene consecuencias para el usuario al hacer difícil la recepción, especialmente la portátil, sino para el operador al hacer la planificación de canales a lo largo de un territorio.

Así, un determinado canal transmitido desde un emisor o reemisor, no puede ser reutilizado hasta que llegue a una zona del territorio en la que la influencia de ese emisor o repetidor sea imperceptible.

El elevado valor de la relación señal-ruido (S/N) requerido por las transmisiones analógicas (aprox. 40 dB) no alivia el problema, sino todo lo contrario. Para que una señal interferente coincidente en frecuencia con una señal deseada tenga una influencia imperceptible sobre esta, deberá estar atenuada al menos en un valor superior a la C/N requerida (o sea más de 40 dB). De no ser así el receptor percibirá dos señales transmitiendo el mismo programa pero en tiempos diferentes dando lugar a la doble imagen en los receptores.

Esto provoca que todos los repetidores situados en una zona del territorio deben usar frecuencias diferentes para transmitir el mismo programa, lo cual genera una congestión del espectro frecuencial que limita el número de canales que pueden ser transmitidos en una zona o bien el número de repetidores que pueden ser colocados para dar cobertura a posibles zonas de sombra que pueden existir.

La imposibilidad de incorporar nuevos servicios cada vez más demandados (televisión de alta definición, vídeo bajo demanda, etc.,) y que sí pueden ser cubiertos por las transmisiones digitales por satélite o por cable.

La televisión digital terrenal se ha diseñado para resolver, los problemas característicos del medio terrenal.

Para que suponga una mejora real respecto a la analógica, deberá utilizar un tipo de modulación que sea particularmente robusta a la propagación multitrayecto, que permita la introducción de nuevos servicios y que utilice una C/N inferior. Esto se consigue con la modulación COFDM.

### 1.2.3.2. EL SISTEMA DVB-T

El sistema DVB-T es un estándar para la radiodifusión de vídeo digital terrenal.

Los sistemas de modulación utilizados para la transmisión de señales digitales dependen del canal y de los sistemas satélite o cable, no pueden ser utilizados

directamente para la transmisión terrenal. Las modulaciones QPSK o QAM asociadas a una sola portadora, no cumplen los requisitos de protección frente a ecos y ahorro del espectro que serían deseables.

Para la transmisión de señales de televisión digital vía terrenal se ha escogido la modulación COFDM.

#### 1.2.3.2.1. Codificación

El sistema de transmisión terrestre es completamente compatible con la codificación de señal MPEG-2, comparte la codificación Reed-Solomon con los estándares de satélite y cable y la codificación convolucional (código Viterbi) con la especificación de televisión por satélite.

Teniendo en cuenta estos aspectos el diagrama de bloques general del modulador COFDM responde al diagrama que se muestra en la figura.

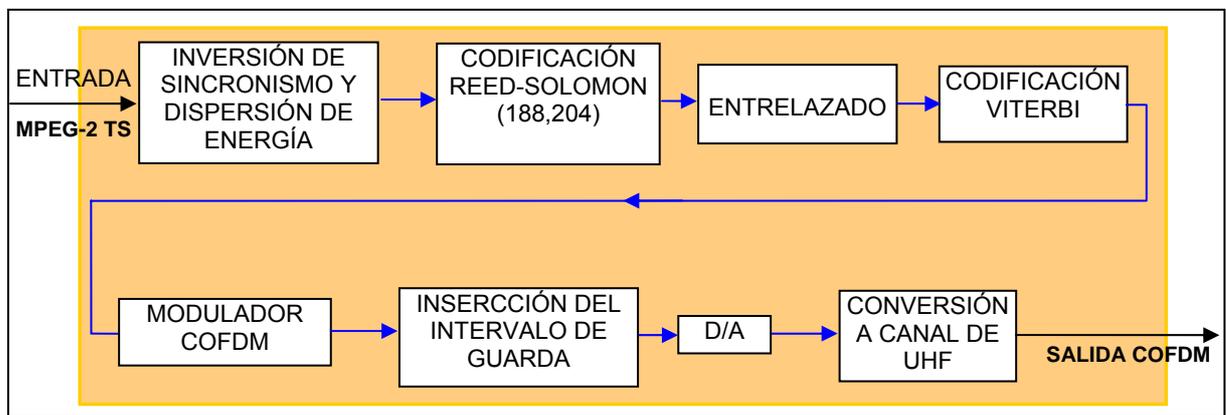


Fig.7: Codificación y modulación TV Digital Terrenal.

#### 1.2.3.3. MODUALCIÓN COFDM

El principio básico de la modulación COFDM (Codec Orthogonal Frequency Division Multiplexing) consiste en utilizar un número grande de portadoras independientes equiespaciadas en frecuencia y modulada cada una de ellas en QPSK o xQAM, de forma que toda la información a transmitir se reparte entre ellas.

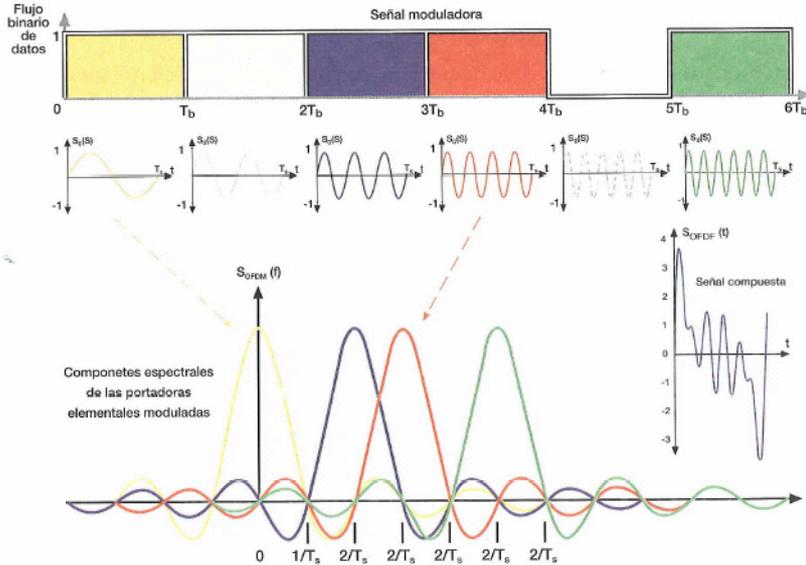


Fig.8: Ejemplo simplificado de una señal COFDM compuesta por 6 portadoras elementales moduladas en binario.

Cada una de estas portadoras es modulada por palabras de “n” bits (2 para QPSK, 4 para 16 QAM, 6 para 64 QAM) convenientemente aleatorizadas, generándose unos mapeados y unas constelaciones determinadas.

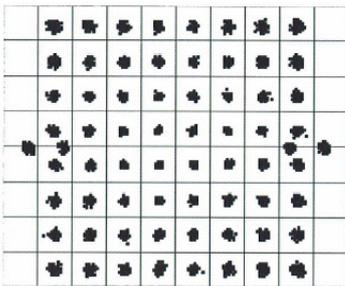


Fig.9: Constelación modulación COFDM/64QAM.

Todas las portadoras utilizadas ocuparán el ancho de banda del canal de propagación (8 MHz) y cada una de ellas formará un subcanal de forma que la suma de informaciones contenidas en cada uno de estos subcanales será igual a toda la información que se desea transmitir.

Así, en el caso de que se desee transmitir una información cuyo régimen binario sea de 10 Mbps, se utilizará un número grande de portadoras, por ejemplo 2000, moduladas en QPSK o QAM, de forma que el régimen binario de cada una de ellas sea de 5 Kbps para que la velocidad de transmisión total sea de:

$$2000 \text{ portadoras} \times 5 \text{ Kbps / portadora} = 10 \text{ Mbps}$$

En COFDM, la velocidad de símbolo o tasa de símbolo de cada portadora se hace coincidir con la distancia entre portadoras. Su explicación es sencilla, ya que el espectro de una portadora modulada en QPSK o QAM contiene un nulo en potencia a una distancia de la portadora igual a su velocidad de símbolo, por

lo tanto, si la siguiente portadora se hace coincidir con ese nulo, la interferencia entre ellas será mínima.

Por consiguiente, la velocidad de símbolo de cada portadora va a ser un parámetro que sólo depende de la distancia entre ellas, o lo que es lo mismo, de su número.

Sea:

- $B_w$ =Ancho de banda del canal
- $N$ =Número de portadoras
- $F_s$ (distancia entre portadoras)= $B_w/N$
- $V_s$  (Velocidad de símbolo de cada portadora)= $F_s=B_w/N$
- $T_s$  (Duración de cada símbolo)= $1/V_s=N/B_w$
- $V_{ts}$  (velocidad total de transmisión) =  $N \times V_s$

Cuando mayor sea el número de portadoras, más pequeña será la distancia entre ellas y por lo tanto menor será la velocidad de símbolo y mayor la duración del mismo.

|                      | <b>N = 2000</b> | <b>N = 8000</b> |
|----------------------|-----------------|-----------------|
| <b>F<sub>s</sub></b> | 4 KHz           | 1 KHz           |
| <b>V<sub>s</sub></b> | 4000 sps        | 1000 sps        |
| <b>T<sub>s</sub></b> | 0.25 ms         | 1 ms            |

Tabla 2: Comparativa parámetros COFDM 2K y 8K.

En ambos casos:

$$V_{ts} = 2000 \times 4000 = 8000 \times 1000 = 8 \text{ Msps, o lo que es lo mismo:}$$

16Mbps si las portadoras están moduladas en QPSK (2 bits por símbolo)

32Mbps si lo están en 16 QAM (4 bits por símbolo)

48Mbps si lo están en 64 QAM (6 bits por símbolo)

Cada símbolo COFDM está constituido por la suma de los  $N$  símbolos contenidos en las  $N$  portadoras durante un tiempo igual al tiempo de símbolo de cada portadora. La duración de un símbolo COFDM es, por lo tanto, igual a la duración de símbolo de cada portadora ( $T_s$ ).

Cuanto mayor sea el número de portadoras mayor es la duración de cada símbolo COFDM y por lo tanto más robusto es el sistema frente al desvanecimiento o "fading" temporal de la señal debido a ecos producidos por objetos en movimiento.

En la modulación COFDM se introduce un intervalo o tiempo de guarda entre cada dos símbolos consecutivos. De esta manera, la duración total de un símbolo COFDM ( $T_t$ ) es la suma de la duración útil del símbolo ( $T_s$ ) más la duración del intervalo de guarda ( $T_g$ ).

Durante el intervalo de guarda, la señal no es evaluada por el receptor, por consiguiente, no existirá interferencia entre símbolos mientras el retardo de los diferentes ecos que lleguen al receptor sea inferior al intervalo de guarda existente entre símbolos.

La duración del intervalo de guarda será un compromiso entre la duración del mayor eco que se pretenda compensar y el máximo régimen binario que se desee transmitir, ya que cuanto mayor sea el intervalo de guarda menor será el tiempo útil de cada símbolo y, por lo tanto, menor la velocidad binaria que se pueda alcanzar.

La consecuencia más evidente de la robustez de las transmisiones en COFDM, frente a la propagación multitrayecto, es que todos los transmisores situados en una zona determinada del territorio no tendrían que utilizar frecuencias diferentes para transmitir el mismo programa, siempre que el retardo entre cualquiera de las diferentes señales emitidas por cada uno de ellos sea inferior al intervalo de guarda.

Este concepto da lugar a las denominadas Redes de Frecuencia Única SFN (Single Frequency Networks), que suponen una de las mayores aportaciones de la televisión digital terrenal al conseguir un máximo aprovechamiento del espectro.

#### *1.2.3.4. ESPECIFICACIÓN TELEVISIÓN DIGITAL TERRENAL DVB-T*

El organismo de ámbito europeo ETSI (European Telecommunications Standard Institute) aprobó en su día la norma o especificación para la televisión digital terrestre generada dentro del DVB al igual que lo hizo con la especificación de la televisión por satélite y por cable.

|   |   |
|---|---|
| Ancho de banda del canal                            | 7,61 MHz  |
| Separación entre portadoras                         | 1116 Hz (8K), 4464 (2K)   |
| Duración útil del símbolo ( $T_u$ )                 | 896 $\mu$ s para el sistema 8K  |
|   | 224 $\mu$ s para el sistema 2K  |
| Duración del intervalo de guarda ( $T_g$ )          | Entre $T_u/4$ y $T_u/32$ (definido en la norma), es decir:  |
|   | Entre 224 $\mu$ s y 28 $\mu$ s para el sistema 8K   |
|   | Entre 56 $\mu$ s y 7 $\mu$ s para el sistema 2K   |
| Duración total del símbolo COFDM ( $T_u + T_g$ )    | Entre 1120 $\mu$ s y 924 $\mu$ s (8K)   |
|   | Entre 280 $\mu$ s y 231 $\mu$ s (2K)  |
| Velocidad de código convolucional ( $V_{itervi}$ )  | 7/8 norma   |
| Codificación de bloques (Reed Solomon)              | 188 – 204   |
| Máxima velocidad del símbolo                        | Este apartado depende en gran medida tanto del intervalo de guarda como del código escogido. La máxima velocidad se obtendrá para el intervalo de guarda más pequeña y el código menos potente. A mayor protección del canal, menor velocidad disponible. En función de estos parámetros la velocidad de símbolo puede oscilar entre 2,49 Msps y 5,28 Msps. |
| Tipos de modulación para cada una de las portadoras | QPSK, 16 QAM, 64 QAM  |
| Máximo flujo binario                                | Entre 4,98 Mbps y 10,56 Mbps para la modulación QPSK  |
|   | Entre 9,96 Mbps y 21,12 Mbps para la modulación 16 QAM  |
|   | Entre 14,94 Mbps y 31,68 Mbps para la modulación 64 QAM   |

Tabla 3: Especificaciones DVB-T

Los aspectos más relevantes de esta norma son los siguientes:

- Se definen dos posibilidades para el número de portadoras; 2K (1705 portadoras) y 8K (6817 portadoras).
- Los países en los que las condiciones del terreno sean tales que el número de ecos sea pequeño probablemente utilicen el sistema 2K, en el cual el periodo de símbolo y el intervalo de guarda son pequeños.

Por el contrario, los países cuya orografía es más accidentada (España entre ellos) utilizarán el sistema 8K en la que el tiempo de símbolo y el intervalo de guarda son mayores.

- Los valores de duración útil del símbolo y el intervalo de guarda son sensiblemente inferiores a los obtenidos anteriormente en la modulación COFDM. A la introducción del intervalo de símbolo y la codificación, hay que añadir que el ancho de banda del canal y que el número de portadoras real es sensiblemente inferior a los considerados en dicho apartado. Además tal y como cabe suponer, no todas las portadoras van a ser utilizadas para transmitir información de imagen o sonido, sino que

es necesario destinar algunas de ellas para funciones propias del sistema, tales como sincronización, estimación del canal de propagación, etc.,

- Teniendo en cuenta que la velocidad binaria necesaria para transmitir una señal de televisión de alta definición es de 24 Mbps, una calidad PAL Plus del orden de 12 Mbps y una calidad PAL estándar de 6 Mbps, es fácil apreciar otra de las importantes ventajas de la modulación COFDM: permitir la transmisión en un ancho de banda de 7,61 MHz modulada en 64 QAM.

Las opciones son:

- Un solo canal de televisión de alta definición.
- Dos canales con calidad PAL Plus.
- Cuatro canales con calidad PAL estándar.

Es posible enviar, también, varios canales de sonido y datos, ya que el régimen binario necesario para transmitir estos últimos es muy bajo. Este aspecto supone una importante ventaja con respecto a la televisión analógica actual, en la cual sólo es posible transmitir un canal de imagen, dos de sonido y el teletexto en un canal de 8 MHz.

#### 1.2.3.4.1. *C/N umbral*

Este valor depende del intervalo de guarda y el código escogido (modulador). Los valores mínimos para los diferentes tipos de modulación de las portadoras, para todas posibilidades de codificación, son:

- QPSK: Entre 3,1 y 16,3 dB.
- 16 QAM: Entre 8,8 y 22,8 dB.
- 64 QAM: Entre 14,4 y 27,9 dB (21,7 dB para la codificación tdt en España).

La mínima C/N necesaria, incluso para el caso más desfavorable de la modulación 64 QAM, es considerablemente inferior a la que se necesita para un canal analógico PAL.

Este hecho, inherente en general a las transmisiones digitales, permite que las potencias de salida de los transmisores puedan ser inferiores a las existentes en la actualidad para garantizar la misma cobertura.

#### 1.2.3.4.2. Estructura de la trama COFDM

La señal de COFDM se divide en tramas, cada trama está compuesta por 68 símbolos y cada uno de estos está formado por el número de portadoras correspondientes a los modos 8K y 2K, (6817 y 1705 portadoras respectivamente).

Cada símbolo está compuesto por una duración útil y un intervalo de guarda. Para el modo 8K y 2K, el intervalo de guarda puede ser  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{8}$ ,  $\frac{1}{16}$  y  $\frac{1}{32}$  de la duración útil. La duración útil para 8K y 2K es de  $896 \mu s$  y  $224 \mu s$  respectivamente.

Además de los datos transmitidos y el intervalo de guarda correspondiente, una trama de COFDM contiene otras portadoras donde se inserta información necesaria para el sistema. Existen dos tipos de portadoras: portadoras piloto y portadoras de señalización TPS (Transmission Parameter Signalling).

- Las portadoras piloto: Son portadoras que transmiten información de sincronización de trama, sincronización de frecuencia, sincronización de tiempo, estimación del canal, identificación del modo de transmisión, etc.
- Las portadoras TPS: Son portadoras que contienen información de parámetros de señalización del esquema de modulación elegido. Envían, en concreto, información referente al código de protección contra errores de Viterbi, al intervalo de guarda, al modo de transmisión, el número de trama, el tipo de modulación, el exceso de ancho de banda del filtro y si existe o no modulación jerárquica.

#### 1.2.3.4.3. Elección de los parámetros de la estructura del sistema DVB-T

La norma descrita anteriormente tiene muchos elementos de configuración. Se analizarán los criterios de elección para la configuración de un servicio concreto.

- El modo de transmisión: Está relacionado con la protección contra "ecos". La orografía es la que determina la implementación. En España se ha optado por 8K.
- El tipo de modulación: Determina la robustez del sistema y el flujo binario útil transmitido. A modo de ejemplo, en UK. han cambiado en algunos canales la modulación de 64 QAM por 16 QAM debido a su mayor robustez, permitiendo niveles de intensidad de campo inferiores con recepción perfecta, menor C/N y por tanto mayor cobertura.
- FEC Viterbi: Establece un compromiso entre protección e información útil transmitida. Es el tipo de canal de propagación y el tipo de servicio quien lo determina (recepción fija y/o portátil). El compromiso con los

servicios actuales se establece entre  $2/3$  y  $3/4$ , en España para recepción fija es  $3/4$ .

- Intervalo de guarda: Se establece también un compromiso al igual que en el caso anterior, mayor intervalo de guarda mayor protección contra ecos pero el tiempo total del símbolo se incrementa reduciéndose la cantidad de información enviada. Es el tipo de red el que determina este valor, si es red de frecuencia única o no y la separación entre los emisores del mismo canal. Para redes de frecuencia única y separación entre emisores hasta más de 60 Km. libres de obstáculos, un intervalo adecuado es  $1/4$  ( $224 \mu s$ ).

### **1.3. SERVICIO DE RADIODIFUSIÓN SONORA ANALÓGICA Y DIGITAL**

#### **1.3.1. LA RADIODIFUSIÓN SONORA ANALÓGICA**

##### *1.3.1.1. LA RADIO AM*

Los servicios de radiodifusión sonora comerciales comenzaron en los años 20 con la invención de la modulación de amplitud (AM), la cual está establecida en dos bandas:

- Onda larga: 150 – 285 KHz
- Onda media: 520 – 1605 KHz

Las señales transmitidas en estas bandas están moduladas en amplitud y prácticamente han desaparecido sus servicios comerciales; sólo las radios nacionales de los diferentes países europeos conservan servicios en onda media, y sólo algunos de estos en onda larga.

Las canalizaciones de estos servicios es de 10 KHz, estando el ancho de banda de la señal de voz moduladora limitado a 4 o 5 KHz, por lo que su calidad es muy baja.

El ancho de banda de la señal transmitida coincide con el doble del ancho de banda del mensaje (dos bandas laterales). El contenido de las dos bandas laterales es el mismo, por lo que se desaprovecha una parte considerable del ancho de banda.

##### *1.3.1.2. LA RADIO FM*

En la década de los años 30 comenzó a utilizarse una tecnología diferente a la anterior, con la intención de mejorar la calidad de la señal transmitida y eliminar

los molestos ruidos, característicos de este tipo de modulaciones, producidos por interferencias de todo tipo.

En la modulación FM (modulación de frecuencia), en vez de modular la portadora (mensaje) en amplitud, se modula en frecuencia. Es mucho más robusta al ruido atmosférico y también al producido por la actividad humana (motores de todo tipo, etc.).

Esta tecnología se estableció en una banda donde se disponía de un ancho de banda suficiente por canal para mejorar su calidad: FM 87 – 110 MHz. Esta banda de frecuencias no permite coberturas muy grandes, por lo que se pensó para dar cobertura mas bien local, si bien posteriormente se realizaron redes nacionales utilizando sistemas de transmisiones de frecuencia múltiple.

Las canalizaciones van de 200 en 200 KHz, con  $\pm 75$  KHz de ancho de banda útil y  $\pm 25$  KHz de ancho de banda de guarda o protección.

#### *1.3.1.3. LA RADIO FM ESTÉREO*

Hasta el año 1961 las transmisiones en la banda de FM fueron moduladas con un solo canal de audio (mono), por lo que el sonido no tenía la calidad espacial de los eventos reales, por lo que se inventó la codificación estéreo.

En la codificación estéreo la señal de audio es dividida en 2 canales, cada uno de ellos de un rango de frecuencia comprendido entre 50 Hz y 15 KHz. A estos dos canales se les denomina canal derecho y canal izquierdo haciéndolos coincidir en la recepción con los respectivos altavoces.

##### *1.3.1.3.1. Servicio RDS*

El servicio RDS (Radio Data System) es el más conocido y público, cuya técnica permite añadir información en los programas de radio para una serie de servicios de interés para el usuario, sobre todo para la recepción móvil.

Este servicio utiliza información digital (nombre de la emisora, identificación de la emisora, información del contenido, etc.) que modula a una portadora de 57 KHz.

Los servicios que se añaden son:

- Sintonía automática del receptor a una estación determinada, lo que permite escuchar el programa, por ejemplo, durante un viaje en carretera.
- Presentación en la pantalla del receptor del nombre de la emisora, así como información del programa sintonizado.

- Información de noticias sobre el tráfico de carretera, de tal manera que nos permite conocer los posibles problemas de la ruta elegida.

#### *1.3.1.4. LIMITACIONES DE LA RADIO DIFUSIÓN SONORA EN FM*

Las características del servicio de radiodifusión en FM sin duda han favorecido su implantación en todo el mundo, posiblemente su calidad y accesibilidad (portabilidad y movilidad) sean dos de las características más relevantes.

Sin embargo, esta transmisión se realiza con tecnología analógica y tiene algunos problemas que no puede resolver, las cuales las podemos resumir en:

- No es demasiado robusta a la cancelación selectiva de frecuencia, es decir, a la recepción multitrayecto.
- Necesita relaciones portadora – ruido medias.
- Necesita de un nivel medio de señal, para asegurar buena recepción.
- Se puede contaminar con algunos tipos de ruido procedentes de las actividades humanas (motores, etc.).
- Los receptores se saturan con gran facilidad, haciendo que la recepción de muchos programas se distorsione.
- Existe saturación del espectro, hay demasiadas emisoras y, además, con una diferencia de niveles muy alta.
- Este sistema tiene muy limitada su capacidad para transmitir datos (RDS).
- El sistema está definido sin capacidad interactiva.

### **1.4. LA RADIODIFUSIÓN SONORA DIGITAL “DAB”**

A finales de los años 80, muchos técnicos europeos comenzaron a pensar en modernizar la radio. Nació así el proyecto europeo Eureka 147.

Este proyecto desarrolló con éxito un nuevo sistema de radiodifusión de audio digital denominado DAB (Digital Audio Broadcasting), sistema que ha sido aceptado mundialmente por todos los agentes implicados en la implantación de este nuevo servicio.

Por tanto, se trata de un estándar mundial y está especificado por la ETSI (Instituto de Estándares Europeo) en la normativa ETS 300401.

En el sistema DAB hay que distinguir dos grandes bloques, el codificador de señal fuente y el modulador.

### 1.4.1. CODIFICADOR DE SEÑAL FUENTE

El codificador de señal fuente se puede dividir en dos bloques, la digitalización y la compresión.

En la digitalización se utiliza una frecuencia de muestreo de 48 KHz o submuestreo de 24 KHz (útil para audio de baja velocidad), y una resolución de la señal de PCM (Pulse Code Modulation) de hasta 22 bits por muestra.

La señal digitalizada pasa al segundo bloque, la compresión. Este proceso de compresión se realiza teniendo en cuenta las características de recepción del oído humano, las cuales pueden resumirse en:

- Umbral de audición no muy bajo, por lo que podemos eliminar la información situada por debajo de este umbral de audición.
- Enmascaramiento que se produce cuando el oído está recibiendo una intensidad sonora muy grande, impidiendo que se pueda oír señales de menor nivel. Por lo tanto todas estas señales se pueden eliminar con la consiguiente reducción de información. (Eras Masquing Threshold).
- Y por último, el oído no responde por igual a todas las frecuencias, de manera que la cantidad de información es distinta en función de la frecuencia.

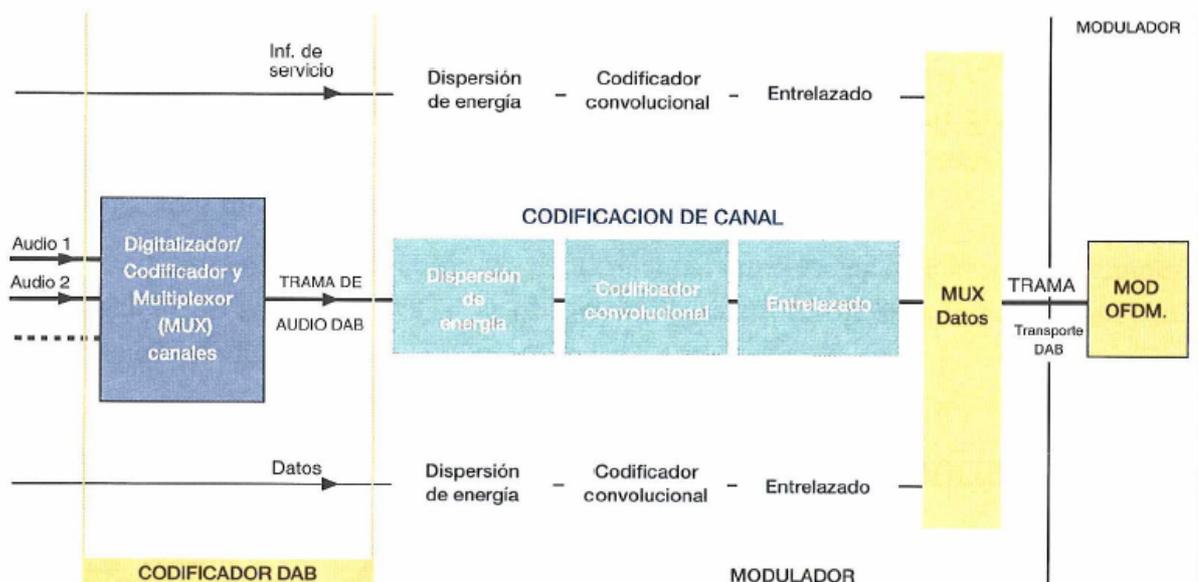


Fig.10: Esquema de un Codificador DAB.

Teniendo en cuenta estos aspectos, la reducción de la información es de al rededor de siete veces. A este proceso se le denomina MUSICAM (codificación de audio según MPEG).

En función del estándar utilizado, la velocidad de transmisión de datos para el audio codificado de esta forma está comprendida entre 32 Kbps y 192 Kbps (ISO/IEC 11172-3) ó entre 8 y 160 Kbps (ISO/IEC 13818-3) en el caso del mono, y el doble para el estéreo, utilizando el muestreo de 48 KHz.

La compresión del canal permite introducir más de un programa por canal, con las ventajas que ello supone a la hora de acceder a un programa determinado.

Así pues, los programas de audio una vez codificados se multiplexan, ya que el sistema DAB contempla la organización y empaquetado del múltiplex. Este empaquetado se puede ver en la siguiente figura:

La trama de audio DAB (fig. ) está dividida en tres partes básicas:

- Sincronización: es un paquete de 32 bits que se utiliza para realizar las funciones básicas de demodulación, es decir, sincronización de trama, control automático de frecuencia, estimación de canal e identificación del transmisor.
- FIC (*Fast Identification Channel*) Identificador rápido de canal: es un paquete de 256 bits que contiene información de servicio para el receptor, es decir, información de la composición del múltiplex, acceso condicional, etc.
- Canal principal MSC (*Main Service Channel*): son 864 bits, dividido en 32 sub-bandas, las bandas en que se subdivide la codificación MUSICAM e individualmente convolucionadas.

Al final de la trama DAB se agregan los datos asociados al programa (PAD, *Program Associated Data*) y su longitud es variable, pudiendo alcanzar hasta 64 Kbps. Estos datos contienen todo tipo de información complementaria al programa (título de la canción, intérprete, orquesta, portada del CD, etc.).

Teniendo en cuenta la asignación de bit, la trama DAB de audio básica tiene una duración en función de la frecuencia de muestreo de:

- 24 ms, para una frecuencia de muestreo de 48 KHz, es decir 1152 bits.
- 48 ms, para una frecuencia de muestreo de 24 KHz, es decir 1152 bits.

El múltiplex no tiene que ser necesariamente de audio, puede haber algún o todos los programas de datos, incluso con servicios interactivos. El sistema es transparente y no distingue si es información de audio o datos. Ejemplos de estos servicios son:

- Servicios de tráfico.
- Mensajes de previsión del tiempo.
- Anuncios.
- Ventas.
- Entretenimiento.
- Servicios de datos para colectivos, como banca, periódicos, enseñanza, etc.,

También se puede incorporar servicios multimedia interactivos, estableciéndose el canal de retorno con los móviles mediante GSM-GPRS o UMTS y en los fijos mediante línea telefónica fija.

Otros servicios que se pueden establecer son los pseudos-interactivos, en donde la información se carga en el receptor, y esta es demandada por el usuario, refrescándose periódicamente. En este servicio, es interesante que el receptor esté direccionado de forma individual, de esta forma la información que se cargue en su receptor esté individualizada.

Muchos de los servicios de datos necesitan de una unidad de presentación en el receptor ("display"). Para el caso de los receptores móviles, que es donde primeramente se establecieron estos servicios, la incorporación de un display puede representar un elemento que pueda modificar la concentración del conductor, por lo que ya se está pensando en sintetizadores de voz.

#### 1.4.1.1. NÚMERO DE PROGRAMAS POR MÚLTIPLEX

Dependiendo de la codificación por muestra se puede enviar más o menos información de programa. Para el sistema DAB se puede elegir entre 32 Kbps (mono) y 384 Kbps (estereo), si bien recientemente se ha aceptado por el consorcio DAB velocidades más bajas entre 8 y 24 Kbps. Eureka estableció un múltiplex con un ancho de banda de 1,5 MHz, por lo tanto se puede configurar una tabla entre la calidad de información y el número de programas por canal (tabla x.x)

| Protección contra errores                   | 0,8 <sub>(8/10)</sub>                       | 0,6 | 0,55 | 0,47 | 0,39 |
|---|---|-----|------|------|------|
| Cantidad de información por programa (Kbps) | Número de programas de audio por Múltiplex. |     |      |      |      |
| 64  | 12  | 14  | 18   | 20   | 27   |
| 128   | 6   | 7   | 9    | 10   | 13   |
| 192   | 4   | 5   | 6    | 7    | 9    |
| 224   | 3   | 4   | 5    | 6    | 7    |
| 256   | 3   | 3   | 4    | 5    | 6    |

Tabla 4: Relación flujo binario con el nº de programas.

## 1.4.2. MODULACIÓN SISTEMA DAB

La modulación utilizada es el COFDM al igual que la televisión digital terrenal. La característica más importante de este tipo de modulación es su protección contra la recepción multicamino, pilar básico del desarrollo del sistema DAB.

El bloque que configura la modulación de COFDM, se compone de dos partes:

- Codificación de canal de la señal a modular.
- Modulación de OFDM.

Los diferentes módulos de esta codificación coinciden con los utilizados en la televisión digital terrenal y los justifican las mismas razones, aunque hay algunas diferencias que conviene comentar:

- Sólo hay codificación convolucional, y las características de cada módulo se tiene que adaptar, no sólo al canal, sino también y fundamentalmente, al tipo de señal (servicio). Así la codificación convolucional es diferente y está especificada en la norma entre 8/9 y 8/32.
- Cada portadora está modulada en DQPSK (modulación diferencial de fase en cuadratura). Hay por tanto una diferencia importante respecto a la televisión digital terrenal, en donde las portadoras en el servicio convencional se modulaban en QAM. Esta diferencia de modulación permite la recepción del servicio con relaciones portadora- ruido realmente bajas.
- En comparativa con la radio FM, esta necesita relaciones C/N de alrededor 38 dB, mientras que el sistema DAB puede funcionar perfectamente con 9 dB, considerando un sistema real.

### 1.4.2.1. MODULACIÓN DQPSK

En la modulación QPSK se asigna por cada dos bits (un símbolo) una fase, esto crea el siguiente diagrama de constelación:

En este tipo de modulación la referencia de fase en el demodulador es de vital importancia, ya que la demodulación tiene ser coherente.

|    |      |
|----|------|
| 00 | 45°  |
| 10 | 135° |
| 11 | 225° |
| 10 | 315° |

Tabla 5: Tabla de codificación QPSK

En la modulación DQPSK, los símbolos no son las fases absolutas, sino las diferencias de fase entre símbolos consecutivos. La tabla de codificación, por tanto, será:

|    |      |
|----|------|
| 00 | 0°   |
| 10 | 90°  |
| 11 | 180° |
| 10 | 270° |

Tabla 6: Tabla de codificación DQPSK

La constelación es la misma que la modulación QPSK, pero la información en este caso está en la diferencia de fase entre símbolos consecutivos. La ventaja de esta modulación es que no necesita demodulación coherente.

### 1.4.3. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DAB

Como se comentó anteriormente, Eureka 147 definió el canal con un ancho de banda de 1,5 MHz, estableciendo cuatro modos diferentes de transmisión en función de las bandas de frecuencia de transmisión:

- Modo I: Este modo se ha establecido para transmisiones hercianas terrenales, en frecuencia por debajo de 300 MHz. Es el apropiado para redes de frecuencia única y, por lo tanto, para implementar servicios de radiodifusión sonora de ámbito nacional. Permite distancias entre transmisores de hasta 60 Km.
- Modo II: Modo que se establece en la banda hasta 1,5 GHz, poco adecuado para redes de frecuencia única, ya que permite distancias entre transmisores muy pequeñas. Es adecuado para servicios locales y regionales.
- Modo III: Modo definido para transmisiones de radiodifusión sonora digitales por satélite, en frecuencias por debajo de 3 GHz. La WARC-92, consideró para estos servicios 1,5; 2,3 y 2,6 GHz, pero recomendó, por motivos económicos y técnicos, la utilización de la banda de 1,5 GHz. Este modo es el adecuado para servicios que exceden al país y para coberturas del país.
- Modo IV: Es el último que fue definido y añadido a la especificación original. Se trata de establecer redes de frecuencia única utilizando los emplazamientos actuales de los transmisores de FM, servicios de ámbito nacional.

## 1.5. CODIFICACIÓN MPEG

El MPEG (Moving Pictures Expert Group) comenzó en 1998 como el grupo de trabajo 11, subcomité 29 del comité técnico consultivo número 1 de la Organización Internacional de Estandarización y de la Organización Electrónica Internacional (ISO/IEC JTC1). Su propósito fue definir los estándares para la compresión digital de señales de audio y vídeo. Tomó como base el estándar de la UIT para vídeo conferencia y vídeo telefonía, y el estándar del grupo de expertos en fotografía JPEG, que había sido desarrollado para la compresión de imágenes fijas, como la fotografía electrónica.

La tarea básica de MPEG fue tomar las señales de audio y vídeo y convertirlas en paquetes de información digital, de forma que pudieran transmitirse en redes de comunicaciones con mayor eficiencia. MPEG comprime las señales de audio y vídeo, desechando gran parte de la información redundante, consumiendo menos ancho de banda y manteniendo la calidad de transmisión desde la generación de la señal hasta la decodificación y presentación de la misma.

La codificación MPEG determina una estructura de información de vídeo digital, audio y datos asociados.

Normalmente cuando se habla de televisión digital, se refiere al estándar MPEG-2, que es la continuación de MPEG-1, desarrollado inicialmente para aplicaciones de CD interactivo.

La codificación MPEG-1 reduce el estándar de televisión americano NTSC y los europeos PAL y SECAM al formato SIF (4:2:0 reducido). Aunque MPEG-1 puede codificar imágenes hasta 4096 x 4096 píxeles y 60 tramas por segundo, muchas aplicaciones utilizan el formato llamado CPB (Constrained Parameter Bit stream, Limitador de Flujo de Bits), con una tasa binaria máxima de 1,86 Mbps (para aplicaciones en CD-i) y comprime adecuadamente la resolución SIF.

MPEG-2 es el sucesor de MPEG-1 y está optimizado para la transmisión de televisión al conseguir una baja degradación en la calidad de la imagen para velocidades entre 1,6 y 6 Mbps. Soporta diferentes relaciones de aspecto (4:3 ó 16:9), formatos de vídeo (progresivo, entrelazado) y definiciones y mejoras de la señal.

La compresión digital permite introducir varios programas dentro de un solo canal de programación, es por esto por lo que MPEG-2 no sólo contempla la resolución del flujo binario de las señales de audio y vídeo de un determinado programa, sino que contempla también la organización y empaquetado de múltiplex de uno o más programas, de manera que pueden ser separados en recepción.

Así, una vez realizada la compresión de las señales de audio y vídeo de los diferentes programas a multiplexar, la trama binaria se organiza en paquetes

de 188 bytes de longitud, incluyendo un byte de sincronismo, 3 bytes de cabecera y 184 bytes de carga útil. Esta trama binaria se conoce como paquete de transporte MPEG-2 (MPEG-2 TS "Transport Stream").

El múltiplex incluye toda la información necesaria para realizar los procesos de decodificación y de presentación de información e incluye además la denominada información de servicio SI (Service Information) que define la estructura del múltiplex (número de servicios de que consta, tipo de servicios, ...), información de acceso incondicional, información de referencia de reloj, así como otros tipos de información relevante que pudieran ser utilizados por parte del receptor para autoconfiguración y "zapping" inteligente.

Así la estructura MPEG-2 TS responde a la siguiente configuración:

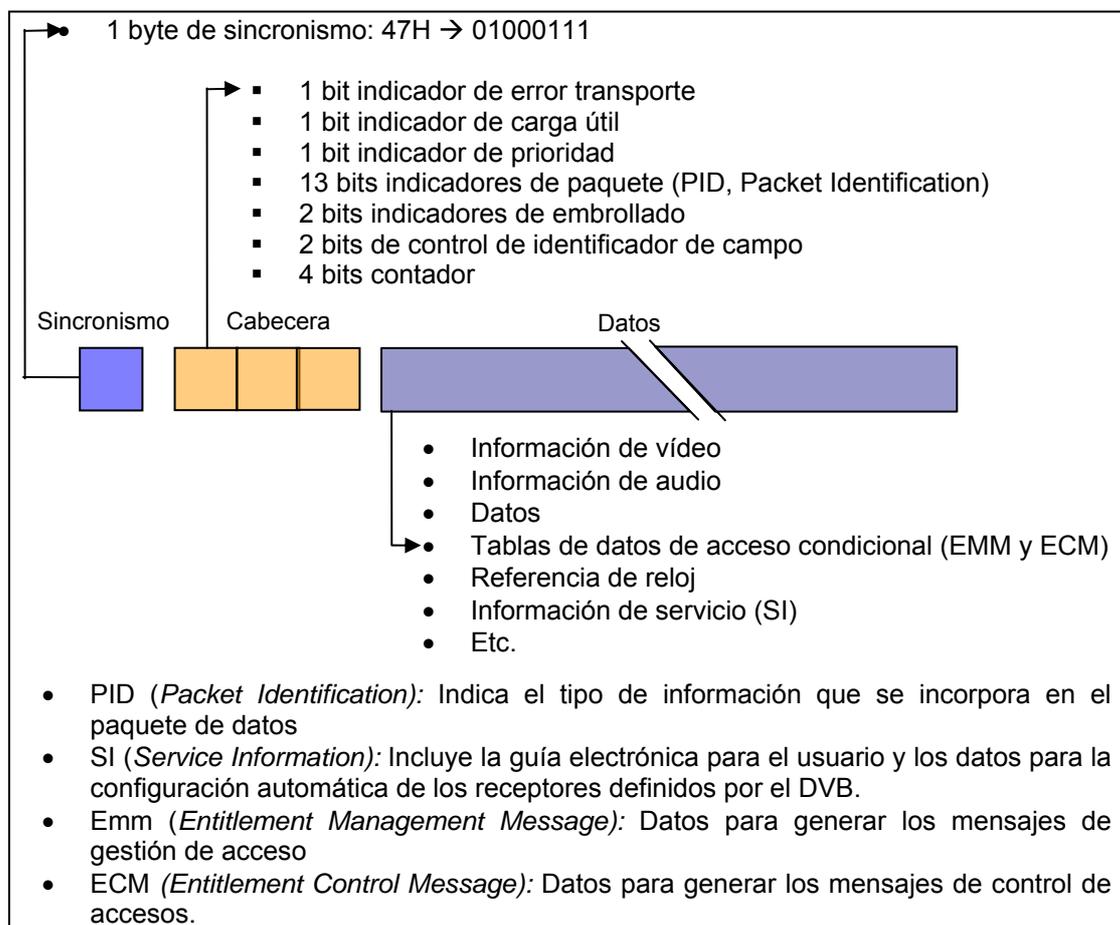


Fig.11: Trama MPEG-2 de transporte (MPEG-2 TS)

Con la multiplexación estadística aun podemos enviar mayor cantidad de información, esto se consigue si los programas son considerados de forma temporal, es decir, en vez de asignar un ancho de banda constante (nº de bits por segundo) durante toda la transmisión de dicho programa, asignamos una tasa de bits variable en función del contenido de forma dinámica. Para ello a cada programa se le asigna una tasa de bits (bits por segundo) mínima y variable en función del contenido.

Mediante esta técnica se puede hasta triplicar el número de programas por canal siempre que se elija un paquete de programas equilibrado, mezclando programas que requieran mucho ancho de banda con otros que requieran menos, como por ejemplo los dibujos animados.

Hoy en día una gran cantidad de radiodifusoras emplean esta técnica.

Las razones por las que el sistema DVB (Digital Video Broadcasting) adopte el MPEG-2 como codificación fuente para la transmisión de señales digitales de audio, vídeo y datos vía satélite cable y terrestre son:

- Su estructura paquetizada, que facilita las tareas de sincronización y permite el transporte de todos los componentes en una misma trama binaria.
- Es un sistema idóneo para el almacenamiento, ya que la propia trama binaria incluye la propia información de presentación para posibilitar el ordenamiento de las mismas.
- Permite la introducción de la información de servicio de una forma flexible para todas las configuraciones de servicio y sus componentes de audio, vídeo y datos.
- El DVB está evaluando el MPEG-4 y WMP9 como estándares de compresión de vídeo para aplicaciones multimedia.
- Utilizando la multiplexación estadística se puede aumentar la eficiencia espectral.

## 1.6. CALCULOS DE LA ICT

### 1.6.1. SERVICIOS DE RADIODIFUSIÓN SONORA Y TELEVISIÓN TERRENAL.

#### 1.6.1.1. CALCULO ATENUACIONES Y AMPLIFICADORES.

Para determinar el tipo de amplificadores que necesitaremos instalar debemos calcular previamente cual es la atenuación mínima y máxima en la toma de usuario que tenemos en la red. Estas atenuaciones son introducidas por los componentes que se deben instalar. En la tabla siguiente se hace una relación de las atenuaciones que introduce cada uno de ellos.

| DESCRIPCIÓN ELEMENTO                                 | ATENUACIONES |           |              |           |                |           |
|--|--------------|-----------|--------------|-----------|----------------|-----------|
|  | 5 - 47 MHz   |           | 47 - 862 MHz |           | 950 - 2150 MHz |           |
|  | Derivación   | Inserción | Derivación   | Inserción | Derivación     | Inserción |
| Cable ref.: 2149 PVC Televés                         | 0,03 dB/m    |           | 0,13 dB/m    |           | 0,20 dB/m      |           |
| Elementos de Distribución/Terminación                | Derivación   | Inserción | Derivación   | Inserción | Derivación     | Inserción |
| Mezclador / Distribuidor ref.: 7407 Televés          | x            | x         | <4 dB        | x         | <2 dB          | x         |
| Derivador ref.: 5446 Televés                         | 20 dB        | 2,3 dB    | 20 dB        | 1,6 dB    | 22 dB          | 2,1 dB    |
| Derivador ref.: 5445 Televés                         | 17 dB        | 3 dB      | 17 dB        | 2,3 dB    | 17 dB          | 3 dB      |
| Derivador ref.: 5444 Televés                         | 12 dB        | 5,5 dB    | 13 dB        | 4,7 dB    | 15 dB          | 7,5 dB    |
| Derivador ref.: 5425 Televés                         | x            | x         | 13 dB        | 2,2 dB    | 12 dB          | 2,4 dB    |
| Repartidor (PAU) ref.: 5160 Televés                  | x            | x         | x            | 10 dB     | x              | 12 dB     |
| Toma separadora (BAT) TV/FM - SAT ref.: 5226 Televés | X            | X         | 0,6 dB       | X         | 1,5 dB         | x         |

Tabla 7:

Tabla 8: Atenuaciones introducidas por los dispositivos y cable.

Para garantizar un nivel de señal óptimo en cada toma de usuario se establecen los siguientes valores para cada uno de los siguientes servicios de radiodifusión y televisión terrenal:

- Para televisión terrenal analógica (AM – TV) se ha de garantizar un nivel de señal entre 57 dB $\mu$ V y 80 dB $\mu$ V como máximo en cada toma de usuario.
- Para televisión terrenal digital (COFDM-TV) los niveles de señal están entre 45 dB $\mu$ V y 70 dB $\mu$ V como máximo.
- Para radio analógica (FM) los niveles son entre 40 dB $\mu$ V y 70 dB $\mu$ V como máximo.
- Para radio digital (DAB) los niveles son entre 30 dB $\mu$ V y 70 dB $\mu$ V como máximo.

(RD 401/2003. Anexo I. 4.5 Niveles de Calidad para los Servicios de Radiodifusión Sonora y de Televisión.)

Para el cálculo de las atenuaciones haremos uso de la siguiente fórmula

$$At = At_m + \sum At_c + \sum At_d \text{ Inserción} + At_d + At_{PAU} + At_{Toma}$$

Donde:  $At_m$  = Atenuación introducida por el mezclador.  
 $At_c$  = Atenuación introducida por el cable.  
 $At_d$  = Atenuación introducida por el derivador.  
 $At_{PAU}$  = Atenuación introducida por el PAU.  
 $At_{Toma}$  = Atenuación introducida por la toma (BAT)

Como resultado obtenemos la siguiente tabla:

| TABLA DE ATENUACIONES PARA RTV TERRENAL AM Y COFDM |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| VIVIENDAS  |       | A     |       |       |       |       | B     |       |       |       |       | C     |       |       |       |       |
| f (MHz)  | Ptas. | T VP  | T1    | T2    | T3    | T4    | T VP  | T1    | T2    | T3    | T4    | T VP  | T1    | T2    | T3    | T4    |
| 15   | 4     | 30,81 | 30,87 | 30,87 | 30,93 | 30,96 | 30,81 | 30,87 | 30,87 | 30,93 | 30,96 | 30,87 | 30,93 | 30,93 | 30,99 | 31,02 |
|  | 3     | 32,5  | 32,56 | 32,56 | 32,62 | 32,65 | 32,5  | 32,56 | 32,56 | 32,62 | 32,65 | 32,56 | 32,62 | 32,62 | 32,68 | 32,71 |
|  | 2     | 34,89 | 34,95 | 34,95 | 35,01 | 35,04 | 34,89 | 34,95 | 34,95 | 35,01 | 35,04 | 34,95 | 35,01 | 35,01 | 35,07 | 35,1  |
|  | 1     | 37,28 | 37,34 | 37,34 | 37,4  | 37,43 | 37,28 | 37,34 | 37,34 | 37,4  | 37,43 | 37,34 | 37,4  | 37,4  | 37,46 | 37,49 |
| 862  | 4     | 35,51 | 35,77 | 35,77 | 36,03 | 36,16 | 35,51 | 35,77 | 35,77 | 36,03 | 36,16 | 35,77 | 36,03 | 36,03 | 36,29 | 36,42 |
|  | 3     | 37,5  | 37,76 | 37,76 | 38,02 | 38,15 | 37,5  | 37,76 | 37,76 | 38,02 | 38,15 | 37,76 | 38,02 | 38,02 | 38,28 | 38,41 |
|  | 2     | 40,19 | 40,45 | 40,45 | 40,71 | 40,84 | 40,19 | 40,45 | 40,45 | 40,71 | 40,84 | 40,45 | 40,71 | 40,71 | 40,97 | 41,1  |
|  | 1     | 42,88 | 43,14 | 43,14 | 43,4  | 43,53 | 42,88 | 43,14 | 43,14 | 43,4  | 43,53 | 43,14 | 43,4  | 43,4  | 43,66 | 43,79 |

MEJOR TOMA PEOR TOMA

Tabla 9: Atenuaciones en tomas de usuario para RTV AM-COFDM.

La atenuación mínima se encuentra en las tomas del video portero de la planta 4, y la atenuación máxima se encuentra en la toma 4 de la planta 1. Su cálculo se ha realizado del siguiente modo:

| At Mínima     |                 |
|---------------|-----------------|
| At Mezclador  | 0               |
| At Cable      | 7m x 0,03dB/m   |
| At Derivador  | 22 dB           |
| At PAU        | 10 dB           |
| At BAT        | 0,6 dB          |
| <b>TOTAL=</b> | <b>30,81 dB</b> |

| At Máxima      |                 |
|----------------|-----------------|
| At Mezclador   | 4               |
| At Cable       | 23m x 0,13dB/m  |
| At Deriv. Paso | 1,6 dB          |
| At Deriv. Paso | 2 x 2,3 dB      |
| At Derivador   | 22 dB           |
| At PAU         | 10 dB           |
| At BAT         | 0,6 dB          |
| <b>TOTAL=</b>  | <b>43,79 dB</b> |

Tabla 10:

Tabla 11: Cálculos Atenuación máxima y mínima.

Para el cálculo de la potencia de señal máxima y mínima de los amplificadores monocanales utilizaremos las siguientes fórmulas:

$$S_{\min} \text{ cabecera} = \text{Atenuación máxima} + S_{\min} \text{ en toma}$$

$$S_{\max} \text{ cabecera} = \text{Atenuación mínima} + S_{\max} \text{ en toma}$$

Por lo tanto el nivel máximo y mínimo de los amplificadores, tanto analógicos como digitales, para garantizar los niveles definidos en el punto anterior serán:

- AM-TV

$$S_{\min \text{ Cabecera}} = 43,79 \text{ dB} + 57 \text{ dB}\mu\text{V} = 100,79 \text{ dB}\mu\text{V}$$

$$S_{\max \text{ Cabecera}} = 30,81 \text{ dB} + 80 \text{ dB}\mu\text{V} = 111,81 \text{ dB}\mu\text{V}$$

$$S_{\text{media Cabecera}} = (100,79 \text{ dB}\mu\text{V} + 111,81 \text{ dB}\mu\text{V}) / 2 = 106.3 \text{ dB}\mu\text{V}$$

Seleccionaremos amplificadores monocanales de 121 dB $\mu$ V y ajustaremos el combinador z a 108 dB $\mu$ V. La ganancia que obtenemos es de:

$$G = \text{Nivel de salida} - \text{Nivel en Antena (nivel de señal esperado)}$$

$$G = 108 \text{ dB}\mu\text{V} - 70 \text{ dB}\mu\text{V} = 38 \text{ dB}$$

y la Ganancia máxima es de:

$$G_{\max} = 121 \text{ dB}\mu\text{V} - 70 \text{ dB}\mu\text{V} = 51 \text{ dB}$$

Con esta amplificación y atenuación de la red se garantizan en todas las tomas los siguientes niveles de señal:

$$S_{\min \text{ Toma}} = 108 \text{ dB}\mu\text{V} - 43.79 \text{ dB} = 64.21 \text{ dB}\mu\text{V} > 57 \text{ dB}\mu\text{V}$$

$$S_{\max \text{ Toma}} = 108 \text{ dB}\mu\text{V} - 30.81 \text{ dB} = 78.19 \text{ dB}\mu\text{V} < 80 \text{ dB}\mu\text{V}$$

- COFDM-TV

$$S_{\min \text{ Cabecera}} = 43.79 \text{ dB} + 45 \text{ dB}\mu\text{V} = 88.79 \text{ dB}\mu\text{V}$$

$$S_{\max \text{ Cabecera}} = 30.81 \text{ dB} + 70 \text{ dB}\mu\text{V} = 100.81 \text{ dB}\mu\text{V}$$

$$S_{\text{media Cabecera}} = (88.79 \text{ dB}\mu\text{V} + 100.81 \text{ dB}\mu\text{V}) / 2 = 94.8 \text{ dB}\mu\text{V}$$

Seleccionaremos amplificadores monocanales de 110 dB $\mu$ V y ajustaremos el combinador z a 95 dB $\mu$ V. La ganancia que obtenemos es de:

$$G = \text{Nivel de salida} - \text{Nivel en Antena (nivel de señal esperado)}$$

$$G = 95 \text{ dB}\mu\text{V} - 67 \text{ dB}\mu\text{V} = 28 \text{ dB}$$

y la Ganancia máxima es de:

$$G_{\max} = 110 \text{ dB}\mu\text{V} - 67 \text{ dB}\mu\text{V} = 43 \text{ dB}$$

Con esta amplificación y atenuación de la red se garantizan en todas las tomas los siguientes niveles de señal:

$$S_{\min \text{ Toma}} = 95 \text{ dB}\mu\text{V} - 43.79 \text{ dB} = 51.21 \text{ dB}\mu\text{V} > 45 \text{ dB}\mu\text{V}$$

$$S_{\max \text{ Toma}} = 95 \text{ dB}\mu\text{V} - 30.81 \text{ dB} = 64.19 \text{ dB}\mu\text{V} < 70 \text{ dB}\mu\text{V}$$

- FM-Radio

$$S_{\min \text{ Cabecera}} = 43.79 \text{ dB} + 40 \text{ dB}\mu\text{V} = 83.79 \text{ dB}\mu\text{V}$$

$$S_{\max \text{ Cabecera}} = 30.81 \text{ dB} + 70 \text{ dB}\mu\text{V} = 100.81 \text{ dB}\mu\text{V}$$

$$S_{\text{media Cabecera}} = (83.79 \text{ dB}\mu\text{V} + 100.81 \text{ dB}\mu\text{V}) / 2 = 92.3 \text{ dB}\mu\text{V}$$

Seleccionaremos amplificadores monocanales de 114 dB $\mu$ V y ajustaremos el combinador z a 95 dB $\mu$ V. La ganancia que obtenemos es de:

$$G = \text{Nivel de salida} - \text{Nivel en Antena (nivel de señal esperado)}$$

$$G = 95 \text{ dB}\mu\text{V} - 65 \text{ dB}\mu\text{V} = 30 \text{ dB}$$

y la Ganancia máxima es de:

$$G_{\text{max}} = 114 \text{ dB}\mu\text{V} - 65 \text{ dB}\mu\text{V} = 49 \text{ dB}$$

Con esta amplificación y atenuación de la red se garantizan en todas las tomas los siguientes niveles de señal:

$$S_{\text{min Toma}} = 95 \text{ dB}\mu\text{V} - 43.79 \text{ dB} = 51.21 \text{ dB}\mu\text{V} > 40 \text{ dB}\mu\text{V}$$

$$S_{\text{max Toma}} = 95 \text{ dB}\mu\text{V} - 30.81 \text{ dB} = 64.19 \text{ dB}\mu\text{V} < 70 \text{ dB}\mu\text{V}$$

o DAB-Radio Digital

$$S_{\text{min Cabecera}} = 43.79 \text{ dB} + 30 \text{ dB}\mu\text{V} = 73.79 \text{ dB}\mu\text{V}$$

$$S_{\text{max Cabecera}} = 30.81 \text{ dB} + 70 \text{ dB}\mu\text{V} = 100.81 \text{ dB}\mu\text{V}$$

$$S_{\text{media Cabecera}} = (73.79 \text{ dB}\mu\text{V} + 100.81 \text{ dB}\mu\text{V}) / 2 = 87.3 \text{ dB}\mu\text{V}$$

Seleccionaremos amplificadores monocanales de 114 dB $\mu$ V y ajustaremos el combinador z a 95 dB $\mu$ V. La ganancia que obtenemos es de:

$$G = \text{Nivel de salida} - \text{Nivel en Antena (nivel de señal esperado)}$$

$$G = 95 \text{ dB}\mu\text{V} - 55 \text{ dB}\mu\text{V} = 40 \text{ dB}$$

y la Ganancia máxima es de:

$$G_{\text{max}} = 114 \text{ dB}\mu\text{V} - 55 \text{ dB}\mu\text{V} = 59 \text{ dB}$$

Con esta amplificación y atenuación de la red se garantizan en todas las tomas los siguientes niveles de señal:

$$S_{\text{min Toma}} = 95 \text{ dB}\mu\text{V} - 43.79 \text{ dB} = 51.21 \text{ dB}\mu\text{V} > 30 \text{ dB}\mu\text{V}$$

$$S_{\text{max Toma}} = 95 \text{ dB}\mu\text{V} - 30.81 \text{ dB} = 64.19 \text{ dB}\mu\text{V} < 70 \text{ dB}\mu\text{V}$$

### 1.6.1.2. CALCULO DE LA RESPUESTA AMPLITUD – FRECUENCIA EN BANDA

Este parámetro se especifica sólo para la atenuación introducida por la red entre la salida de cabecera y la toma de usuario con menor nivel de señal, de forma independiente para cada una de las bandas de 15 - 862 MHz y 950 - 2150 MHz. El parámetro indica la diferencia máxima de atenuación en cada una de las dos bandas anteriores.

$$R_t \text{ (dB)} = L_{\text{cab}} \text{ (dB)} + 2R \text{ (dB)} \rightarrow \text{donde:}$$

- $R_t$  es el rizado máximo total esperado en la banda.
- $L_{cab}$  es el rizado producido por el cable.
- $R$  el rizado producido por los elementos de la red.

Para la banda de 15 MHz a 862 MHz tenemos los siguientes resultados:

**$L_{cab}$  → Mejor toma → 4A y 4B toma VP: 7 m de cable**

$$\begin{aligned} \text{Atenuación (862 MHz) – Atenuación (15 MHz)} &= \\ &= (7\text{m} \times 0.13 \text{ dB/m}) - (7\text{m} \times 0.03 \text{ dB/m}) = 0.7 \text{ dB} \end{aligned}$$

**Peor toma → 1C toma 4: 21 m de cable**

$$\begin{aligned} \text{Atenuación (862 MHz) – Atenuación (15 MHz)} &= \\ &= (21\text{m} \times 0.13 \text{ dB/m}) - (21\text{m} \times 0.03 \text{ dB/m}) = 2.1 \text{ dB} \end{aligned}$$

**Elementos de red →**

| <b>Elem. Red Mejor Toma Pisos 4A y 4B Toma VP</b> |                      |           |                  |
|---|----------------------|-----------|------------------|
| 1   | Mezclador/Repartidor | ± 0,5 dB  | 0,5 dB           |
| 2   | Derivadores          | ± 0,5 dB  | 1 dB             |
| 1   | PAU                  | ± 0,25 dB | 0,25 dB          |
| 1   | BAT                  | ± 0,5 dB  | 0,5 dB           |
| <b>TOTAL</b>                                      |                      |           | <b>± 2,25 dB</b> |

| <b>Elem. Red Peor Toma Piso 1C Toma 1</b> |                      |           |                  |
|---|----------------------|-----------|------------------|
| 1   | Mezclador/Repartidor | ± 0,5 dB  | 0,5 dB           |
| 4   | Derivadores          | ± 0,5 dB  | 2 dB             |
| 1   | PAU                  | ± 0,25 dB | 0,25 dB          |
| 1   | BAT                  | ± 0,5 dB  | 0,5 dB           |
| <b>TOTAL</b>                              |                      |           | <b>± 3,25 dB</b> |

$$R_{t \text{ mejor}} = L_{cab \text{ mejor}} + 2 \cdot R_{\text{mejor}} = 0,7 \text{ dB} + 2 \times 2,25 \text{ dB} = 5,2 \text{ dB} < 16 \text{ dB}$$

$$R_{t \text{ peor}} = L_{cab \text{ peor}} + 2 \cdot R_{\text{peor}} = 2.1 \text{ dB} + 2 \times 3,25 \text{ dB} = 8.6 \text{ dB} < 16 \text{ dB}$$

Cumple con la normativa definida en el RD 401/2003, Anexo I. 4.5 Niveles de calidad para los servicios de radiodifusión sonora y de televisión. En este capítulo se establece que el nivel máximo, de Respuesta amplitud – frecuencia en banda de la red para esta banda de frecuencia es de 16 dB.

### 1.6.1.3. CÁLCULO DE LA RELACIÓN SEÑAL / RUIDO

Es la relación entre la potencia de la señal recibida y la potencia de ruido a la entrada del sistema más el ruido introducido por la propia red. Este valor nos mide la calidad de la comunicación y cuanto mayor sea mejor calidad tendrá el servicio.

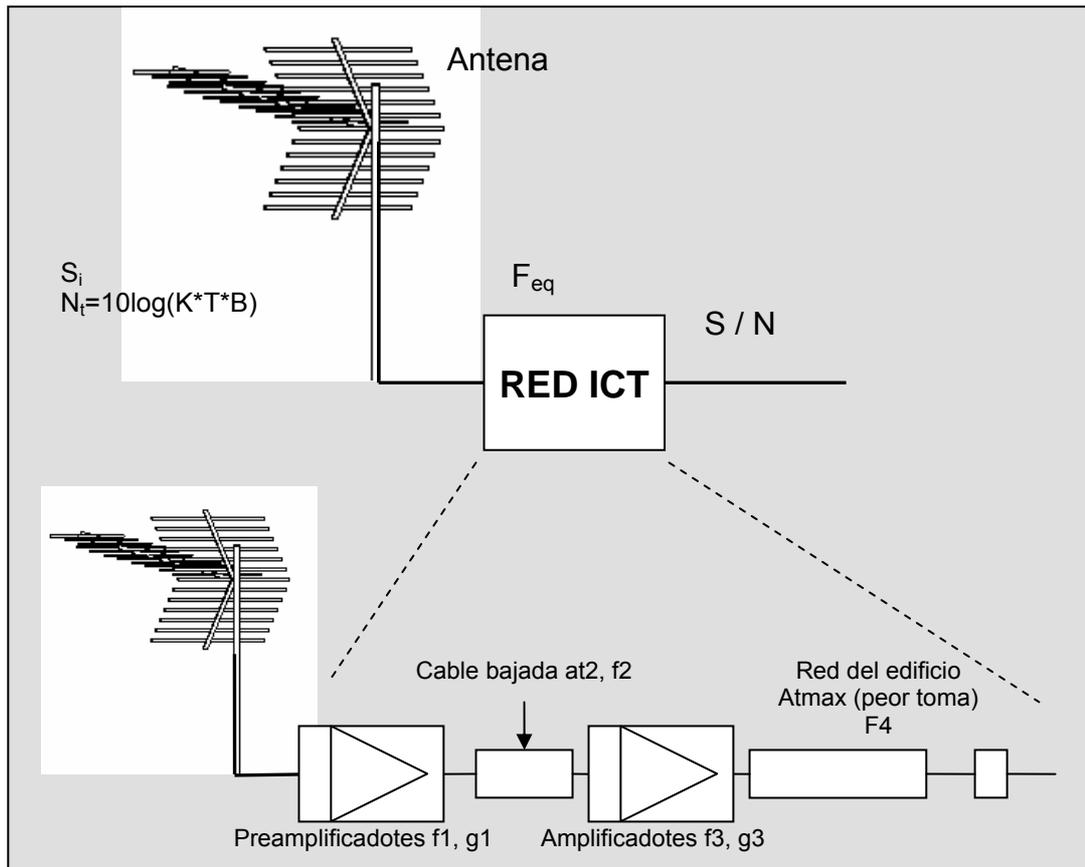


Fig.12: Elementos pasivos de la red ICT.

$$S/N \text{ (dB)} = S_i \text{ (dB)} - N_t \text{ (dB)} - F_{eq} \text{ (dB)}$$

Donde:

$S_i$ : Es el nivel de señal en antena para el canal más desfavorable de UHF. (70 dB $\mu$ V)

$N_t$ : Es el ruido térmico, la cual se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$N_t = 10 \log (K \times T \times B), \text{ donde:}$$

$K$ : Es la constante de Boltzman =  $1.38 \cdot 10^{-23}$  W / HzK

$T$ : Es la temperatura ambiente en °K = 290 °K

$B$ : Es el ancho de banda canal analógico o digital = 8MHz.

Para una  $R = 75 \Omega$ , tenemos que  $N_t = 3,235 \cdot 10^{-14}$  w  
 $\rightarrow (P = V^2/R)$

$$V = (75 \Omega \times 3,235 \cdot 10^{-14} \text{ w})^{1/2} = 1,56 \mu\text{V} \rightarrow 10 \log(1,56 \mu\text{V}) = 1.93 \text{ dB}\mu\text{V}$$

Este valor suele tomarse como valor de referencia 2 dB $\mu$ V.

$F_{eq}$ : Es la figura de ruido equivalente de la red ICT.

Para este proyecto no se consideran pre-amplificadores ni la atenuación del cable de bajada por lo tanto:

$$F_{eq} = f1 + (at2 - 1)/g1 + (f3 - 1) \times at2/g1 + (Atmax - 1) * at2 / (g1*g3)$$

Si  $f1=1$ ,  $g1=1$  y  $at2=1$ :

$$F_{eq} = f3 + (Atmax - 1) / g3$$

$f3 \rightarrow$  figura de ruido de los amplificadores es de 9 dB  $\rightarrow 10^{0.9}$

$g3 \rightarrow$  ganancia de los amplificadores

$\rightarrow$  Para AM-TV 38 dB  $\rightarrow 10^{3.8}$  (lineal)

$\rightarrow$  Para COFDM-TV 28 dB  $\rightarrow 10^{2.8}$  (lineal)

$\rightarrow$  Para FM-Radio 30 dB  $\rightarrow 10^3$  (lineal)

$\rightarrow$  Para DAB-Radio Digital 40 dB  $\rightarrow 10^4$  (lineal)

$Atmax \rightarrow$  Es la atenuación máxima del edificio es de 43.79 dB  $\rightarrow 10^{4.379}$

Para AM-TV:

$$F_{eq} = 10^{0.9} + (10^{4.379} - 1) / 10^{3.8} = 3.79 \text{ (lineal)}$$

$$F_{eq} = 10 \log 3.79 = 5.79 \text{ dB}$$

Para COFDM-TV:

$$F_{eq} = 10^{0.9} + (10^{4.379} - 1) / 10^{2.8} = 37.94 \text{ (lineal)}$$

$$F_{eq} = 10 \log 37.94 = 15.79 \text{ dB}$$

Para FM-Radio:

$$F_{eq} = 10^{0.9} + (10^{4.379} - 1) / 10^3 = 23.94 \text{ (lineal)}$$

$$F_{eq} = 10 \log 23.94 = 13.79 \text{ dB}$$

Para DAB-Radio Digital

$$F_{eq} = 10^{0.9} + (10^{4.379} - 1) / 10^4 = 2.39 \text{ (lineal)}$$

$$F_{eq} = 10 \log 2.39 = 3.79 \text{ dB}$$

Por lo tanto la relación señal a ruido es:

Para AM-TV:

$$S/N = 70 \text{ dB}\mu\text{V} - 2 \text{ dB}\mu\text{V} - 5.79 \text{ dB} = 62.21 \text{ dB} \geq 43 \text{ dB}$$

Para COFDM-TV:

$$S/N = 60 \text{ dB}\mu\text{V} - 2 \text{ dB}\mu\text{V} - 15.79 \text{ dB} = 42.21 \text{ dB} \geq 25 \text{ dB}$$

Para FM-Radio:

$$S/N = 65 \text{ dB}\mu\text{V} - 2 \text{ dB}\mu\text{V} - 13.79 \text{ dB} = 49.21 \text{ dB} \geq 38 \text{ dB}$$

Para DAB-Radio Digital:

$$S/N = 55 \text{ dB}\mu\text{V} - 2 \text{ dB}\mu\text{V} - 3.79 \text{ dB} = 49.21 \text{ dB} \geq 18 \text{ dB}$$

En el RD 401/2003 se especifica que la S/N mínima en la banda de 15 a 862 MHz para canales de TV analógicos es de 43 dB, para digitales de 25 dB, para FM-Radio es de 38 dB y para DAB-Radio Digital 18 dB. Por lo tanto en todos los casos se cumple con la normativa.

#### 1.6.1.4. INTERMODULACIÓN

La intermodulación es un tipo de interferencia que existe en la banda de recepción de los canales. Se debe a la no linealidad de los amplificadores que trabajan próximos a la zona de saturación (máximo nivel de señal amplificada).

En AM-TV y COFDM-TV se define la intermodulación simple cuando la cabecera está formada por amplificadores monocanales, como la relación en dB entre el nivel de portadora de un canal y el nivel de los productos de intermodulación de tercer orden provocados por las tres portadoras presentes en el canal (vídeo, audio y color presentes en los canales de TV).

$$S/I \text{ simple}_{\text{Toma}} = S/I \text{ simple}_{\text{cabecera}} + 2 (S_{\text{max}_{\text{cabecera}}} - S_{\text{real}_{\text{cabecera}}})$$

$S/I \text{ simple}_{\text{Toma}}$  y  $S/I \text{ simple}_{\text{cabecera}}$ : es la relación en dB entre el nivel de la portadora de un canal y el nivel de señal interferente dentro del canal.

$S_{\text{max}_{\text{cabecera}}}$ : Nivel de señal máximo a la salida que permiten los amplificadores seleccionados.

$S_{\text{real}_{\text{cabecera}}}$ : Nivel de señal real ajustado a la salida de los amplificadores.

Para AM-TV:

$$S/I \text{ simple}_{\text{Toma}} = 55 \text{ dB} + 2 (121 \text{ dB}\mu\text{V} - 108 \text{ dB}\mu\text{V}) = 81 \text{ dB} \geq 54 \text{ dB}$$

Para COFDM-TV:

$$S/I \text{ simple}_{\text{Toma}} = 30 \text{ dB} + 2 (110 \text{ dB}\mu\text{V} - 95 \text{ dB}\mu\text{V}) = 60 \text{ dB} \geq 30 \text{ dB}$$

Según el RD 401/2003, la S/I mínima en la banda de 15 a 862 MHz para los canales analógicos y digitales es de 54dB y 30dB respectivamente.

## 1.6.2. SERVICIOS DE RADIODIFUSION SONORA Y TELEVISIÓN POR SATÉLITE

### 1.6.2.1. CÁLCULOS PARA LA ORIENTACIÓN DE LA ANTENA PARABÓLICA

Para orientar la parabólica hacia el satélite ASTRA, el cual se encuentra a  $19'2^{\circ}$  E (longitud), deberemos emplear algunas fórmulas de trigonometría esférica. En dichas fórmulas hay que introducir algunas constantes terrestres:

$R = 42.164,46$  Km.  $\rightarrow$  Radio, medido desde el centro de la tierra, correspondiente a la trayectoria en la que se desplazan los satélites geoestacionarios.

$h = 35.786,3$  Km.  $\rightarrow$  Distancia desde el ecuador terrestre al satélite.

$R_T = 6.378,16$  Km.  $\rightarrow$  Radio terrestre ecuatorial. Diferencia entre R y h.

Para simplificar las expresiones, conviene definir dos variables auxiliares. La primera, simbolizada con F, resulta igual a la diferencia expresada en grados, entre la longitud del satélite  $L_{gs}$  y la longitud del punto de recepción  $L_{gr}$ :

$$F = L_{gs} - L_{gr}$$

La otra variable auxiliar, simbolizada con D resulta de la expresión:

$$D = \sqrt{h^2 + (2 * R_T * R * (1 + \cos F * \cos L_{tr}))}$$

Donde  $L_{tr}$  representa la latitud del punto de recepción.

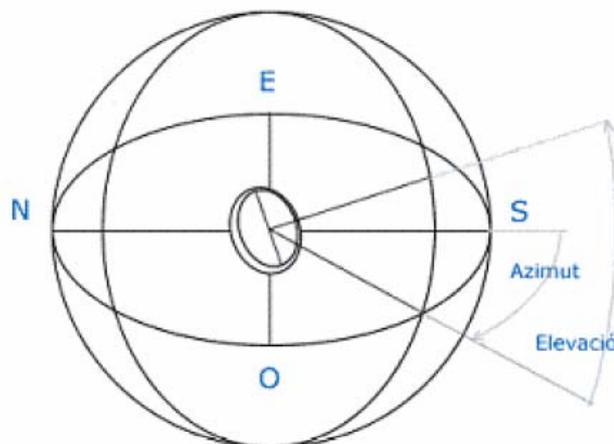


Fig.13: Ángulos de elevación y azimut de la antena parabólica.

El ángulo de elevación E puede calcularse mediante la fórmula:

$$E = \cos^{-1} \left[ \left( \frac{R}{D} \right) * \sqrt{(1 - \cos^2 F * \cos^2 L_{tr})} \right]$$

Y el ángulo de azimut A resulta:

$$A = 180^\circ - \text{sen}^{-1} \left[ \frac{\text{sen} F}{\sqrt{(1 - \cos^2 F * \cos^2 L_{tr})}} \right]$$

Por lo tanto si tenemos que la población de El Prat de Llobregat se encuentra situada a 41,18° Norte (latitud) y a 2,03° Este (longitud) los valores de elevación y azimut serán los siguientes:

$$F = 19,2^\circ - 2,03^\circ = 17,17^\circ$$

$$D = \sqrt{35.786,3^2 + (2 * 6.378,16 * 42.164,46 * (1 - \cos 17,17^\circ * \cos 41,18^\circ))} = 37.838,39 \text{ Km}$$

$$E = \cos^{-1} \left[ \frac{42.164,46}{37.838,39} * \sqrt{1 - (\cos^2 17,17^\circ * \cos^2 41,18^\circ)} \right] = 39,25^\circ$$

$$A = 180^\circ - \text{sen}^{-1} \left( \frac{\text{sen} 17,17^\circ}{\sqrt{1 - (\cos^2 17,17^\circ * \cos^2 41,18^\circ)}} \right) = 180^\circ - 25,14^\circ = 154,86^\circ$$

De aquí obtenemos que la parabólica deba orientarse con una elevación (E) de 39,25° y con un azimut (A) de 154,86°.

#### 1.6.2.2. CÁLCULO DE LAS ATENUACIONES Y AMPLIFICADORES FI

El cálculo de las atenuaciones, en todos los pisos, al rango de frecuencias comprendidas entre 950 MHz y 2150 MHz son las que se muestran en la siguiente tabla:

| TABLA DE ATENUACIONES PARA SAT |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| VIVIENDAS                      |       | A     |       |       |       |       | B     |       |       |       |       | C     |       |       |       |       |
| f (MHz)                        | Ptas. | T VP  | T1    | T2    | T3    | T4    | T VP  | T1    | T2    | T3    | T4    | T VP  | T1    | T2    | T3    | T4    |
| 950                            | 4     | 38,48 | 38,76 | 38,76 | 39,04 | 39,18 | 38,48 | 38,76 | 38,76 | 39,04 | 39,18 | 38,76 | 39,04 | 39,04 | 39,32 | 39,46 |
|                                | 3     | 36    | 36,28 | 36,28 | 36,56 | 36,7  | 36    | 36,28 | 36,28 | 36,56 | 36,7  | 36,28 | 36,56 | 36,56 | 36,84 | 36,98 |
|                                | 2     | 39,42 | 39,7  | 39,7  | 39,98 | 40,12 | 39,42 | 39,7  | 39,7  | 39,98 | 40,12 | 39,7  | 39,98 | 39,98 | 40,26 | 40,4  |
|                                | 1     | 40,84 | 41,12 | 41,12 | 41,4  | 41,54 | 40,84 | 41,12 | 41,12 | 41,4  | 41,54 | 41,12 | 41,4  | 41,4  | 41,68 | 41,82 |
| 2150                           | 4     | 38,9  | 39,3  | 39,3  | 39,7  | 39,9  | 38,9  | 39,3  | 39,3  | 39,7  | 39,9  | 39,3  | 39,7  | 39,7  | 40,1  | 40,3  |
|                                | 3     | 36,6  | 37    | 37    | 37,4  | 37,6  | 36,6  | 37    | 37    | 37,4  | 37,6  | 37    | 37,4  | 37,4  | 37,8  | 38    |
|                                | 2     | 40,2  | 40,6  | 40,6  | 41    | 41,2  | 40,2  | 40,6  | 40,6  | 41    | 41,2  | 40,6  | 41    | 41    | 41,4  | 41,6  |
|                                | 1     | 41,8  | 42,2  | 42,2  | 42,6  | 42,8  | 41,8  | 42,2  | 42,2  | 42,6  | 42,8  | 42,2  | 42,6  | 42,6  | 43    | 43,2  |

MEJOR TOMA PEOR TOMA

Tabla 12: Atenuaciones en tomas de usuario para TV-SAT.

Los cálculos de las atenuaciones se han realizado en base al esquema incluido en el apartado de Planos de este documento y a las características técnicas de cada uno de los elementos de la red de radiodifusión sonora y televisión.

Para garantizar un nivel de señal óptima en cada toma de usuario, del servicio FI, se establece un nivel de señal entre 47 dB $\mu$ V y 77 dB $\mu$ V como máximo.

*(RD 401/2003. Anexo I. 4.5 Niveles de Calidad para los Servicios de Radiodifusión Sonora y de Televisión.)*

Para el cálculo de la potencia de señal máxima y mínima del amplificador de FI utilizaremos las siguientes fórmulas:

$$S_{\min} \text{ amp. FI} = \text{Atenuación máxima} + S_{\min} \text{ en toma}$$

$$S_{\max} \text{ amp. FI} = \text{Atenuación mínima} + S_{\max} \text{ en toma}$$

Por lo tanto el nivel máximo y mínimo del amplificador, para asegurar unos ciertos niveles de señales en las tomas de usuario, partiendo de la atenuación de la red serán:

$$S_{\min} \text{ amp. FI} = 43.2 \text{ dB} + 47 \text{ dB}\mu\text{V} = 90.2 \text{ dB}\mu\text{V}$$

$$S_{\max} \text{ amp. FI} = 36 \text{ dB} + 77 \text{ dB}\mu\text{V} = 113 \text{ dB}\mu\text{V}$$

Seleccionaremos un amplificador de nivel de salida máximo de 120 dB $\mu$ V y lo ajustaremos para que a la salida se obtengan 108 dB $\mu$ V = 120 dB $\mu$ V - 7,5 log(n-1), donde n es el número de canales amplificados (40). La ganancia que obtenemos es de:

$$G = \text{Nivel de salida} - \text{Nivel en Antena (nivel de señal esperado)}$$

$$G = 108 \text{ dB}\mu\text{V} - 79,03 \text{ dB}\mu\text{V} = 29 \text{ dB}$$

Con esta amplificación y atenuación de la red se garantizan en todas las tomas los siguientes niveles de señal:

$$S_{\min \text{ Toma}} = 108 \text{ dB}\mu\text{V} - 43.2 \text{ dB} = 64.8 \text{ dB}\mu\text{V} > 47 \text{ dB}\mu\text{V}$$

$$S_{\max \text{ Toma}} = 108 \text{ dB}\mu\text{V} - 36 \text{ dB} = 72 \text{ dB}\mu\text{V} < 77 \text{ dB}\mu\text{V}$$

Por lo tanto se cumple con el RD 401/2003. Anexo I. 4.5 Niveles de Calidad para los Servicios de Radiodifusión Sonora y de Televisión

### 1.6.2.3. CÁLCULO DE LA RESPUESTA AMPLITUD-FRECUENCIA

Se define como la máxima variación de la atenuación a diferentes frecuencias en el mejor y peor caso, es decir, en la mínima y máxima atenuación respectivamente.

$R_t$  (dB) =  $L_{cab}$  (dB) + 2R (dB) → donde:

- $R_t$  es el rizado máximo total esperado en la banda.
- $L_{cab}$  es el rizado producido por el cable.
- R el rizado producido por los elementos de la red.

Para la banda de 950 MHz a 2150 MHz tenemos los siguientes resultados:

**Lcab** → Mejor toma → 3A y 3B toma VP: 8 m de cable

$$\text{Atenuación (2150 MHz) – Atenuación (950 MHz)} = \\ = (8 \text{ m} * 0.2 \text{ dB/m}) - (8 \text{ m} * 0.14 \text{ dB/m}) = 0.48 \text{ dB}$$

Peor toma → 1C toma 4: 23 m de cable

$$\text{Atenuación (2150 MHz) – Atenuación (950 MHz)} = \\ = (23 \text{ m} * 0.2 \text{ dB/m}) - (23 \text{ m} * 0.14 \text{ dB/m}) = 1.38 \text{ dB}$$

**Elementos de red** →

| <b>Elem. Red Mejor Toma 4A y 4B Toma 1</b> |                      |           |                  |
|--|----------------------|-----------|------------------|
| 1  | Mezclador/Repartidor | ± 0,5 dB  | 0,5 dB           |
| 2  | Derivadotes          | ± 0,5 dB  | 1 dB             |
| 1  | PAU                  | ± 0,25 dB | 0,25 dB          |
| 1  | BAT                  | ± 0,5 dB  | 0,5 dB           |
| <b>TOTAL</b>                               |                      |           | <b>± 2,25 dB</b> |

| <b>Elem. Red Peor Toma 1C Toma 1</b> |                      |           |                  |
|--------------------------------------|----------------------|-----------|------------------|
| 1                                    | Mezclador/Repartidor | ± 0,5 dB  | 0,5 dB           |
| 4                                    | Derivadores          | ± 0,5 dB  | 2 dB             |
| 1                                    | PAU                  | ± 0,25 dB | 0,25 dB          |
| 1                                    | BAT                  | ± 0,5 dB  | 0,5 dB           |
| <b>TOTAL</b>                         |                      |           | <b>± 3,25 dB</b> |

$$R_{t \text{ mejor}} = L_{cab \text{ mejor}} + 2 * R_{\text{mejor}} = 0.46 \text{ dB} + 2 * 2,25 \text{ dB} = 4.96 \text{ dB} < 20 \text{ dB}$$

$$R_{t \text{ peor}} = L_{cab \text{ peor}} + 2 * R_{\text{peor}} = 1.38 \text{ dB} + 2 * 3,25 \text{ dB} = 7.88 \text{ dB} < 20 \text{ dB}$$

Cumple con la normativa definida en el RD 401/2003, Anexo I. 4.5 Niveles de calidad para los servicios de radiodifusión sonora y de televisión. En este capítulo se establece que el nivel máximo, de Respuesta amplitud – frecuencia en banda de la red para esta banda de frecuencia es de 20dB.

#### 1.6.2.4. CÁLCULO DE LA RELACIÓN SEÑAL / RUIDO

Es la relación entre la potencia de la señal recibida y la potencia de ruido a la entrada del sistema más el ruido introducido por la propia red. Este valor nos mide la calidad de la comunicación y cuanto mayor sea mejor calidad tendrá el servicio.

$$C/N(\text{dB}) = \text{PIRE}(\text{dBW}) + G_e(\text{dB}) + 20 \log\left(\frac{\lambda}{4\pi D}\right) - 10 \log(K * T_{eq} * B) - A$$

Donde:

C/N: es la relación portadora / ruido en la toma usuario, la cual ha de ser mayor de 11 dB.

PIRE: Potencia Isotrópica Radiada Equivalente radiada por el satélite en dBW.

Ge: Ganancia efectiva de la antena receptora.

$$\lambda: \text{ Longitud de onda (m)} \quad \lambda = \frac{3 * 10^8 \text{ m/s}}{12,5 * 10^9 \text{ Hz}} = 0,024 \text{ m}$$

D: Distancia al satélite. En este caso para el satélite ASTRA D es de  $38 * 10^6$  m aproximadamente.

K: Constante de Boltzmann cuyo valor es de  $1,38 * 10^{-23}$  W/Hz.

T<sub>eq</sub>: Temperatura de ruido equivalente del conjunto LNB y el captado por el reflector en el ancho de banda (B) del canal.

B: Ancho de banda del filtro FI del receptor.

A: Pérdidas adicionales del enlace. Como nos encontramos en un medio atmosférico dependerá de las condiciones climáticas. Para días claros es del orden de 0,5dB y para días lluviosos es del orden de 1,5 a 2dB.

La figura de ruido (dB), denominado también factor de ruido (lineal) es la relación entre el ruido a la salida del amplificador real y el ideal (debido a los elementos activos). Para los elementos pasivos, tales como cables, derivadotes, etc., se contempla como una atenuación.

Normalmente el factor de ruido del sistema es prácticamente el factor de ruido del LNB, ya que el factor de ruido generado por los elementos pasivos es muy pequeño.

El objetivo es encontrar la ganancia y el diámetro de la antena a partir de los siguientes valores:

C/N: Según el RD401/2003, la C/N mínima en la banda de 950MHz–2150MHz para modulaciones QPSK es de 11dB. En nuestro caso la C/N deseada será de 17 dB (12,5dB + 1dB error de orientación + 1,5dB perdidas por desplazamiento + 2dB perdidas por condiciones climáticas, en el peor caso)

PIRE: 50dBW del satélite ASTRA.

$\lambda = 0,024$ m para una frecuencia de 12,5GHz.

Figura de ruido del LNB=0,5dB

Ganancia del LNB=51dB

Distancia al satélite ASTRA=38000Km=38\*10<sup>6</sup>m

B: Ancho de banda para canales QPSK es de 36 MHz

$$T_{eq} = T_{ant} + T_o(f_{sis}-1) + T_{LNB} = 35^{\circ}k + 290^{\circ}k(10^{0.05}-1) + 50^{\circ}k$$

$$T_{eq} = 85^{\circ}k + 35,38^{\circ}k = 120,38^{\circ}K$$

Con todos estos valores podemos calcular la ganancia efectiva mínima de la parábola:

$$G_e = \frac{C}{N} - PIRE - 20 \log\left(\frac{\lambda}{4\pi D}\right) + 10 \log(K * T_{eq} * B)$$

$$G_e = 17dB - 50dBW - (-205,97dB) + (-132,42dBW) = 40,55dB$$

El diámetro de la antena será:

$$G_e = \frac{4 * \pi * S_r * e_f}{\lambda^2} \text{ fórmula en lineal. } (S_r = \text{superficie} = \pi * r^2; e_f = \text{eficiencia antena} = 0,6)$$

$$S_r * e_f = \text{área efectiva de la antena. } S_r = \frac{0,024^2 * 10^{4,075}}{4 * \pi * 0,6} = 0,9m^2; r = \sqrt{\frac{S_r}{\pi}} = 0.535m$$

$$d(\text{diámetro parábola}) = 2 * r = 1,07m,$$

Si lo normalizamos a una medida comercial, tenemos que la antena tendrá un diámetro de 120 cm.

El nivel de señal obtenido en la antena es:

$$C = PIRE + G_e + 20 \log\left(\frac{\lambda}{4 * \pi * D}\right) = 50dBW + 40,52dB + (-205,97dB) = -115,45dBW$$

$$\text{en tensión : } C = 20 \log(\sqrt{P * R}) = 20 \log(\sqrt{2,851 * 10^{-12} W * 75\Omega}) = 20 \log(14,623\mu V)$$

$$C = 23,3dB\mu V$$

El nivel de señal obtenido a la entrada del amplificador FI es:

$$C = 23.3 \text{ dB}\mu V + 51 \text{ dB (LNB)} = 74.3 \text{ dB}\mu V$$

### 1.6.2.5. INTERMODULACIÓN

La *intermodulación* es un tipo de interferencia que existe en la banda de recepción de los canales. Se debe a la no linealidad de los amplificadores cuando trabajan próximos a la zona de saturación.

En QPSK-TV se define la *intermodulación múltiple*, cuando la cabecera está formada por amplificadores de banda ancha, como la relación en dB entre el nivel de portadora de un canal y el nivel de los productos de intermodulación de tercer orden provocados por las abatidas del resto de canales amplificados.

$$S/I_{\text{mult. Toma}} = S/I_{\text{múlt. cabecera}} + 2 * (S_{\text{max cabecera}} - S_{\text{real cabecera}}) - 2 * 7,5 \log (n-1)$$

$S/I_{\text{mult. Toma}}$  y  $S/I_{\text{múlt. cabecera}}$ : dadas por el fabricante, es la relación en dB entre el nivel de la portadora de un canal y el nivel de una señal interferente dentro de la banda amplificada.

$S_{\text{max cabecera}}$ : es el nivel de señal máximo que permiten los amplificadores a su salida.

$S_{\text{real cabecera}}$ : es el nivel de señal real ajustada a la salida de los amplificadores

n: es el número de canales amplificados.

$$S/I_{\text{mult. Toma}} = 35 \text{ dB} + 2 * (120 - 109) - 2 * 7,5 \log (30 - 1) = 35,06 \text{ dB} > 18 \text{ dB}$$

Según el RD401/2003, la S/I mínima en la banda de 950 – 2150 MHz para canales QPSK es de 18 dB, por lo tanto se cumple con la normativa.

## 1.6.3. ACCESO Y DISTRIBUCIÓN DEL SERVICIO DE TELEFONÍA BÁSICA

### 1.6.3.1. CÁLCULO, DIMENSIONADO DE LA RED Y TIPO DE CABLE

Esta red es única y se debe calcular el número de pares y definir los cables para cubrir las necesidades actuales y futuras.

Esta construcción consta de 1 bloque, con un total de 12 viviendas y 1 local de 198 m<sup>2</sup>. En este local no existe previsión de oficinas.

Para calcular el número de pares se ha seguido el criterio de la Norma técnica de infraestructuras comunes de telecomunicación para el acceso al servicio telefónico básico y RDSI, que establece la siguiente previsión de líneas:

|                          | Nº Viviendas | LÍNEAS TB | TOTAL TB |
|--------------------------|--------------|-----------|----------|
| PLANTA 4                 | 3            | 2         | 6        |
| PLANTA 3                 | 3            | 2         | 6        |
| PLANTA 2                 | 3            | 2         | 6        |
| PLANTA 1                 | 3            | 2         | 6        |
| PLANTA BAJA              | 0            | 0         | 0        |
| LOCALES                  | 1            | 6         | 6        |
| MAQ. ASCENSOR            | 1            | 1         | 1        |
| TOTAL LÍNEAS PREVISTAS   |              |           | 31       |
| Factor de corrección 1.4 |              |           | 44       |

Tabla 13: Previsión de líneas de TB.

La cifra de demanda prevista se multiplica por un factor de corrección de 1.4, lo que asegura una ocupación máxima del 70 % para prever posibles averías de algunos pares o alguna desviación por exceso de demanda de líneas.

Se utilizará el cable de pares normalizado de capacidad igual o superior a dicho valor, por lo tanto se utilizará un cable de 50 pares.

| Nº pares (N) | Nº cables | Tipo de cable                                   |
|--------------|-----------|---|
| 25<N≤50      | 1         | 50 pares {1 (50 p.)}                            |
| 50<N≤75      | 1         | 75 pares {1 (75 p.)}                            |
| 75<N≤100     | 1         | 100 pares {1 (100 p.)}                          |
| 100<N≤125    | 2         | 1 (100 p.) + 1 (25 p.) o 1 (75 p.) + 1 (50 p.)  |
| 125<N≤150    | 2         | 1 (100 p.) + 1 (50 p.) o 2 (75 p.)              |
| 150<N≤175    | 2         | 1 (100 p.) + 1 (75 p.)                          |
| 175<N≤200    | 2         | 2 (100 p.)                                      |
| 200<N≤225    | 3         | 2 (100 p.) + 1 (25 p.) o 3 (75 p.)              |
| 225<N≤250    | 3         | 2 (100 p.) + 1 (50 p.) o 1 (100 p.) + 2 (75 p.) |
| 250<N≤275    | 3         | 2 (100 p.) + 1 (75 p.)                          |
| 275<N≤300    | 3         | 3 (100 p.)                                      |

Tabla 14: Tabla de cables normalizados para TB.

### 1.6.3.2. DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

La red de distribución para TB:

- \* Esta formada por 1 cable de 50 pares para TB+RDSI.
- \* Este cable se conectará en el extremo inferior a las Regletas de Salida situadas en el Registro Principal, montado en el RITM Inferior.
- \* Se equiparán 5 regletas de 10 pares cada una en el Registro Principal para el servicio de telefonía.

- \* Los pares segregados se conectarán a las Regletas de Distribución montadas en el Registro Secundario.
- \* En cada Registro Secundario se segregarán 11, 9 ó 3 pares, según la planta, para TB.
- \* En el registro secundario de las plantas 1 a la 4 se equipará con 2 regletas de 5 pares cada una, en el registro secundario de la PB se equipará con 3 regletas de 5 pares y en el registro secundario del ascensor, situado en la sala de motores de la azotea, se equipará con una regleta de 5 pares.

El reparto de los pares son, 1 par para la máquina ascensor, 2 pares por vivienda y 6 para el local, lo que hace un total de 31 pares ( $2 \times 3 \text{viviendas} \times 4 \text{plantas} + 6 \times 1 \text{local} + 1 \text{ ascensor}$ ), los 19 pares restantes serán repartidos como reserva de forma equitativa. De este modo tendremos que en cada planta se segregarán 9 pares (6 pares, 2 por vivienda, y 3 pares de reserva), 3 pares en la sala de motores del ascensor situado en la azotea (1 par para cabina y 2 de reserva) y en la planta baja se segregarán 11 pares (6 para el local y 5 de reserva).

El reparto de los pares queda como se muestra en la siguiente tabla:

|          | Nº de Viviendas/Puertas      | Nº de pares | Capacidad de las regletas | Numeración de pares en Registro Principal |
|----------|------------------------------|-------------|---------------------------|---|
| M.Asc    | 1                            | 3           | 1 x 5 (RITM)              | 47 – 50                                   |
| PL.4     | 3                            | 9           | 2 x 5                     | 38 – 46                                   |
| PL.3     | 3                            | 9           | 2 x 5                     | 29 – 37                                   |
| PL. 2    | 3                            | 9           | 2 x 5                     | 21 – 28                                   |
| PL. 1    | 3                            | 9           | 2 x 5                     | 12 – 20                                   |
| PL. Baja | 1 Local (185m <sup>2</sup> ) | 11          | 3 x 5                     | 1 – 11                                    |

*Tabla 15: Reparto de pares de TB por plantas.*

La numeración de los pares se realiza siguiendo el código de colores, el cual queda como se muestra en la siguiente tabla de distribución y marcaje en el punto de interconexión (Regletas de salida del Registro Principal).

| Plantas | VIVIENDAS / PUERTAS                                |                |                |       | CONEXIONES DE RESERVA                   |
|---------|--|----------------|----------------|-------|---|
|         | A  | B              | C              | SMA   |   |
| AZOTEA  |  |                |                | A1.58 | AR.59 / AR.50                           |
| 4       | 41.49<br>41.40                                     | 42.51<br>42.52 | 43.53<br>43.54 |       | 4R.55 / 4R.56<br>4R.57                  |
| 3       | 31.30<br>31.41                                     | 32.42<br>32.43 | 33.44<br>33.45 |       | 3R.46 / 3R.47<br>3R.48                  |
| 2       | 21.31<br>21.32                                     | 22.33<br>22.34 | 23.35<br>23.36 |       | 2R.37 / 2R.38<br>2R.39                  |
| 1       | 11.22<br>11.23                                     | 12.24<br>12.25 | 13.26<br>13.27 |       | 1R.28 / 1R.29<br>1R.20                  |
| RESERVA |  |                |                |       |   |
| PB      | L1.11<br>L1.12<br>L1.13<br>L1.14<br>L1.15<br>L1.16 |                |                |       | L1.17 / L1.18<br>L1.19 / L1.10<br>L1.21 |

(Planta/Local/Azotea)(nº puerta/Reserva).(Regleta)(Par). Par=0 equivale al Par 10.

Tabla 16: Distribución de pares de TB por viviendas.

## 1.7. CANALIZACIÓN E INFRASTRUCTURA DE DISTRIBUCIÓN

En este apartado se definen y dimensionan las canalizaciones, recintos y registros necesarios que constituirán la infraestructura donde se ubicarán los cables y equipamiento necesarios para permitir el acceso de los usuarios a los servicios de telecomunicaciones definidos en los apartados anteriores. Todas las dimensiones están basadas en el anexo IV del RD 401/2003.

### 1.7.1. CONSIDERACIONES DE LA CANALIZACIÓN GENERAL DEL EDIFICIO

Empieza por la parte inferior del edificio en la arqueta de entrada y por la parte superior del edificio en la canalización de enlace superior, terminando siempre en las tomas de usuario.

La infraestructura la componen cinco partes diferentes:

- \* Canalización externa.
- \* Canalización de enlace.
- \* Canalización principal.
- \* Canalización secundaria.
- \* Canalización interior de usuario.

## 1.7.2. CANALIZACIÓN EXTERNA

Es la canalización que une la arqueta de entrada con el punto de entrada general del edificio. Está compuesta por 4 tubos de PVC de 63 mm de diámetro exterior embutidos en un prisma de hormigón y su ocupación se prevé de la siguiente forma:

Compuesta por 4 tubos de PVC rígido de 63 mm de diámetro mínimo.  
1 conducto para TB+RDSI  
1 conducto para TLCA.  
2 conductos de reserva.

Este proyecto contempla la construcción de una arqueta así como la canalización externa desde ella hasta cada inmueble. La construcción de ambas es responsabilidad de la propiedad del inmueble.

### 1.7.2.1. ARQUETA DE ENTRADA

Es el recinto que permite establecer la unión entre las redes de alimentación de los servicios de telecomunicación de los distintos operadores y la infraestructura común de telecomunicación del inmueble. Se encuentra en la zona exterior del inmueble y a ella confluyen por un lado las canalizaciones de los distintos operadores y por otro la canalización externa de la ICT del inmueble. Su construcción corresponde a la propiedad del inmueble.

Las medidas de la arqueta vienen determinadas por el número de puntos de acceso a usuario (PAU's) del inmueble. En este caso tenemos que el número de PAU's del inmueble es de 12 + 1 Local, por lo tanto sus medidas mínimas serán de 400x400x600 (longitud x anchura x profundidad, en mm), con la forma indicada en los planos incluidos en el anexo de este documento y con dos puntos para el tendido de los cables situados a 150 mm por encima de su fondo.

### 1.7.2.2. REGISTROS DE ENLACE Y PUNTOS DE ENTRADA GENERAL

Son dos puntos que marcan la entrada al edificio, uno en la parte inferior y otro en la parte superior.

El punto de entrada inferior es donde termina la canalización externa y empieza la canalización de enlace. Consiste en un pasamuros que permita ubicar los 4 tubos de 63mm que forman la canalización exterior. En el lado interior al edificio se colocará, como remate de este punto de entrada general, un registro de enlace para recibir los tubos.

Dimensiones mínimas: 400 x 400 x 400 mm (alto x ancho x profundo).

El punto de entrada superior estará formado por un pasamuros del tamaño suficiente para albergar los tubos de PVC que forman la canalización de enlace superior.

Dimensiones mínimas: 360 x 360 x 120 mm (alto x ancho x profundo).

### 1.7.2.3. CANALIZACIÓN DE ENLACE INFERIOR Y SUPERIOR

- \* Canalización de enlace inferior: esta canalización estará formada por 4 tubos que alojarán únicamente redes de telecomunicación. Podrán instalarse empotrados o superficiales.

Número de tubos:

- \* **TB+RDSI:**

| Pares previstos | Ø del mayor cable | 1 tubo de PVC |
|-----------------|-------------------|---------------|
| < 250 pares     | < 28 mm           | 40 mm         |

- \* **Televisión por cable:**

Un tubo de PVC de 40 mm de diámetro exterior, considerando que el diámetro del cable de la red de alimentación no es superior a 16 mm.

- \* **Reserva:**

2 tubos de PVC de Ø 40 mm.

En esta canalización, los operadores de los servicios instalarán sus cables de alimentación, siendo responsabilidad de ellos su colocación.

Compuesta por 4 tubos de PVC rígido de 40 mm de diámetro.

- \* Canalización de enlace superior: en esta canalización, los cables irán sin protección entubada entre los elementos de captación (antenas) y el punto de entrada al inmueble (pasamuros). A partir de aquí la canalización de enlace estará formada por:

Compuesta por 5 tubos de PVC de 40 mm de diámetro.

### 1.7.2.4. RECINTOS DE INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIONES

Los recintos dispondrán de espacios delimitados en planta para cada tipo de servicio de telecomunicación.

Tendrán una puerta de acceso metálica, con apertura hacia el exterior y dispondrán de cerradura con llave común para los distintos usuarios autorizados. El acceso a estos recintos estará controlado y la llave estará en poder del presidente de la comunidad de propietarios o del propietario del inmueble, o de la persona o personas en quien deleguen, que facilitarán el

acceso a los distintos operadores para efectuar los trabajos de instalación y mantenimientos necesarios.

\* Recinto de Instalaciones de Telecomunicación Modular Inferior (RITM Inferior)

Es el armario donde se ubican los registros principales y los equipos de adecuación de las señales de TB y TLCA. En él se localiza el punto de interconexión y se colocan los Registros Principales donde se montan las regletas de entrada y salida para telefonía y el distribuidor de salida para TLCA.

Sus características principales se desarrollan en el pliego de condiciones.

\* Recinto de Instalaciones de Telecomunicación Modular Inferior (RITM Superior)

Armario donde se instalarán los elementos necesarios para el suministro de televisión terrenal y por satélite para cada una de las partes del inmueble.

Los recintos tendrán una puerta de acceso metálica, con apertura hacia el exterior y dispondrán de cerradura con llave común para los distintos usuarios autorizados. El acceso a estos recintos estará controlado y la llave estará en poder del presidente de la comunidad de propietarios o del propietario del inmueble, o de la persona o personas en quien deleguen, que facilitarán el acceso a los distintos operadores para efectuar los trabajos de instalación y mantenimientos necesarios.

Los recintos dispondrán de espacios delimitados para cada servicio de telecomunicación.

Se colocará uno en la parte inferior (RITM Inferior) y otro en la parte superior (RITM Superior) del vestíbulo del edificio con las siguientes medidas mínimas:

|  |
|--|
| Medidas mínimas RITM: 2000x1000x500 mm (alto x ancho x profundo) |
|--|

A los armarios les llegará un tubo de 29 mm de diámetro desde el cuarto de contadores, para habilitar una canalización eléctrica constituida por cables de cobre de  $(2+T) \times 6 \text{ mm}^2$  y con aislamiento hasta 750V.

#### 1.7.2.5. REGISTROS PRINCIPALES

En el caso de telefonía es el armario o hueco previsto en el RITM para instalar las regletas de entrada y salida, los equipos de los operadores y las guías y soportes necesarios para el encaminamiento de cables y puentes. Hay que tener en cuenta que el número de pares de las regletas de salida será igual a la suma total de los pares de la red de distribución y que el número total de pares de las regletas de entrada (para todos los Operadores del servicio), será 1.5 veces el número de pares de las regletas de salida.

En cuanto a los registros principales para TLCA y SAFI, tendrán las dimensiones necesarias para albergar los elementos derivadores y distribuidores que proporcionan señal a los distintos usuarios.

Los registros principales de los distintos operadores estarán dotados con los mecanismos adecuados de seguridad que eviten manipulaciones no autorizadas de los mismos.

#### 1.7.2.6. CANALIZACIÓN PRINCIPAL

Es la canalización que une los RITM y los registros secundarios. En este caso al tratarse de un inmueble de viviendas, la canalización principal deberá ser rectilínea, fundamentalmente vertical y de una capacidad suficiente para alojar todos los cables necesarios para los servicios de telecomunicación del inmueble.

Como el número de usuarios por planta es inferior a 8 bastará con una sola canalización vertical.

Esta canalización se realizará con tubos de 50mm de diámetro y de pared interior lisa. El número de cables por tubo será tal que la suma de las superficies de las secciones transversales de todos ellos no superará el 40 % de la superficie de la sección transversal útil del tubo. Su dimensionamiento irá en función del número de viviendas, oficinas o locales comerciales del inmueble (PAU), por lo tanto como mínimo será tal y como se indica en la siguiente tabla:

| Nº de PAU  | Nº de tubos | Utilización   |
|------------|-------------|---|
| De 13 a 20 | 6           | 1 tubo RTV.<br>1 tubo TB + RDSI.<br>2 tubos TLCA y SAFI.<br>2 tubos de reserva. |

Tabla 17: Dimensionamiento de la canalización principal.

Los tramos horizontales de la canalización principal que unen distintas verticales se dimensionarán con la capacidad suficiente para alojar los cables necesarios para los servicios que se distribuyan en función del número de PAU a conectar.

#### 1.7.2.7. REGISTROS SECUNDARIOS

Son los registros que se intercalan en la canalización principal y que sirven para poder segregar en la misma todos los servicios en número suficiente para los usuarios de cada planta. La canalización principal interrumpe por el registro y continúa para enlazar con la de la planta superior, finalizando en este caso en el último registro secundario del edificio.

Alojarán los 4 derivadores de los montantes de RTV, los pasantes de pares de TB+RDSI con sus correspondientes regletas, y los pasantes correspondientes a la TLCA.

Los registros secundarios se ubicarán en zona comunitaria y de fácil acceso, y deberán estar dotados con el correspondiente sistema de cierre y, en los casos

en los que en su interior se aloje algún elemento de conexión, dispondrá de llave que deberá estar en posesión de la propiedad del inmueble.

Medidas mínimas: 450 x 450 x 150mm (ancho x alto x profundo)

En los casos en que se utilice un RITI situado en la planta baja, o un RITS situado en la última planta de viviendas, podrá habilitarse una parte de éste en la que se realicen las funciones de registro secundario de planta desde donde saldrá la red de dispersión de los distintos servicios hacia las viviendas y locales situados en dichas plantas.

#### 1.7.2.8. CANALIZACIONES SECUNDARIAS

Del registro secundario saldrán 4 canalizaciones secundarias realizadas con tubos de 25mm de diámetro distribuidos del siguiente modo:

- \* Uno para servicios de TB+RDSI
- \* Uno para servicios de TLCA y SAFI
- \* Uno para servicios de RTV
- \* Uno de reserva

El número de cables para cada servicio y sus dimensiones mínimas quedarán de acuerdo a la siguiente tabla:

| Diámetro exterior del tubo (mm) | Número de cables de acometida interior para TB + RDSI |            | Número de cables de acometida exterior para TB + RDSI | Número de acometidas de usuario para TLCA y SAFI | Número de acometidas de usuario para RTV |
|---------------------------------|---|------------|---|--|--|
|                                 | De 1 par  | De 2 pares |   |  |  |
| 25                              | 1 - 5   | 1 - 5      | 2   | 2  | 2  |
| 32                              | 6-12  | 6-11       | 4   | 6  | 6  |
| 40                              | 13-18   | 12-16      | 6   | 8  | 8  |

Tabla 18: Número de cables para cada servicio según diámetros de tubos.

#### 1.7.2.9. REGISTROS DE TERMINACIÓN DE RED

Estarán colocados en el interior de la vivienda o local y empotrados en la pared.

En ellos se instalan los elementos que delimitan la red comunitaria y la red privada de cada usuario.

Hay tres registros de terminación de red:

- El de TB+RDSI:

En viviendas será una caja o registro provisto de tapa, en cuyo interior se instalará el punto de terminación de red telefónica (PTR). Desde esta caja se repartirá la señal telefónica por medio de la red de usuario que irá dentro de la canalización interior.

Dimensiones mínimas: 100 x 170 x 40 mm (alto x ancho x profundo)

- El de RTV:

Está formado por una caja empotrada donde llegan los dos cables coaxiales de los montantes y se conectan al punto de terminación de red. En el mismo registro se coloca el repartidor conmutable que dará servicio a todas las tomas de usuario, este repartidor conmutable al ser activo necesitará una toma de corriente en sus inmediaciones, a ser posible dentro de la misma caja.

Dimensiones mínimas: 200 x 300 x 60mm (alto x ancho x profundo).

- El de TLCA y SAFI:

Está formado por una caja empotrada donde llegará en el momento de su instalación el cable coaxial de TLCA y se conectará al punto de terminación de red.

Dimensiones mínimas: 200 x 300 x 40mm (alto x ancho x profundo)

Los registros para RDSI, TLCA y RTV, dispondrán de toma de corriente o base de enchufe.

Estos registros se instalarán a más de 200mm y menos de 2300mm del suelo.

Los distintos registros de terminación de red, dispondrán de las entradas/salidas necesarias para la canalización secundaria y la de interior de usuario que accedan a ellos.

De manera opcional podrán ser integrados todos los servicios, anteriormente mencionados, en un único armario en el que se incluirán los tres servicios.

Dimensiones mínimas: 300x500x60mm (alto x ancho x profundo)

### 1.7.2.10. CANALIZACIÓN INTERIOR DE USUARIO

Estará compuesta por tubos de material plástico, coarrugados o lisos, que irán empotrados por el interior de la vivienda, uniendo los registros de terminación de red con los distintos registros de toma.

- Para el caso de **TB+RDSI**, esta unión será mediante un conducto de diámetro 16mm como mínimo. Teniendo en cuenta que se instalarán como máximo tres cables interiores de usuario por cada conducto de 16mm y seis por cada conducto de 20mm.
- Para el caso de **TLCA**, la unión se efectuará mediante un conducto de 16mm de diámetro como mínimo.
- Para el caso de **RTV**, la unión se efectuará mediante un conducto de 16mm de diámetro como mínimo.

La topología de las líneas será en estrella, si bien la canalización puede no serlo instalándose varios cables del mismo servicio por un mismo tubo.

Si la canalización interior supera los 15 m se utilizarán registros de paso para facilitar la instalación posterior de cables.

|   |
|---|
| Registro de paso TB+RDSI: 100 x 100 x 60mm (alto x ancho x profundo).<br>Registro de paso RTV+TVCA: 170 x 170 x 80mm ( “ “ “ ). |
|---|

### 1.7.2.11. REGISTROS DE TOMA

Irán empotrados en la pared. Estas cajas o registros deberán disponer para la fijación del elemento de conexión (BAT o toma de usuario) de, al menos, dos orificios para tornillos separados entre sí un mínimo de 60mm, y tendrán, como mínimo, 42mm de fondo y 64mm en cada lado exterior.

En cada vivienda habrán 12 tomas, una por servicio (TB + RDSI acceso básico, TLCA / SAFI, y RTV) y estancia sin contar baños ni trasteros. Las tomas de TLCA / SAFI y RTV de cada estancia estarán próximos.

En aquellas estancias, excluidos baños y trasteros, en las que no se instale BAT o toma, existirá un registro de toma, no específicamente asignado a un servicio concreto, pero que podrá ser configurado posteriormente por el usuario para disfrutar de aquel que considere más adecuado a sus necesidades.

En el local habrá seis registros de toma empotrados o superficiales, dos para cada servicio.

Los registros de toma tendrán en sus inmediaciones (máximo 500mm) una toma de corriente alterna, o base de enchufe.

## **1.8. INFRASTRUCTURA Y CANALIZACIÓN DE DISTRIBUCIÓN PARA EL HOGAR DIGITAL.**

En este apartado se definen y dimensionan las canalizaciones y registros necesarios que constituirán la infraestructura donde se ubicarán los cables y equipamiento necesarios para permitir el acceso de los usuarios a los servicios de Telecomunicaciones de la Información y de la Comunicación (TIC) definidos en los apartados anteriores.

Se divide en dos partes bien diferenciadas, una para la canalización de la intranet (red privada) y la otra para la canalización de la red domótica del sistema EIB/KNX.

### **1.8.1. CONSIDERACIONES SOBRE LA CANALIZACIÓN GENERAL.**

Empieza en la Planta Buhardilla de la vivienda desde el Rack, el cual enlaza con las plantas inferiores con la canalización principal terminando siempre en las tomas de usuario o de los dispositivos domóticos.

La infraestructura la componen tres partes diferentes:

- \* Canalización Vertical
- \* Canalización Horizontal.
- \* Canalización Secundaria.

#### *1.8.1.1. ARMARIO PARA REDES*

En este armario se ubicarán los dispositivos de red tales como el SAI, Pasarela residencial, Switches, Panel de parcheo RJ-45, Router / Modem ADSL, Central IP de la red EIB\_KNX, Servidor Web de video y amplificador de audio.

Desde este armario de red se realizará la distribución del cableado a todos los dispositivos distribuidos por la vivienda.

|  |
|--|
| Dimensiones mínimas: 1200 x 600 x 600mm (alto x ancho x profundo). |
|--|

#### *1.8.1.2. CANALIZACIÓN VERTICAL DE LA INTRANET Y DEL BUS EIB.*

Es la encargada de unir los dispositivos de red, ubicados en el armario para redes, con los registros de enlace y con los armarios de control domóticos colocados en cada planta.

Esta canalización estará formada por tres tubos de 63mm de diámetro. Serán de material plástico, corrugados o lisos, que irán empotrados por el interior de la vivienda.

### 1.8.1.3. *ARMARIO DE CONTROL DOMÓTICO EMPOTRABLE*

Son los armarios donde se alojarán los elementos de control del sistema EIB/KNX. Se colocará un armario en cada planta, excepto en las plantas primera y segunda donde se colocarán dos, y en él se alojarán los elementos de control de cada planta, con el objetivo de agrupar los dispositivos por zonas, reduciéndose de este modo el cableado necesario.

Cada uno de estos armarios va equipado con fuente de alimentación, electrónica de control y el adaptador de bus EIB.

Dimensiones mínimas: 800 x 400 x 100mm (alto x ancho x profundo).

Estos armarios se instalarán empotrados en la pared a más de 200mm y menos de 2300mm del suelo.

### 1.8.1.4. *REGISTROS DE ENLACE VERTICAL*

Son los registros que se intercalan en la canalización vertical y que sirven para poder enlazar con la canalización horizontal de cada planta. La canalización vertical interrumpe por el registro y continúa para enlazar con el registro de la planta inferior, finalizando en este caso en el registro situado en la Planta Baja.

Dimensiones mínimas: 200 x 300 x 70mm (alto x ancho x profundo).

Estos registros se instalarán empotrados en la pared a más de 200mm y menos de 2300mm del suelo.

### 1.8.1.5. *CANALIZACIÓN HORIZONTAL*

Nace en los registros de enlace vertical y muere en los dispositivos de la red ethernet y EIB, o en los registros de enlace horizontal.

Esta canalización estará formada por tubos de 16mm y 32mm de diámetro, en función de las necesidades de cada planta. Serán de material plástico, corrugados o lisos, que irán empotrados por el interior de la vivienda.

### 1.8.1.6. *REGISTROS DE ENLACE HORIZONTAL*

Son los registros que se intercalan entre la canalización horizontal y la canalización secundaria, la cual enlaza con la toma de conexión de los dispositivos ethernet o los dispositivos EIB.

Dimensiones mínimas: 300 x 200 x 70mm (alto x ancho x profundo).

Estos registros se instalarán empotrados en la pared a más de 200mm y menos de 2300mm del suelo.

#### *1.8.1.7. CANALIZACIÓN SECUNDARIA.*

Nace de los registros de enlace horizontal y vertical, y muere en los registros de terminación de red.

Esta canalización estará formada por tubos de 16mm de diámetro. Serán de material plástico, corrugados o lisos, que irán empotrados por el interior de la vivienda.

#### *1.8.1.8. REGISTROS DE TERMINACIÓN DE RED.*

Irán empotrados en la pared. Estas cajas o registros deberán disponer para la fijación del elemento de conexión (BAT o toma de usuario) de, al menos, dos orificios para tornillos separados entre sí un mínimo de 60mm, y tendrán, como mínimo, 42mm de fondo y 64mm en cada lado exterior.

Para la red de Ethernet se colocará una toma en cada estancia de la vivienda excepto en los aseos y lavabos. En la buhardilla, en el Salón- Comedor y en la cocina se colocarán dos tomas. En el Salón-comedor se colocará en una toma el AP para la WLAN, y en la otra al igual que las del resto de estancias del hogar, quedarán disponibles para ofrecer la posibilidad al usuario de colocar cámaras IP para la vigilancia remota de personas mayores o niños, o la conexión de otros dispositivos. En la Cocina se colocará una toma en la nevera para poder ofrecer al usuario la posibilidad de conectarla a la red.

Para la red domótica EIB/KNX será necesario colocar tantos registros como dispositivos conectados al bus. La cantidad de dispositivos están detallados en el anexo adjunto a esta memoria.

Los registros de toma de la red ethernet tendrán en sus inmediaciones (máximo 500mm) una toma de corriente alterna, o base de enchufe.

#### *1.8.1.9. CANALIZACIÓN ELÉCTRICA DE SEGURIDAD*

Esta canalización nace en la planta de la buhardilla, en el rack informático, donde se encuentra instalado el SAI y se distribuye por las diferentes plantas del inmueble para hacer llegar la tensión de alimentación ininterrumpida a las cámaras de videovigilancia exteriores, a la pantalla táctil situada en la primera planta, al servidor Web de video, a la pasarela residencial, al Switch y al Access Point.

De este modo se garantiza el funcionamiento de la red durante un tiempo, el cual depende de la autonomía máxima del SAI, en caso de corte del suministro eléctrico.

Esta canalización puede utilizar la canalización eléctrica general y sus registros pero, para diferenciarla del resto de la instalación eléctrica se utilizará cable de color rojo para la fase, azul (distinto al azul empleado en la red eléctrica convencional) para el neutro y verde-amarillo para el tierra.

Las tomas de corriente con tensión ininterrumpida serán de color distinto a las del resto de la vivienda para diferenciarlas.

Para el sistema domótico EIB/KNX no se necesita de esta alimentación pues ya dispone de sus propias fuentes de alimentación ininterrumpida con sus propios acumuladores.

## 1.9. PLIEGO CONDICIONES ICT

### 1.9.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS MATERIALES

#### 1.9.1.1. ELEMENTOS DE CAPTACIÓN DE LAS SEÑALES DE RTV TERRENAL Y SATÉLITE.

##### 1.9.1.1.1. Antena de UHF.

Antena del tipo array angular. Su diseño, compuesto por tres parrillas de elementos directores apiladas angularmente le proporciona una ganancia y ancho de banda superiores a las Yagi convencionales.

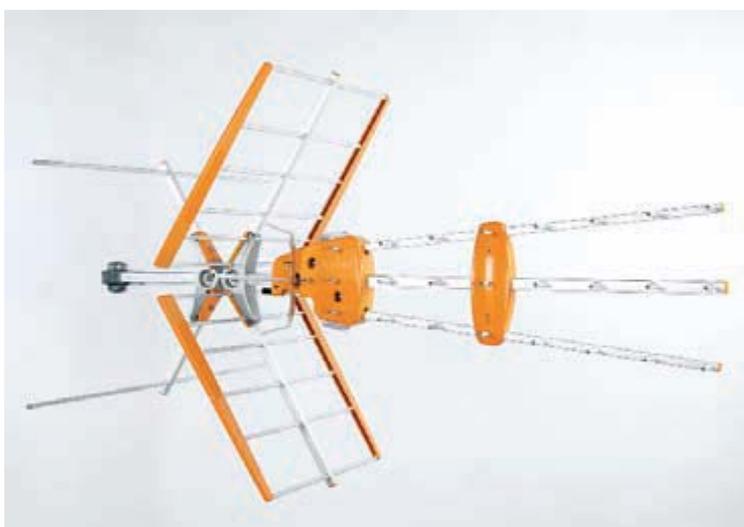


Fig.14: Antena VHF – UHF Televisión modelo DAT 45 Mixta. (Ref.:1096)

| Referencias     |                       | 1096       |        |
|-----------------|-----------------------|------------|--------|
| Canales         |                       | 5-12/21-69 |        |
| Ganancia        |                       | dB         | 8.5/16 |
| Relación D/A    |                       |            | >20    |
| Longitud        |                       | mm         | 1050   |
| Carga al viento | 800 N/m <sup>2</sup>  | N          | 142    |
|                 | 1100 N/m <sup>2</sup> |            | 195.4  |

|                                    |     |      |
|------------------------------------|-----|------|
| Presión de viento N/m <sup>2</sup> | 800 | 1100 |
| Velocidad de viento Km/h           | 130 | 150  |

Tabla 19: Datos técnicos de la antena.

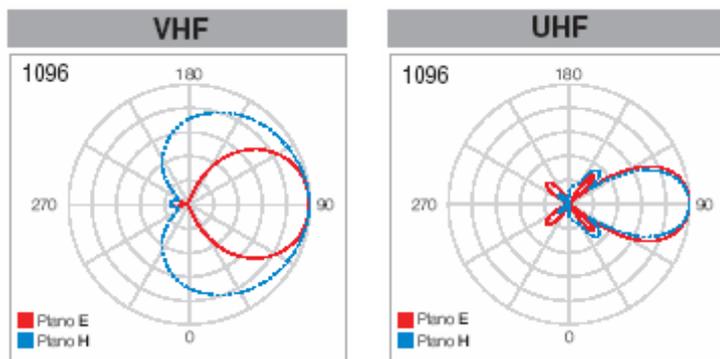


Fig.15: Diagrama de radiación de la antena para las bandas de VHF y UHF.

#### 1.9.1.1.2. Antena de FM

Antenas dimensionadas para las bandas de radio. Omnidireccionales o directivas. Permiten su instalación en mástiles de hasta 60 mm de diámetro. Seleccionamos una antena con dipolo plegado circularmente, por lo que se obtiene un diagrama de radiación omnidireccional.

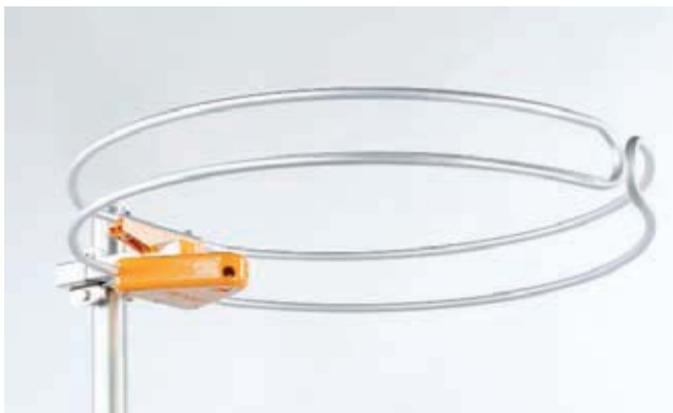


Fig.16: Antena Televes Circular de FM. Ref.: 1201

| Referencias         |                       | 1201 |      |
|---------------------|-----------------------|------|------|
| Banda               |                       | FM   |      |
| Ganancia            |                       | dB   | 1    |
| Relación D/A        |                       |      | 0    |
| Longitud            |                       | mm   | 500  |
| Carga al viento     | 800 N/m <sup>2</sup>  | N    | 27   |
|                     | 1100 N/m <sup>2</sup> |      | 37   |
| Presión de viento   | N/m <sup>2</sup>      | 800  | 1100 |
| Velocidad de viento | Km/h                  | 130  | 150  |

Tabla 20: Características técnicas de la antena de FM.

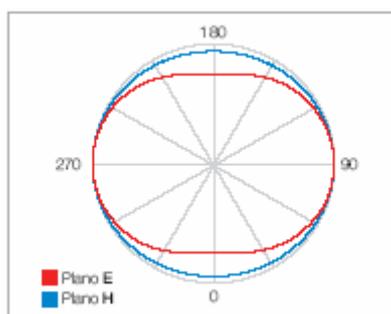


Fig.17: Diagrama de Radiación antena FM.

### 1.9.1.1.3. Antena de DAB

Se colocará una antena especialmente diseñada para la recepción de las señales de radio digital DAB (Digital Audio Broadcasting).

Es una antena de 3 elementos (reflector, dipolo y elemento director) que cubre toda la banda reservada para tales emisiones. Incorpora adaptador de impedancias en su caja de conexión. Esta caja de conexiones es blindada, con conector F inyectado en zamak y protector de caucho que la protege del agua.

Marca Televés, referencia 1050 con una ganancia de 8dB y preparada para montar en mástil de hasta 60mm de diámetro.

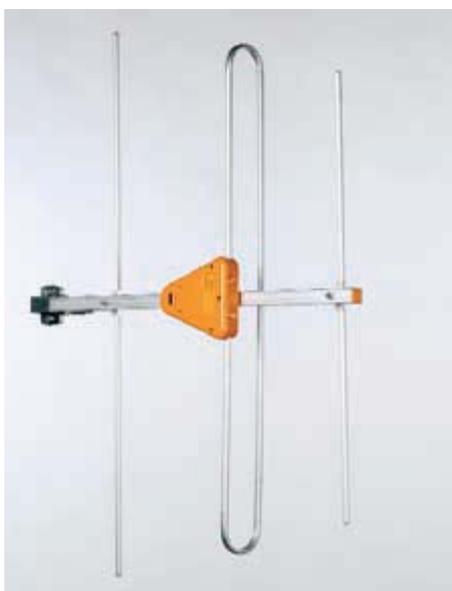
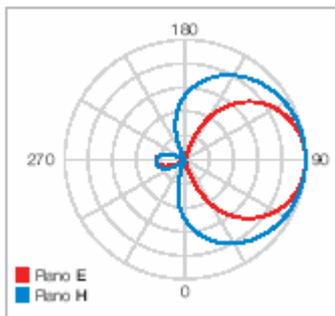


Fig.18: Antena de Radio Digital de Televés. Ref.: 1050.

| Referencias         |                       | 1050                 |      |
|---------------------|-----------------------|----------------------|------|
| Banda               |                       | DAB/BIII 190-232 MHz |      |
| Ganancia            |                       | dB                   | 8    |
| Relación D/A        |                       |                      | >15  |
| Longitud            |                       | mm                   | 555  |
| Carga al viento     | 800 N/m <sub>2</sub>  | N                    | 36.5 |
|                     | 1100 N/m <sub>2</sub> |                      | 50.2 |
| Presión de viento   | N/m <sub>2</sub>      | 800                  | 1100 |
| Velocidad de viento | Km/h                  | 130                  | 150  |

*Tabla 21: Características técnicas de la antena DAB*



*Fig.19: Diagrama de radiación.*

#### 1.9.1.1.4. Antena TV-SAT.

Se colocará una parábola tipo offset de aluminio anodizado y repulsado de 110mm de diámetro con garra para sujetarse en tubo cilíndrico de hasta 100mm.



*Fig.20: Antena parabólica Televisión. Ref.: 7572*

| Tamaño de la antena (mm) |      | 1100             |      |
|--------------------------|------|------------------|------|
| Ganancia a 11.7 GHz      | dB   | 41.5             |      |
| Ancho de banda           | GHz  | 10.7 a 12.75     |      |
| Ángulo OFFSET            | (°)  | 24               |      |
| Espesor                  | mm   | 1                |      |
| Ángulo de elevación      | (°)  | 10...60          |      |
| Carga al viento          | 800  | N/m <sup>2</sup> | 912  |
|                          | 1100 |                  | 1254 |

Tabla 22: Características técnicas de la antena parabólica.

Los soportes para su fijación y accesorios serán de material galvanizado y/o tratados con RPR para aumentar su protección contra la oxidación.

Se montará un conversor LNB de 0,5 dB de figura de ruido y 51 dB de ganancia. Deberá cumplir con los requisitos de radiación e inmunidad radiada y conducida que fija el RD401/2003.



Fig.21: Conversor de Televés Ref.: 7475

| Referencias                |     | 7475                 |
|----------------------------|-----|----------------------|
| Frecuencia de entrada      | MHz | 10.7-12.75           |
| Frecuencia de salida       |     | 950/1950 - 1100/2150 |
| Nº de salidas              |     | 1 (H/V)              |
| Ganancia                   | dB  | 51                   |
| Figura de ruido            |     | 0.5                  |
| Oscilador local            | GHz | 9.75/10.6            |
| Alimentación               | Vdc | 12...20              |
| Consumo máximo             | mA  | 150                  |
| Temperatura funcionamiento | °C  | -30...+60            |

Tabla 23: Características técnicas del conversor LNB de Televés Ref.: 7475

#### 1.9.1.1.5. Mástil para sujeción de las antenas.

Todas las estructuras para el soporte de antenas deben cumplir la “Norma Básica de la Edificación” (NBE88), que en su apartado Acciones en la Edificación (AE), clasifica las distintas acciones a que puede estar sometida una estructura. No obstante dada la naturaleza de las estructuras ligeras para soportar antenas de telecomunicación en los edificios es aplicable el Reglamento de Infraestructuras Comunes de telecomunicaciones (ICT) de 4 de abril de 2003.

Este reglamento en su apartado dimensiones y características mínimas, se tiene en cuenta la acción del viento como factor a considerar por para la elección de los soportes de las antenas, debiendo soportar:

- Para sistemas situados a menos de 20m del suelo: 130Km/h (800N/m<sup>2</sup>)
- Para sistemas situados a más de 20m del suelo: 150Km/h (1100N/m<sup>2</sup>)

En determinados casos de zonas expuestas, podría ser necesario considerar velocidades de viento superiores, en este caso será el instalador quien con su experiencia mida o considere otros parámetros más acordes con esta realidad.

Se montará un mástil de 3000 mm de longitud con un diámetro de 45 mm, espesor de 2 mm y con un momento flector de 355 Nxm (Newtons por metro).

Para mantener un equilibrio de fuerzas con el fin de reducir la carga a los vientos de la antena se colocará la más ligera en la punta superior del mástil y la más pesada en la parte inferior. Por lo tanto colocaremos la antena circular DAB en el extremo superior del mástil (3 metros), la antena de UHF se colocará a 1 metro por debajo de la DAB y la parabólica a 0.9 metros por debajo de la antena de UHF.

El mástil se instalará en un lateral o sobre el cuarto de motores del ascensor del edificio, siendo su altura máxima a nivel del suelo de 19'90 metros.

#### 1.9.1.2. ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA CABECERA DE RTV TERRENAL Y SATÉLITE.

##### 1.9.1.2.1. Amplificador Monocanal para DAB

Se ha seleccionado un amplificador monocanal de la gama T03 ref. 5099 de Televés con un nivel de salida de 114dB $\mu$ V y una ganancia de 45dB. El combinador en Z deberá ajustarse para dar un nivel de salida de 95dB $\mu$ V.

| Referencias             |            | 5099               |
|-------------------------|------------|--------------------|
| Ancho de banda          | MHz        | 37                 |
| Rango de frec.          |            | 195-232            |
| Ganancia                | dB         | 45                 |
| Nivel de salida         | dB $\mu$ V | 114                |
| Norma                   |            | di=50dB (2ch 4MHz) |
| Figura de ruido         | dB         | <9                 |
| Margen de regulación    |            | 35                 |
| Margen de actuación CAG |            | -                  |
| Rechazo entre can.      |            | 20 (n $\pm$ 2)     |
| Planicidad              |            | <13                |
| Consumo a 24 Vdc        | mA         | 90                 |
| Alim. previos (24 Vdc)  |            | 100                |
| Dimensiones             | mm         | 35x197x83          |

Tabla 24: Características técnicas del amplificador monocanal para DAB. Ref.: 5099.



Fig.22: Amplificador monocanal sistema T03.

#### 1.9.1.2.2. Amplificador monocanal para FM

Se ha seleccionado un amplificador de Televis de la gama T03 ref. 5082 con un nivel de salida de  $114\text{dB}\mu$  y  $32\text{dB}$  de ganancia. El combinador en Z deberá ajustarse para dar un nivel de salida de  $95\text{dB}\mu\text{V}$ .

| Referencias            |                        | 5082       |
|------------------------|------------------------|------------|
| Ancho de banda         | MHz                    | 20.5       |
| Rango de frec.         |                        | 87.5-108   |
| Ganancia               | dB                     | 30         |
| Nivel de salida        | $\text{dB}\mu\text{V}$ | 114        |
| Norma                  |                        | EN 50083-5 |
| Figura de ruido        | dB                     | <9         |
| Margen de regulación   |                        | 35         |
| Rechazo entre can.     |                        | 30***      |
| Planicidad             |                        | <3         |
| Consumo a 24 Vdc       | mA                     | 65         |
| Alim. previos (24 Vdc) | mA                     | 100        |
| Dimensiones            | mm                     | 35x197x83  |

Tabla 25: Características técnicas del amplificador monocanal de FM. Ref.: 5082

#### 1.9.1.2.3. Amplificador monocanal para UHF

Se colocarán tantos amplificadores monocanales de la gama T03 Ref.: 5084 como canales de UHF analógicos queramos sintonizar. En nuestro caso para poder sintonizar todos los canales analógicos, mostrados en la tabla 8 "Relación de los programas de RTV con los canales y frecuencias" de la memoria del proyecto (Pág.11), necesitaremos un total de 10 amplificadores de

UHF selectivo con un nivel de salida de  $120\text{dB}\mu$  y una ganancia de 48dB. El combinador en Z deberá ajustarse para dar un nivel de salida de  $108\text{dB}\mu\text{V}$ .

Para los canales de UHF digital situados en la banda de frecuencias comprendida entre 470MHz y 862MHz se utilizarán amplificadores monocanales de la gama T03 Ref.: 5086 con un nivel de salida de  $110\text{dB}\mu$  y una ganancia de 57dB. El combinador en Z deberá ajustarse para dar un nivel de salida de  $95\text{dB}\mu\text{V}$ .

| Referencias            |                        | 5084       | 5086        |
|------------------------|------------------------|------------|-------------|
| Ancho de banda         | MHz                    | 8          | 16/24/32/40 |
| Rango de frec.         |                        | 470-862    | 470-862     |
| Ganancia               | dB                     | 48         | 57          |
| Nivel de salida        | $\text{dB}\mu\text{V}$ | 120        | 110         |
| Norma                  |                        | EN 50083-5 | EN 50083-5  |
| Figura de ruido        | dB                     | <9         | <9          |
| Margen de regulación   |                        | 35         | 30          |
| Rechazo entre can.     |                        | 50 (n±3)   | 20 (ch 65)  |
| Planicidad             |                        | <1         | <1          |
| Consumo a 24 Vdc       | mA                     | 70         | 90          |
| Alim. previos (24 Vdc) |                        | 100        | 100         |
| Dimensiones            | mm                     | 35x197x83  | 35x197x83   |

Tabla 26: Características técnicas Amplificador Televés Ref.:5084 y 5086

#### 1.9.1.2.4. Procesador y Amplificador FI

Sintonizador modulador con entrada de FI de 950MHz a 2150MHz. Nivel de entrada de 40 a  $79\text{dB}\mu\text{V}$ . Umbral menor de 7 para garantizar una recepción libre de ruido en imagen, ya que la C/N a la salida del LNB es de 17dB (superior a los 11dB mínimos establecidos en la normativa vigente). Modulador de banda lateral vestigial.

Seleccionaremos un sintonizador con entrada de FI y salida RFV de Televés Ref.: 5864 y un amplificador de FI Televés Ref.: 5865 cuya ganancia se ajustará a 30dB.

| Referencias  |          | 5863                        | 5864            |
|--|----------|-----------------------------|-----------------|
| Rango de frec. entrada                                 | MHz      | 950-2150                    |                 |
| Rango de frec. salida                                  |          | 950-2150                    |                 |
| Paso de frec. de sintonización del oscilador conversor |          | 1                           |                 |
| Impedancia de salida                                   | $\Omega$ | 75                          |                 |
| Pérdidas de ret. entrada                               | dB       | >10                         |                 |
| Pérdidas de ret. salida                                |          | >10                         |                 |
| BW de c. seleccionable a -1dB                          | MHz      | 27/36 (conmutable)          |                 |
| Nivel de entrada                                       | dBm      | min. -50 / máx. -20         |                 |
| Nivel de salida  |          | máx. -20 (regulable >15 dB) |                 |
| Regulador de nivel                                     | Si       |                             |                 |
| Alimentación LNB                                       | Vdc      | 13/17 / OFF 22 KHz / OFF    |                 |
| <b>General</b>   |          |                             |                 |
| Consumo máximo   | mA       | 5V:360<br>15V:150           | 5V:1000 15V:150 |
| Índice de protección                                   | IP       | 20                          |                 |

**CENT. AMPLIFICACIÓN FI**

| Referencias                        |            | 5865       |  |
|------------------------------------|------------|------------|--|
| Rango de frecuencia                | MHz        | 950...2150 |  |
| Ganancia (950 MHz)                 | dB         | 35±2       |  |
| Ganancia (2150 MHz)                |            | 41±3       |  |
| Margen de regulación               |            | 20         |  |
| Tensión de salida (2 tonos - 35dB) | dB $\mu$ V | >123       |  |
| Conector                           |            | "F"        |  |
| Alimentación                       | Vdc        | 15         |  |
| Consumo                            | mA         | 15V:200    |  |

Tabla 27: Características técnicas del procesador y amplificador de FI

### 1.9.1.3. ELEMENTOS DE DISTRIBUCIÓN DE LA SEÑAL DE RTV ANALÓGICA, DIGITAL Y SATÉLITE

En este apartado se definen los elementos necesarios para hacer llegar la señal de la cabecera hacia las tomas de usuario (BAT).

#### 1.9.1.3.1. Mezclador/Repartidor

Dispositivo encargado de mezclar las señales de televisión terrenal y satélite para posteriormente ser distribuidas.

Se colocará un mezclador/repartidor de Televés referencia 7407.

| Referencias           | 7407   |          |
|-----------------------|--------|----------|
| Bandas mezcladas      | TV-FI  |          |
| Entradas con paso D/C | 2 (FI) |          |
| Pérdidas inserción TV | dB     | <4       |
| Pérdidas inserción FI |        | <2       |
| Rechazo TV-FI         |        | >20      |
| Dimensiones           | mm     | 93x78x25 |

Tabla 28: Características técnicas del mezclador-repartidor 7407



Fig.23: Mezclador-Repartidor de Televés con conector "F" 7407

#### 1.9.1.3.2. Derivadores

Se colocarán derivadores de Televés con referencia 5446, 5445, 5444 y 5425 con conectores tipo brida.

| Referencias                        |          |     | 5444   | 5445  | 5446 | 5425 |
|------------------------------------|----------|-----|--------|-------|------|------|
| Tipo                               |          |     | TA     | A     | B    | TA   |
| Margen de frecuencias              | MHz      |     | 5-2400 |       |      |      |
| Pérdidas de inserción IN-OUT       | 5-47     | dB  | 5.5    | 3     | 2.3  | 2.2  |
|                                    | 47-862   |     | 4.7    | 2.3   | 1.6  |      |
|                                    | 950-2400 |     | 5-7.5  | 2.3-3 | 2.1  | 2.4  |
| Pérdidas derivación IN-D1/D2/D3/D4 | 5-47     | dB  | 12     | 17    | 20   | 13   |
|                                    | 47-862   |     | 13     | 17    | 20   |      |
|                                    | 950-2400 |     | 15     | 17    | 22   | 12   |
|                                    | MATV     | dB  | -      | -     | -    | >32  |
|                                    | FI       |     | -      | -     | -    | >25  |
| Rechazo entre derivaciones         | 5-862    | dB  | > 28   | > 27  | > 28 | > 37 |
|                                    | 950-2400 |     | > 21   | > 20  | > 22 | > 31 |
| Tensión máxima                     | Vdc      | 40  |        |       |      |      |
| Corriente máx. paso                | mA       | 300 |        |       |      |      |

Tabla 29: Características técnicas de los derivadores Televés 5446, 5445, 5444 y 5425

1.9.1.3.3. Repartidores (PAU)

Se colocará un repartidor Televés referencia 5160 con 5 salidas por cada vivienda.

| Referencias                 |      | 5160     |
|-----------------------------|------|----------|
| Banda                       | MHz  | 5 - 2300 |
| Número de salidas           |      | 5        |
| Pérdidas de inserción       | MATV | 10       |
|                             | FI   | 12       |
| Rechazo entre salidas       | MATV | > 20     |
|                             | FI   |          |
| Paso DC salida-entrada máx. |      | A 1      |

Tabla 30: Características técnicas del repartidor Televés Ref.: 5160

1.9.1.3.4. Tomas de usuario (BAT, Base de Acceso Terminal)

Se instalarán tomas separadoras de Televés referencia 5226.

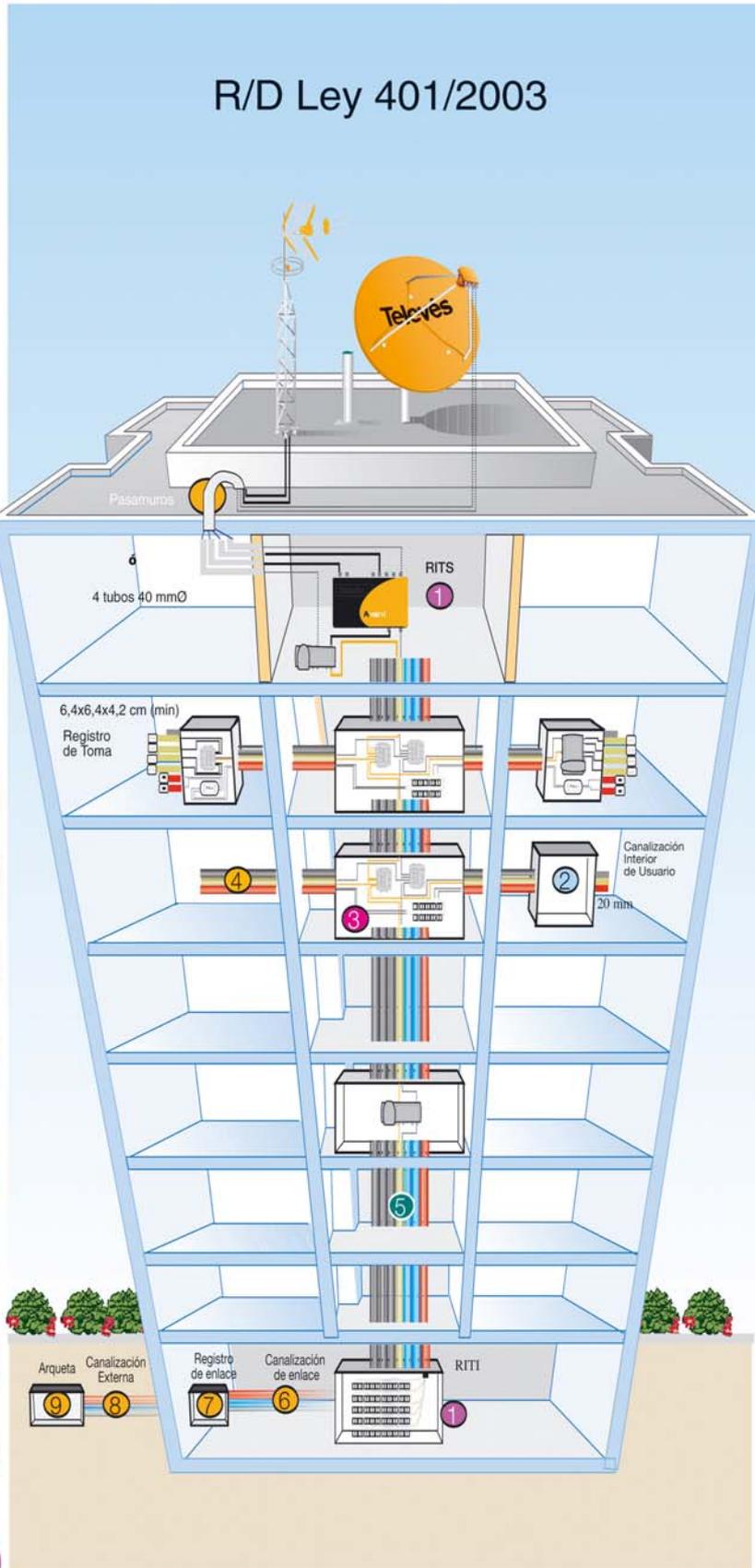
| Ref.  | Símbolo | Bandas | Pérdidas en derivación (dB) |          |                 |           |                |                |                         |             |                             |     | Paso DC (350mA) | Pérdidas paso (dB) |        |
|---|---------|--------|-----------------------------|----------|-----------------|-----------|----------------|----------------|-------------------------|-------------|-----------------------------|-----|-----------------|--------------------|--------|
|   |         |        | Retorno 5-47                | BI 47-68 | Sub Banda 68-89 | FM 88-108 | S Baja 104-174 | BI/DAB 174-230 | S. Alta Hiperb. 230-446 | UHF 470-862 | FI - SAT 950-2150 2150-2400 |     |                 | MATV               | FI SAT |
| <b>SCATV 5-1000 MHz</b>                       |         |        |                             |          |                 |           |                |                |                         |             |                             |     |                 |                    |        |
| 5232  |         | TV     | <1                          | <1       | <1              | -         | <1             | <1             | <1                      | <1          | -                           | -   | -               | -                  | -      |
|   |         | R      | -                           | -        | -               | 3         | -              | -              | -                       | -           | -                           | -   | -               | -                  | -      |
| 5233  |         | TV     | <8                          | 7        | 7               | 7         | 7              | 7              | 7                       | 7           | -                           | -   | -               | 2.6                | -      |
|   |         | R      | -                           | 26       | 26              | 26        | 26             | 26             | 26                      | 26          | -                           | -   | -               | -                  | -      |
| <b>Tomas con paso de corriente 5-2150 MHz</b> |         |        |                             |          |                 |           |                |                |                         |             |                             |     |                 |                    |        |
| 5229  |         | TV/R   | 4                           | 4        | 4               | 4         | 4              | 4              | 4                       | 4           | 5                           | -   | SAT→IN          | -                  | -      |
|   |         | SAT    | 4                           | 4        | 4               | 4         | 4              | 4              | 4                       | 4           | 5                           | -   | -               | -                  | -      |
| 5228  |         | TV/R   | 8.5                         | 8.5      | 8.5             | 8.5       | 8.5            | 8.5            | 8.5                     | 8.5         | 9                           | -   | IN→OUT          | 3.5                | 5      |
|   |         | SAT    | 7.5                         | 7.5      | 7.5             | 7.5       | 7.5            | 7.5            | 7.5                     | 7.5         | 10                          | -   | SAT→IN          | -                  | -      |
| 5227  |         | TV/R   | 13                          | 13       | 13              | 13        | 13             | 13             | 13                      | 13          | 13.5                        | -   | IN→OUT          | 1.2                | 2      |
|   |         | SAT    | 13                          | 13       | 13              | 13        | 13             | 13             | 13                      | 13          | 14                          | -   | SAT→IN          | -                  | -      |
| 5236  |         | TV/R   | 20                          | 20       | 20              | 20        | 20             | 20             | 20                      | 20          | 24                          | -   | IN→OUT          | 0.6                | 1.2    |
|   |         | SAT    | 20                          | 20       | 20              | 20        | 20             | 20             | 20                      | 20          | 24                          | -   | SAT→IN          | -                  | -      |
| <b>Bajas pérdidas 47-860 MHz</b>              |         |        |                             |          |                 |           |                |                |                         |             |                             |     |                 |                    |        |
| 5231  |         | TV     | 10                          | 9.5      | 9.5             | -         | 9.5            | 9.5            | 9.5                     | 9.5         | -                           | -   | -               | <1.3               | -      |
|   |         | R      | -                           | -        | -               | 24        | -              | -              | -                       | -           | -                           | -   | -               | -                  | -      |
| 5230  |         | TV/R   | 4.3                         | 4.5      | 4.5             | -         | 4.5            | 4.5            | 4.5                     | 4.5         | -                           | -   | -               | -                  | -      |
|   |         | SAT    | -                           | -        | -               | 18        | -              | -              | -                       | -           | -                           | -   | -               | -                  | -      |
| <b>Toma puenteadada final</b>                 |         |        |                             |          |                 |           |                |                |                         |             |                             |     |                 |                    |        |
| 5270  |         | TV     | <1                          | <1       | <1              | <1        | <1             | <1             | <1                      | <1          | -                           | -   | Si              | -                  |        |
|   |         | R      | <1                          | <1       | <1              | <1        | <1             | <1             | <1                      | <1          | -                           | -   | -               | -                  |        |
| <b>Separadoras - 2 salidas</b>                |         |        |                             |          |                 |           |                |                |                         |             |                             |     |                 |                    |        |
| 5232  |         | TV     | <1                          | <1       | <1              | -         | <1             | <1             | <1                      | <1          | -                           | -   | SAT→IN          | -                  |        |
|   |         | R      | -                           | -        | -               | 3         | -              | -              | -                       | -           | -                           | -   |                 |                    |        |
| 5226  |         | TV/R   | 0.6                         | 0.6      | 0.6             | 0.6       | 0.6            | 0.6            | 0.6                     | 0.6         | -                           | -   | -               | -                  |        |
|   |         | SAT    | -                           | -        | -               | -         | -              | -              | -                       | -           | 1.5                         | -   | -               | -                  |        |
| <b>Separadora triple</b>                      |         |        |                             |          |                 |           |                |                |                         |             |                             |     |                 |                    |        |
| 5246  |         | TV     | <1                          | <1.5     | <1.5            | <1.5      | <1.5           | <1.5           | <1.5                    | <1.5        | -                           | -   | -               | -                  |        |
|   |         | R      | 19                          | 19       | 19              | 19        | 19             | 19             | 19                      | 19          | -                           | -   | -               |                    |        |
|   |         | SAT    | -                           | -        | -               | -         | -              | -              | -                       | -           | -                           | 1.5 | 1±0.2           |                    | SAT→IN |

Fig.24: Características técnicas de la tomas de usuario Televés Ref.: 5226

## **1.10. PLANOS ICT**

# Instalaciones ICT

## Infraestructuras Comunes de Telecomunicación



**1 RITS**

**Amplificación SMATV**

- Monocanal
  - Sistema T03
- Programable
  - AVANT
- Banda Ancha
  - Central Minikom
  - Central Kompact
- Procesadores de señal
  - Transmóduladores
    - PSK/QAM •OFDM/PAL
    - PSK/PAL •STAR 2000
  - Procesadores
    - Análogos •Digitales
    - Moduladores
    - AV Mono/Stereo

**Registro de Toma**

**Tomas y Cajas de paso**

- Cajas de paso con y sin paso de corriente
- Tomas separadoras

**Telefonía**

- Base terminal 6 vías

**2 Registro de terminación de red**

**Comutación**

- Repartidor activo conmutable
- Conmutador HV
- Conmutador 22 KHz
- Conmutador DISEqC

**Telefonía**

- PAU Telefónico de 1 y 2 líneas

**PAU RTV**

- PAUT
- PAU repartidor

**Amplificación Interior**

- Amplificador SMATV (MATV+FI)
- Amplificador SCATV (MATV+Cret.)
- Amplificador MATV
- Amplificador de línea

**3 Registro Secundario**

**Telefonía**

- Regleta de 5/10 pares
- Soporte para regletas

**Reamplificación**

- Centrales SMATV (MATV+FI+Cret.)
- Central MATV
- Central FI
- Central 2 bajadas
- Separador de bandas

**Reparto**

- Repartidores 2, 3, 4, 6 y 8 D EMC
- Derivadores 2D EMC
- Derivadores 4 D EMC

**4 Cables Canalización Secundaria e Interior**

**Telefonía**

- Cable acometida
  - 1 par
  - 2 p.
- RTV De interior

**5 Canalización Principal**

**Telefonía**

- Cable multipar
  - 25 p.
  - 50 p.
  - 75 p.
  - 100 p.
- RTV De interior

**1 RITI**

**Telefonía**

- Regletas de 10 pares
- Soporte para regletas

**1 RITU**

| Nº de PAU | Dimensiones (long. x anch. x prof) |
|-----------|------------------------------------|
| ≤10       | 200 x 200 x 50                     |
| >10       | 230 x 200 x 200                    |

| RITI / RITS |                 |
|-------------|-----------------|
| ≤20         | 200 x 100 x 50  |
| 21-30       | 200 x 150 x 50  |
| 31-45       | 200 x 200 x 50  |
| >45         | 230 x 200 x 200 |

**2 Registro de terminación de red**

| Tipo                     | Dimensiones (long. x anch. x prof) |
|--------------------------|------------------------------------|
| TB+RDSI                  | 100 x 170 x 40                     |
| RTV                      | 200 x 300 x 60                     |
| TLCA/SAFI                | 200 x 300 x 40                     |
| 2 Servicios cuadro único | 300 x 400 x 60                     |
| 3 Servicios cuadro único | 300 x 500 x 60                     |

**3 Registro Secundario**

| N de Plantas | N de PAU |       | Dimensiones mm (long. x anch. x prof) |
|--------------|----------|-------|---------------------------------------|
|              | ø        | ø     |                                       |
| -            | -        | <30   | 550 x 1000 x 150                      |
| ≤5           | ≤4       | -     | 450 x 450 x 150                       |
| -            | -        | 21-30 | 500 x 700 x 150                       |
| >5           | >3       | ≤20   | 500 x 700 x 150                       |

**4 Canalización Secundaria**

| N de PAU/planta | N de Tubos | mm       |
|-----------------|------------|----------|
| ≥6              | 25/32/40   | 25/32/40 |
| <6              | 25         | 25       |

**5 Canalización Principal Nº de tubos de 50 mmØ**

| N de PAU | N de tubos  |         |
|----------|---|---------|
|          | TB+RDSI   | Reserva |
| ≤30      | 1   | 1       |
| >30      | Varias verticales / 2 tubos min.                          |         |
| ≤12      | 1   | 1       |
| 13-30    | 2   | 2       |
| >30      | Varias verticales / 1 tubo cada grupo 15 PAU/3 tubos min. |         |
| ≤20      | 2   | 2       |
| 21-30    | 3   | 3       |
| >30      | Varias verticales / 4 tubos min.                          |         |
| ≤30      | 1   | 1       |
| >30      | Varias verticales / 1 tubo min.                           |         |

**6 Canalización de enlace para entrada inferior (zona común) Nº de tubos y Diámetros**

| N de Pares | mm Cable Mayor    |                   | mm |
|------------|-------------------|-------------------|----|
|            | TB+RDSI (2 tubos) | Reserva (2 tubos) |    |
| <250       | <28               | <28               | 40 |
| 250-525    | <35               | <35               | 50 |
| 525-800    | <45               | <45               | 63 |

Reserva (2 tubos): 0 máximo de los anteriores  
TLCA (1 tubo): 40mmØ

**7 Registro de enlace**

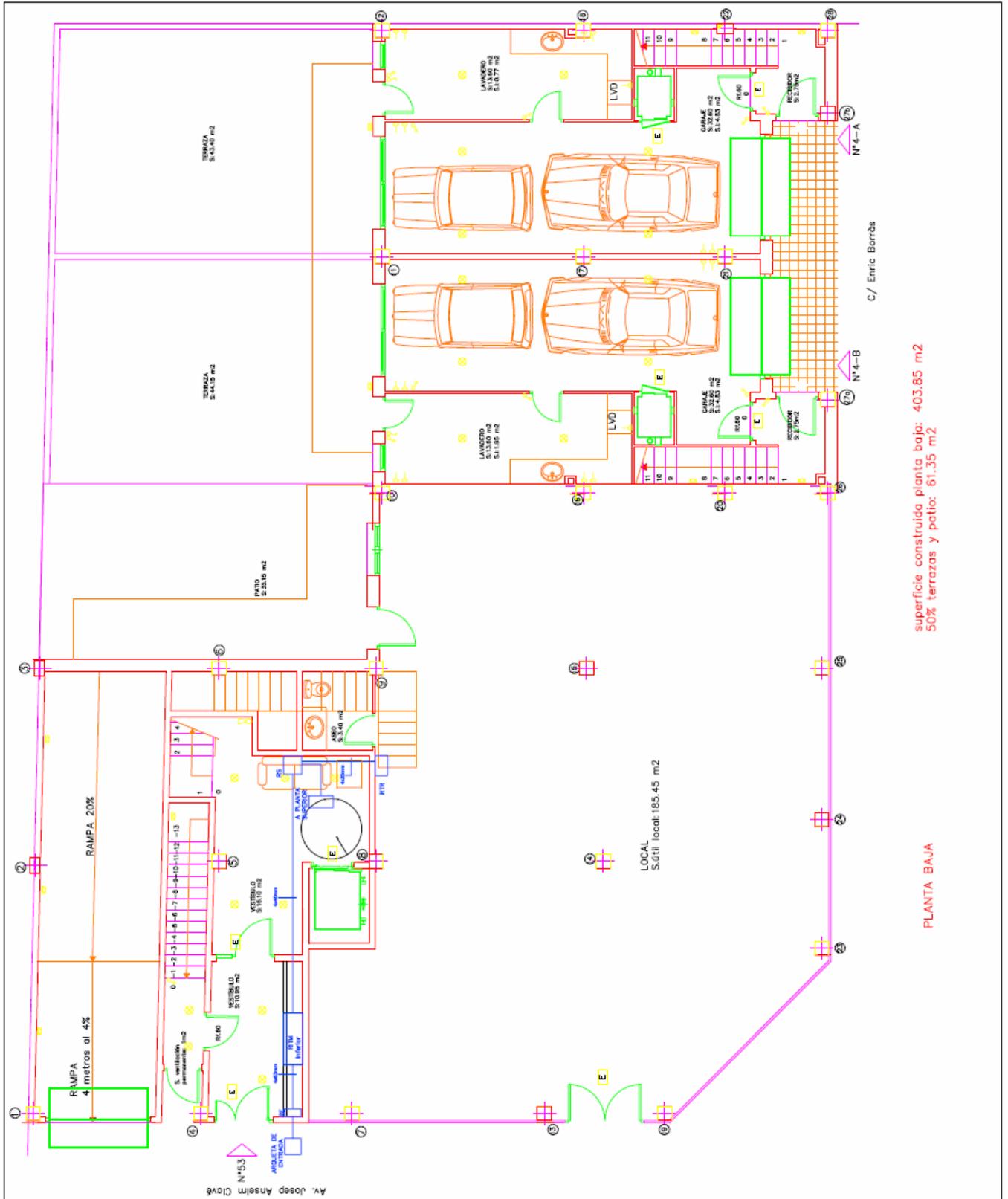
| Tipo              | Dimensiones (long. x anch. x prof) |
|-------------------|------------------------------------|
| Arqueta           | 400 x 400 x 400                    |
| Registro en pared | 450 x 450 x 120                    |

**8 Canalización externa (63mmØ)**

- TB+RDSI: 2 tubos
- Reserva: 2 tubos
- TLCA: 1 tubo

**9 Arqueta**

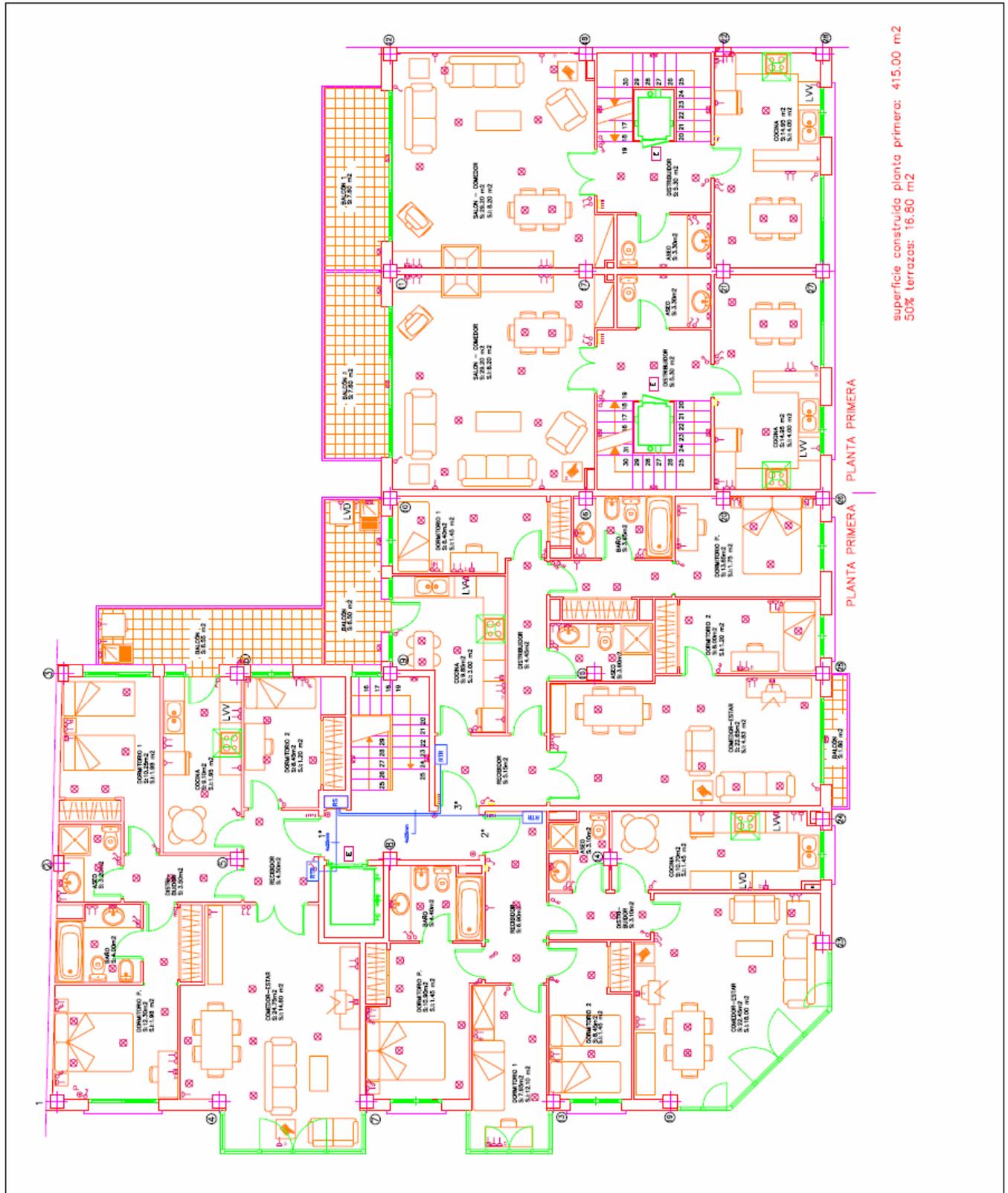
| N de PAU | Dimensiones (long. x anch. x prof) |
|----------|------------------------------------|
| <20      | 400 x 400 x 600                    |
| 21-100   | 600 x 600 x 800                    |
| >100     | 800 x 700 x 820                    |



superficie construida planta baja: 403.85 m<sup>2</sup>  
50% terrazas y patio: 61.35 m<sup>2</sup>

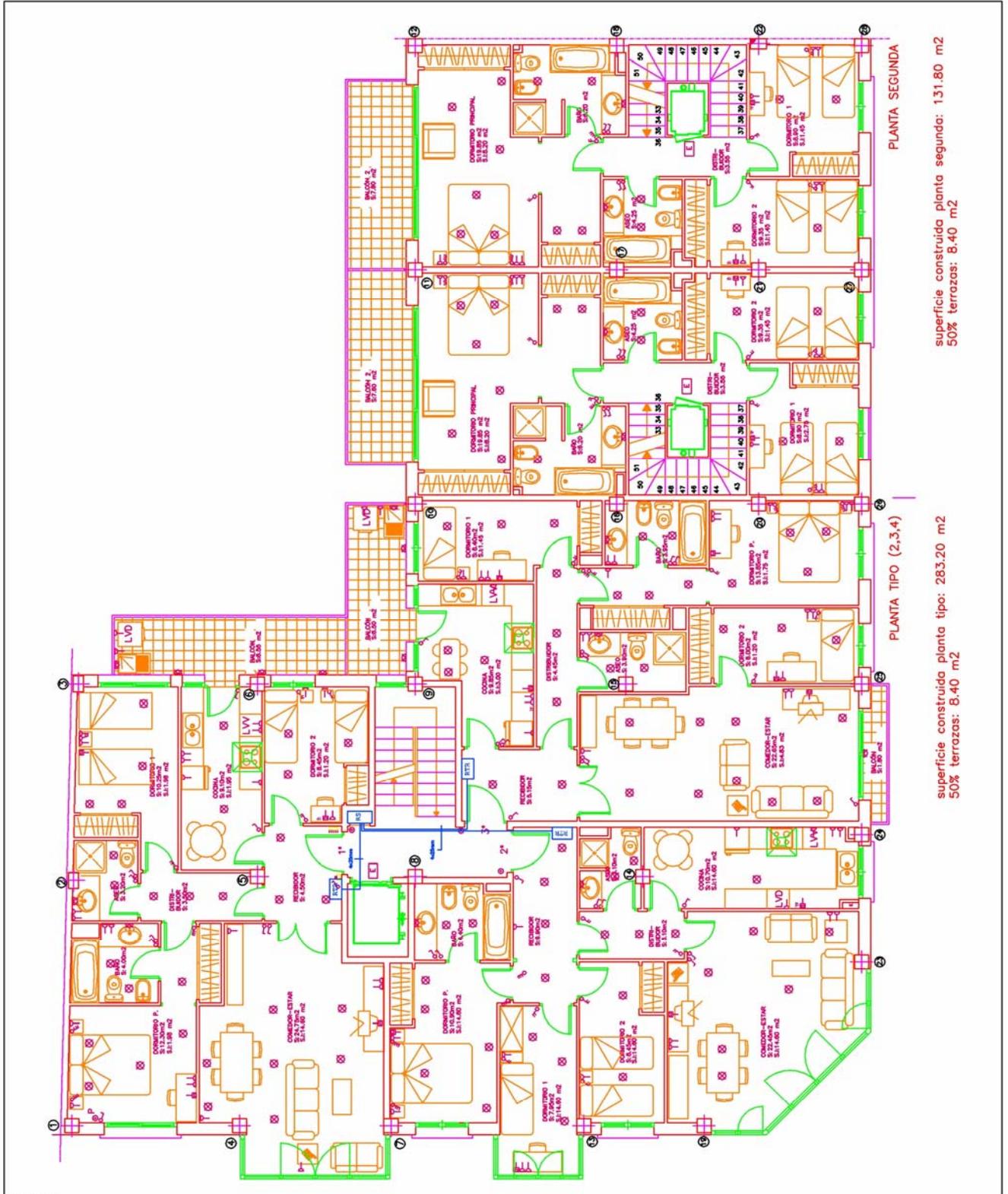
PLANTA BAJA

|  |                   |  |                              |
|--|-------------------|--|------------------------------|
| PROYECTO: <b>INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES</b>                               |                   |  |                              |
| PROMOTOR: <b>CONSTRUCCIONES HNOS. LEÓN</b>   |                   | <b>GUILLERMO CALERO GONZÁLEZ</b><br>Ingeniero de Telecomunicaciones<br>Colegado: xxx |                              |
| PLANO DE: <b>PLANTA BAJA</b>   |                   |  |                              |
| SITUACIÓN: <b>EDIFICIO RESIDENCIAL Avda, Josep Asejm Clavé, nº 53 EL PRAT DE LLOBREGAT</b> |                   | ESCALA:  |                              |
| Nº PLANO: <b>10001-1ct</b>   | EDICIÓN: <b>1</b> | FECHA: <b>Junio de 2006</b>  | Referencia: <b>23206-1ct</b> |



superficie construida planta primera: 415.00 m<sup>2</sup>  
50% terrazas: 16.80 m<sup>2</sup>

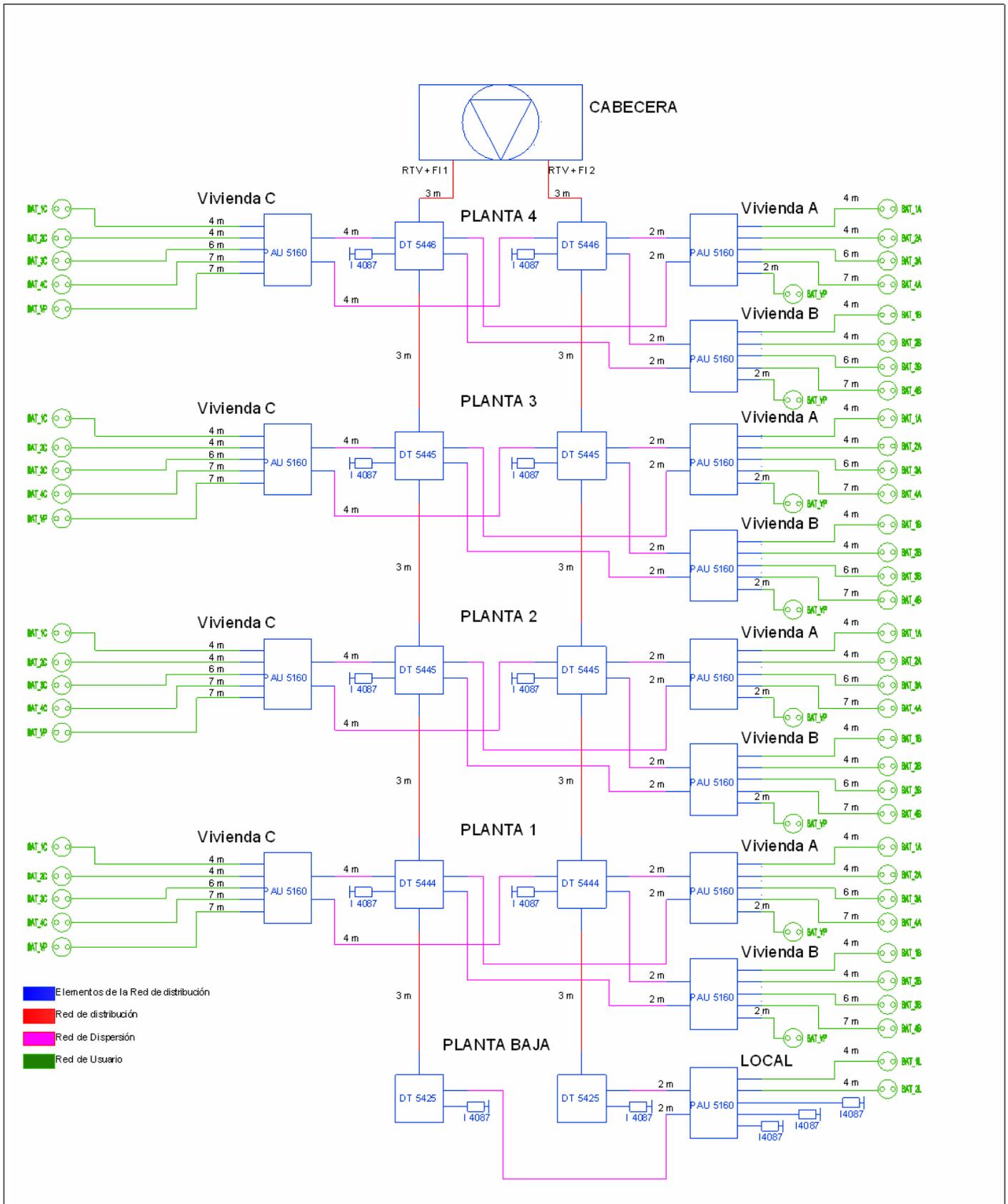
|  |                   |  |                              |
|--|-------------------|--|------------------------------|
| PROYECTO: <b>INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES</b>                                   |                   |  |                              |
| PROMOTOR: <b>CONSTRUCCIONES HNOS. LEÓN</b>   |                   | <b>GUILLERMO CALERO GONZÁLEZ</b><br>Ingeniero de Telecomunicaciones<br>Colegado: xxx |                              |
| PLANO DE: <b>PLANTA 1ª</b>   |                   |  |                              |
| SITUACIÓN: <b>EDIFICIO RESIDENCIAL Avda. Josep Aseïm Clavé, nº 53<br/>EL PRAT DE LLOBREGAT</b> |                   | ESCALA:  |                              |
| Nº PLANO: <b>10002-1ct</b>   | EDICIÓN: <b>1</b> | FECHA: <b>Junio de 2006</b>  | Referencia: <b>23206-1ct</b> |



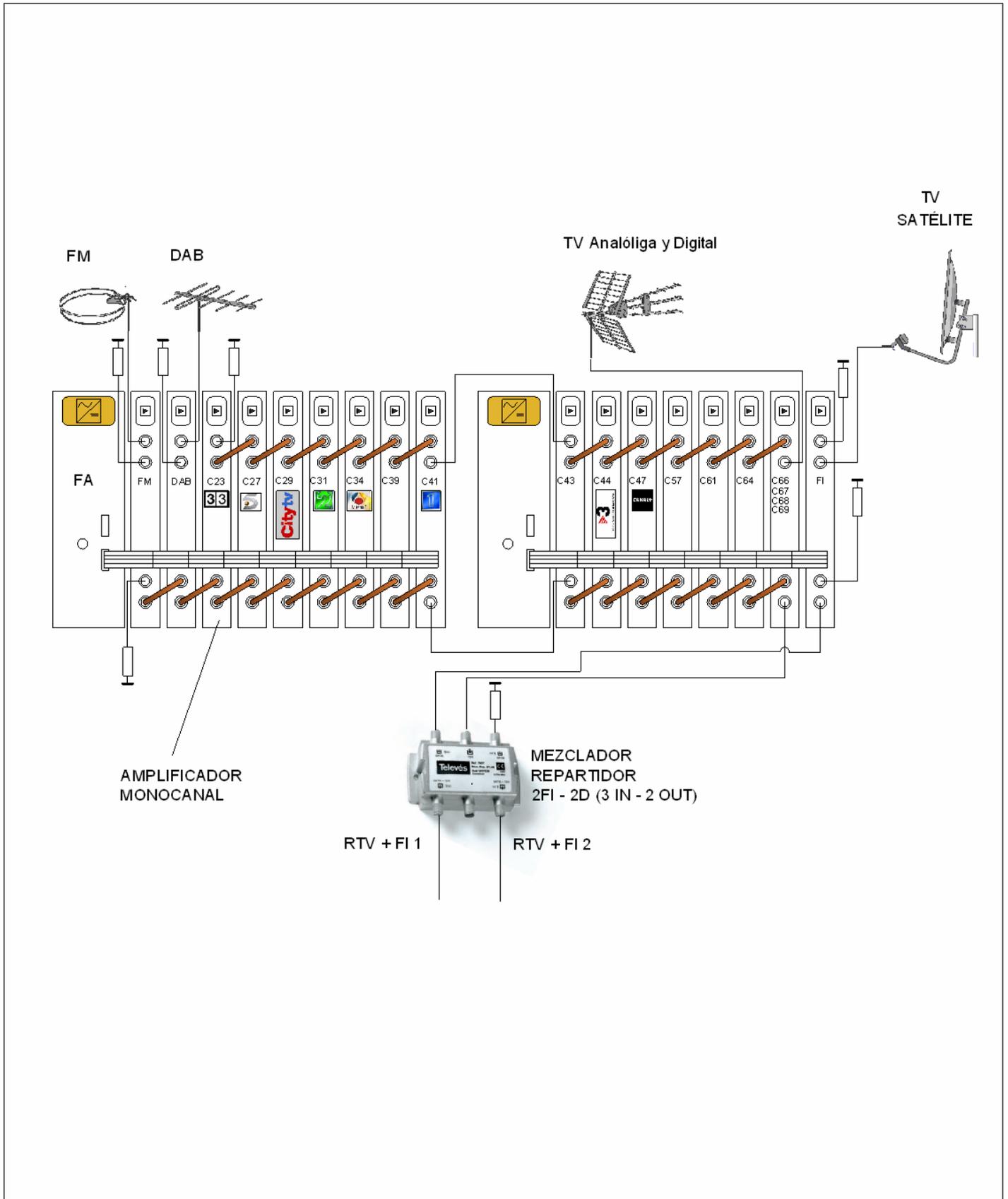
superficie construida planta segunda: 131.80 m2  
50% terrazas: 8.40 m2

superficie construida planta tipo: 283.20 m2  
50% terrazas: 8.40 m2

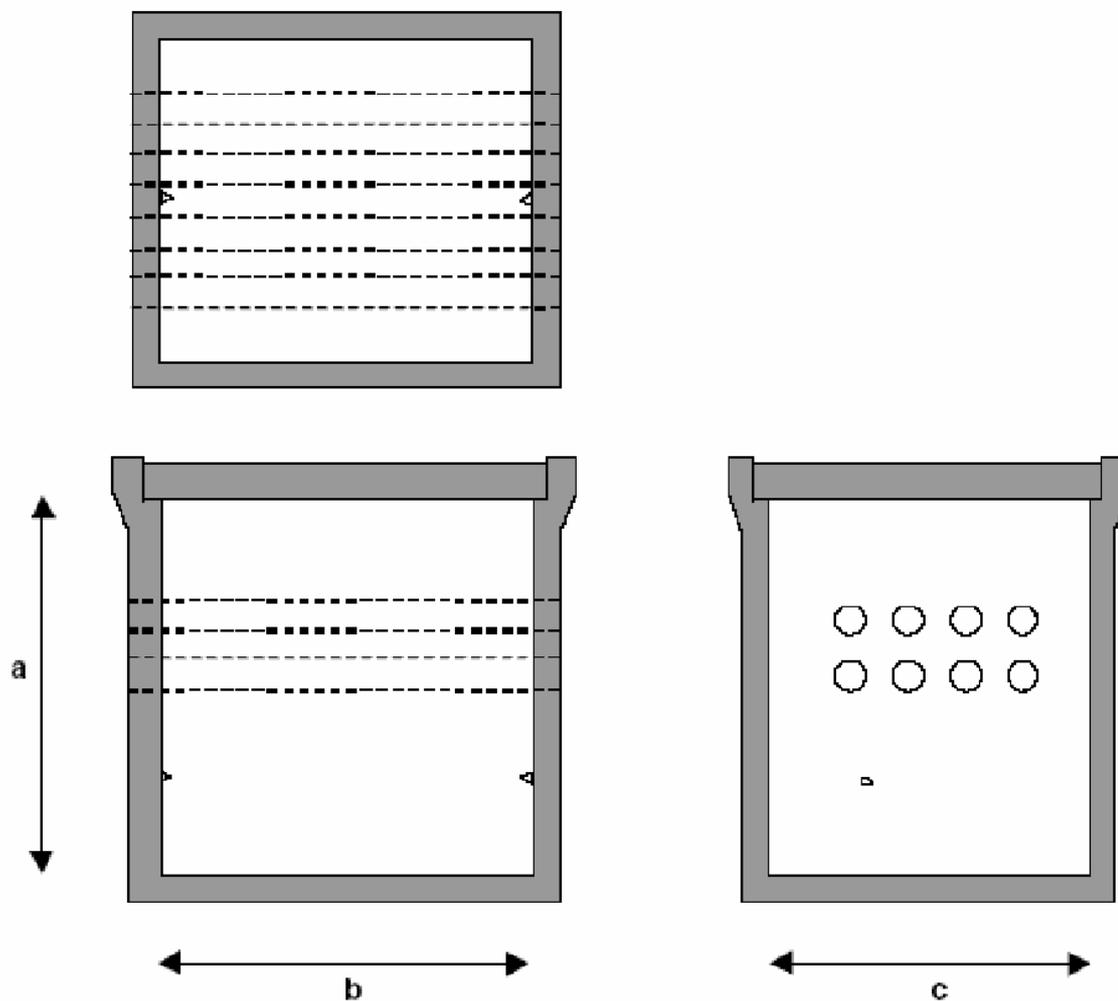
|  |            |  |                       |
|--|------------|--|-----------------------|
| PROYECTO: INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES                                  |            |  |                       |
| PROMOTOR: CONSTRUCCIONES HNOS. LEÓN  |            | GUILLERMO CALERO GONZÁLEZ<br>Ingeniero de Telecomunicaciones<br>Colegiado: xxx |                       |
| PLANO DE: PLANTA 2ª  |            |  |                       |
| SITUACIÓN: EDIFICIO RESIDENCIAL Avda. Josep Aseim Clavé, nº 53<br>EL PRAT DE LLOBREGAT |            | ESCALA:  |                       |
| Nº PLANO: 10003-ict  | EDICIÓN: 1 | FECHA: Junio de 2006   | Referencia: 23206-ict |



|  |                   |   |                              |
|--|-------------------|---|------------------------------|
| <b>PROYECTO:</b> INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES                                 |                   |   |                              |
| <b>PROMOTOR:</b> CONSTRUCCIONES HNOS. LEÓN   |                   | <b>GUILLERMO CALERO GONZÁLEZ</b><br>Ingeniero de Telecomunicaciones<br>Colegiado: xxx |                              |
| <b>PLANO DE:</b> CROQUIS GENERAL DE RTV + FI   |                   |   |                              |
| <b>SITUACIÓN:</b> EDIFICIO RESIDENCIAL Avda. Josep Aselm Clavé, nº53<br>EL PRAT DE LLOBREGAT |                   | <b>ESCALA:</b>  |                              |
| <b>Nº PLANO:</b> 10006-ict   | <b>EDICIÓN:</b> 1 | <b>FECHA:</b> Junio de 2006   | <b>Referencia:</b> 23206-ict |

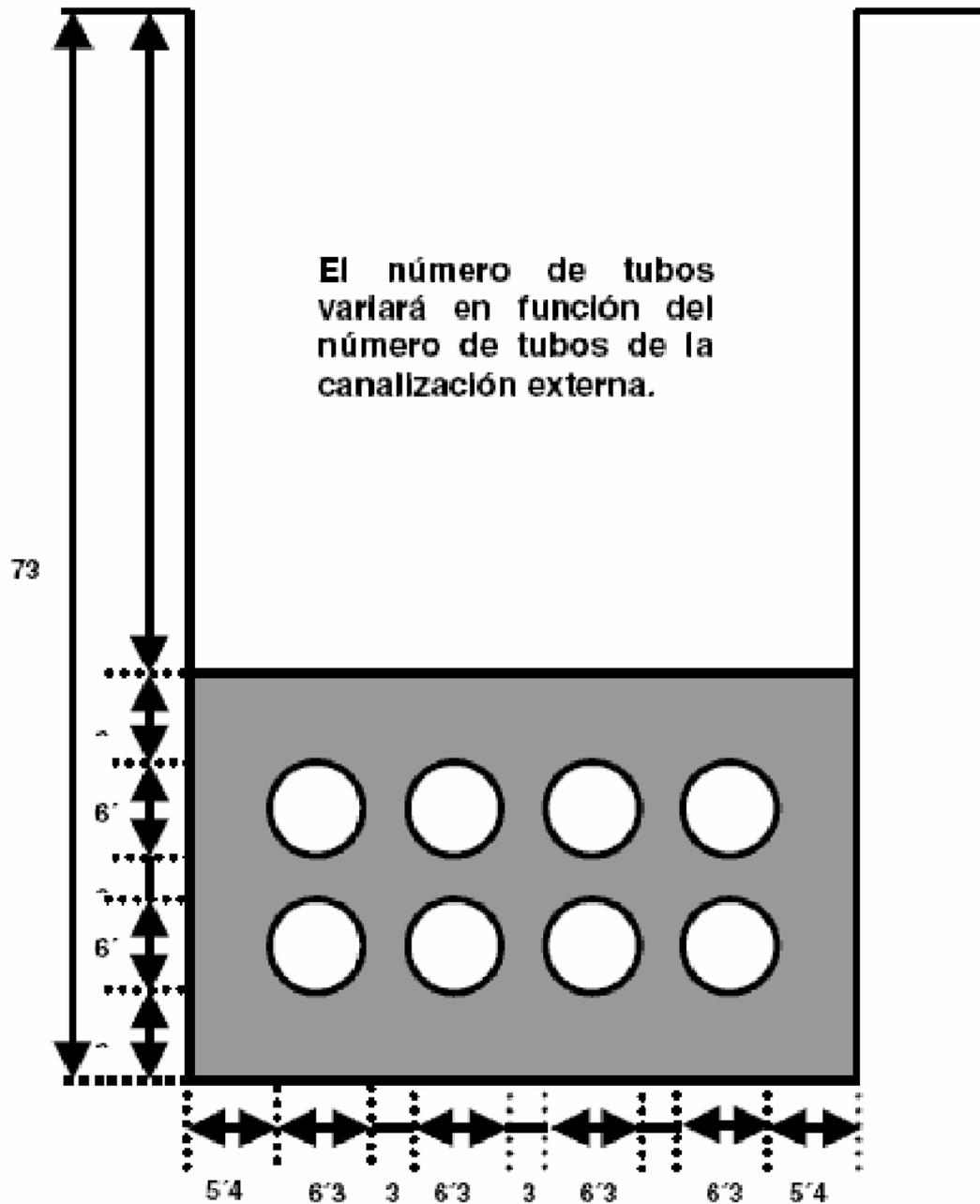


|  |                   |   |                              |
|--|-------------------|---|------------------------------|
| <b>PROYECTO:</b> INFRASTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES                                  |                   |   |                              |
| <b>PROMOTOR:</b> CONSTRUCCIONES HNOS. LEÓN   |                   | <b>GUILLERMO CALERO GONZÁLEZ</b><br>Ingeniero de Telecomunicaciones<br>Colegiado: xxx |                              |
| <b>PLANO DE:</b> DISTRIBUCIÓN CABECERA   |                   |   |                              |
| <b>SITUACIÓN:</b> EDIFICIO RESIDENCIAL Avda. Josep Aselm Clavé, nº53<br>EL PRAT DE LLOBREGAT |                   | <b>ESCALA:</b>  |                              |
| <b>Nº PLANO:</b> 10010-ict   | <b>EDICIÓN:</b> 1 | <b>FECHA:</b> Junio de 2006   | <b>Referencia:</b> 23206-ict |

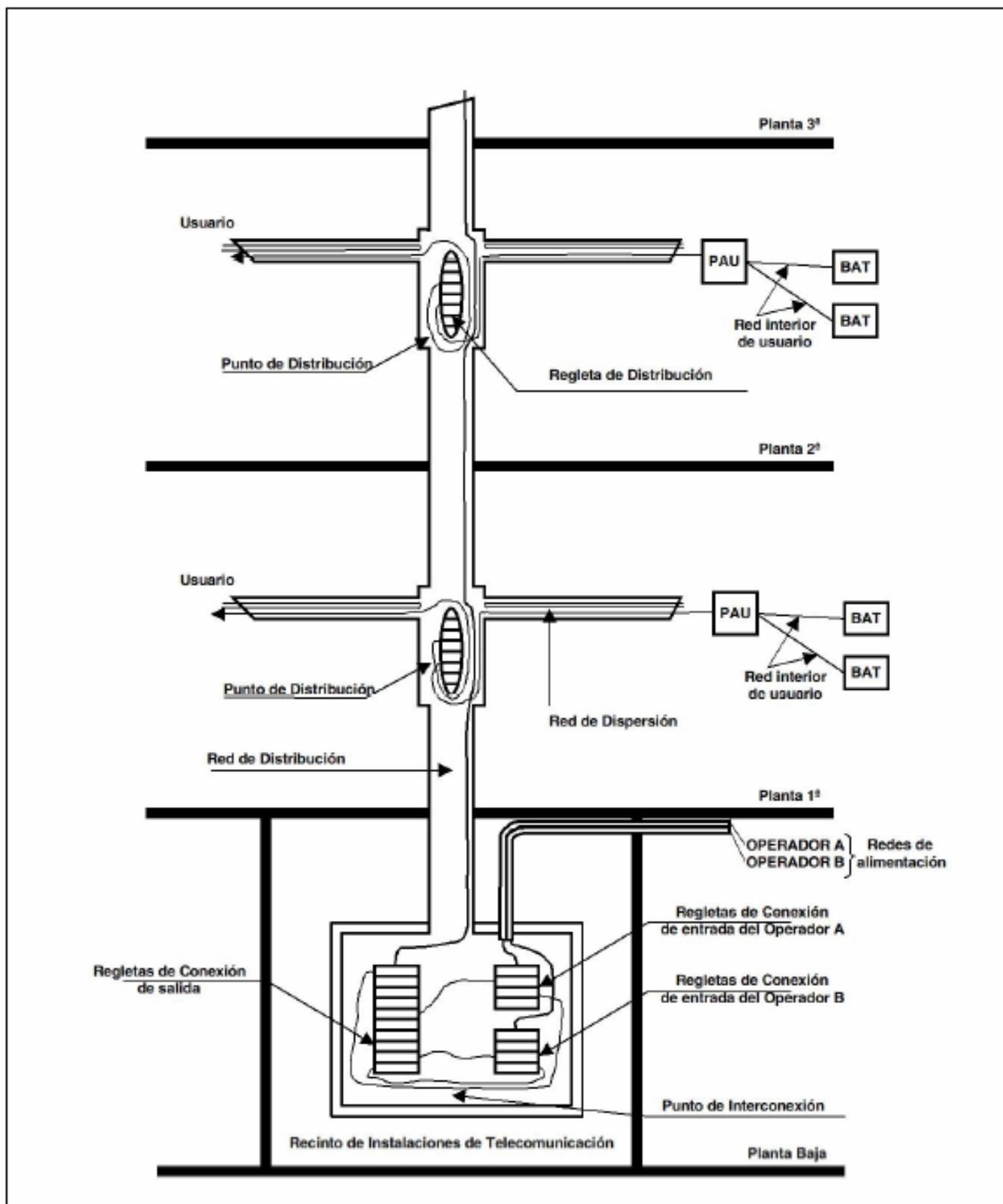


| Número de PAU (nota 1)<br>del inmueble | Dimensiones en mm |             |                 |
|--|-------------------|-------------|-----------------|
|  | Longitud (b)      | Anchura (c) | Profundidad (a) |
| Hasta 20                               | 400               | 400         | 600             |
| De 21 a 100                            | 600               | 600         | 800             |
| Mas de 100                             | 800               | 700         | 820             |

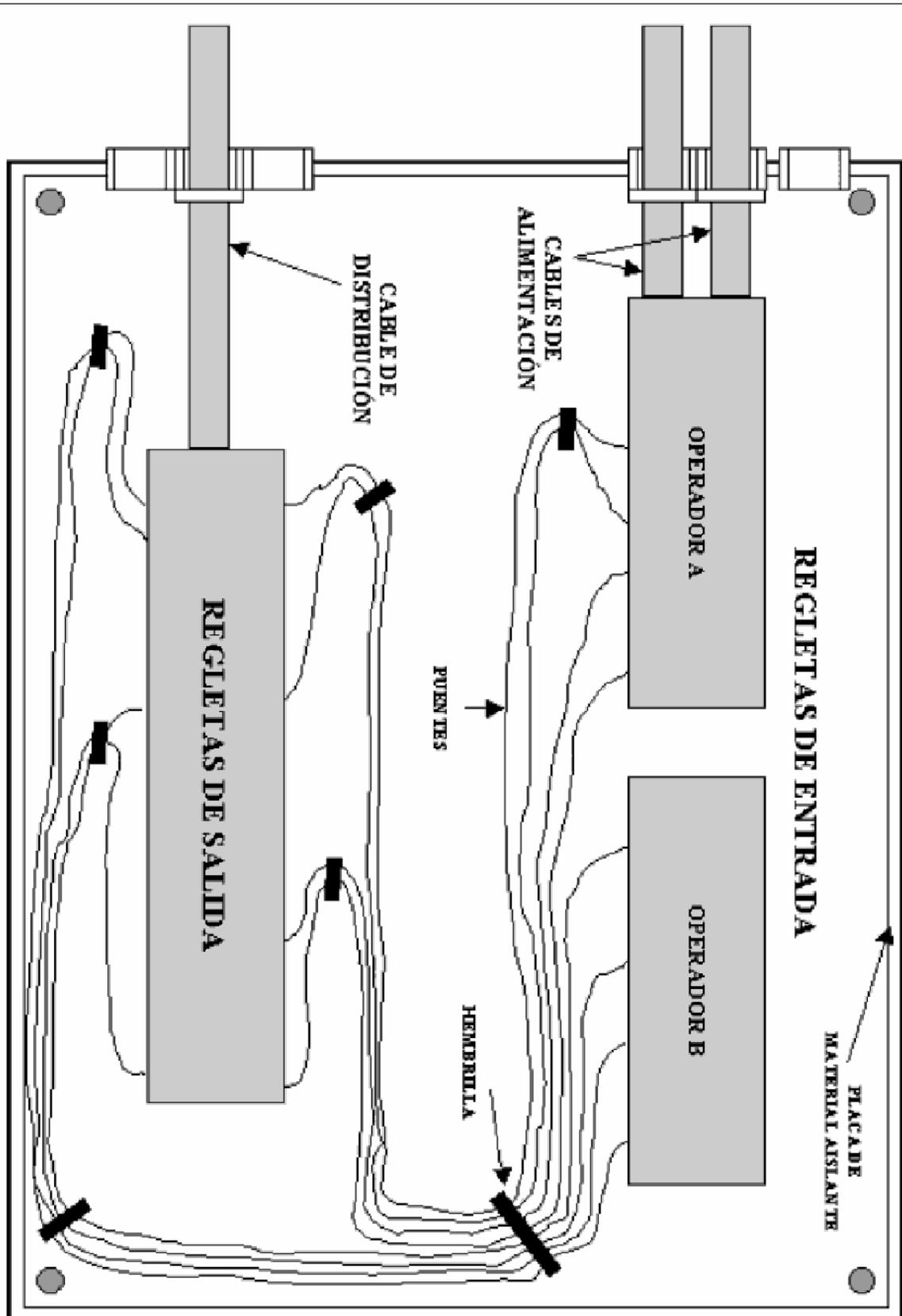
|   |                   |   |                              |
|---|-------------------|---|------------------------------|
| <b>PROYECTO:</b> INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES                                  |                   |   |                              |
| <b>PROMOTOR:</b> CONSTRUCCIONES HNOS. LEÓN  |                   | <b>GUILLERMO CALERO GONZÁLEZ</b><br>Ingeniero de Telecomunicaciones<br>Colegiado: xxx |                              |
| <b>PLANO DE:</b> DIMENSIONES ARQUETA DE ENTRADA   |                   |   |                              |
| <b>SITUACIÓN:</b> EDIFICIO RESIDENCIAL Av da. Josep Aselm Clavé, nº53<br>EL PRAT DE LLOBREGAT |                   | <b>ESCALA:</b>  |                              |
| <b>Nº PLANO:</b> 10008-ict  | <b>EDICIÓN:</b> 1 | <b>FECHA:</b> Junio de 2006   | <b>Referencia:</b> 23206-ict |



|  |                      |  |                                 |
|--|----------------------|--|---------------------------------|
| <i>PROYECTO:</i> INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES                                   |                      |  |                                 |
| <i>PROMOTOR:</i> CONSTRUCCIONES HNOS. LEÓN   |                      | GUILLERMO CALERO GONZÁLEZ<br>Ingeniero de Telecomunicaciones<br>Colegiado: xxx |                                 |
| <i>PLANO DE:</i> SECCIÓN TRANSVERSAL ARQTA. ENTRADA  |                      |  |                                 |
| <i>SITUACIÓN:</i> EDIFICIO RESIDENCIAL Av da. Josep Aselm Clavé, nº 53<br>EL PRAT DE LLOBREGAT |                      | <i>ESCALA:</i>   |                                 |
| <i>Nº PLANO</i><br>10009-ict   | <i>EDICIÓN:</i><br>1 | <i>FECHA:</i><br>Junio de 2006   | <i>Referencia:</i><br>23206-ict |



|   |                   |  |                             |
|---|-------------------|--|-----------------------------|
| PROYECTO: <b>INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES</b>                                    |                   |  |                             |
| PROMOTOR: <b>CONSTRUCCIONES HNOS. LEÓN</b>  |                   | <b>GUILLERMO CALERO GONZÁLEZ</b><br>Ingeniero de Telecomunicaciones<br>Colegado: xxx |                             |
| PLANO DE: <b>DIAGRAMA GENERAL DE TB</b>   |                   |  |                             |
| SITUACIÓN: <b>EDIFICIO RESIDENCIAL Avda. Josep Avel·l Clavé, nº 53<br/>EL PRAT DE LLOBREGAT</b> |                   | ESCALA:  |                             |
| Nº PLANO: <b>10005-kt</b>   | EDICIÓN: <b>1</b> | FECHA: <b>Junio de 2006</b>  | Referencia: <b>232064ct</b> |



|   |                   |   |                              |
|---|-------------------|---|------------------------------|
| <b>PROYECTO:</b> INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES                                  |                   |   |                              |
| <b>PROMOTOR:</b> CONSTRUCCIONES HNOS. LEÓN  |                   | <b>GUILLERMO CALERO GONZÁLEZ</b><br>Ingeniero de Telecomunicaciones<br>Colegiado: xxx |                              |
| <b>PLANO DE:</b> PUNTO DE INTERCONEXIÓN TB  |                   |   |                              |
| <b>SITUACIÓN:</b> EDIFICIO RESIDENCIAL Av da. Josep Aselm Clavé, nº53<br>EL PRAT DE LLOBREGAT |                   | <b>ESCALA:</b>  |                              |
| <b>Nº PLANO:</b> 10006-ict  | <b>EDICIÓN:</b> 1 | <b>FECHA:</b> Junio de 2006   | <b>Referencia:</b> 23206-ict |

## Tablas de conversión

| Niveles (medidos sobre una impedancia de 75 Ω) |      |        |      |       |       |     |       |      |
|--|------|--------|------|-------|-------|-----|-------|------|
| μV   | dBμV | dBm    | mV   | dBμV  | dBm   | V   | dBμV  | dBm  |
| 1  | 0    | -109   | 1    | 60    | -49   | 1   | 120   | 11   |
| 1.5  | 3.5  | -105.5 | 1.5  | 63.5  | -45.5 | 1.5 | 123.5 | 14.5 |
| 2  | 6    | -103   | 2    | 66    | -43   | 2   | 126   | 17   |
| 2.5  | 8.0  | -101   | 2.5  | 68    | -41   | 2.5 | 128   | 19   |
| 3  | 9.5  | -99.5  | 3    | 69.5  | -39.5 | 3   | 129.5 | 20.5 |
| 3.5  | 11   | -98    | 3.5  | 71    | -38   | 3.5 | 131   | 22   |
| 4  | 12   | -97    | 4    | 72    | -37   | 4   | 132   | 23   |
| 4.5  | 13   | -96    | 4.5  | 73    | -36   | 4.5 | 133   | 24   |
| 5  | 14   | -95    | 5    | 74    | -35   | 5   | 134   | 25   |
| 6  | 15.5 | -93.5  | 6    | 75.5  | -33.5 | 6   | 135.5 | 26   |
| 7  | 17   | -92    | 7    | 77    | -32   | 7   | 137   | 26.5 |
| 8  | 18   | -91    | 8    | 78    | -31   | 8   | 138   | 29   |
| 9  | 19   | -90    | 9    | 79    | -30   | 9   | 139   | 30   |
| 10   | 20   | -89    | 10   | 80    | -29   | 10  | 140   | 31   |
| 15   | 23.5 | -85.5  | 15   | 83.5  | -25.5 |     |       |      |
| 20   | 26   | -83    | 20   | 86    | -23   |     |       |      |
| 25   | 28   | -81    | 25   | 88    | -21   |     |       |      |
| 30   | 29.5 | -79.5  | 30   | 89.5  | -19.5 |     |       |      |
| 35   | 31   | -78    | 35   | 91    | -18   |     |       |      |
| 40   | 32   | -77    | 40   | 92    | -17   |     |       |      |
| 45   | 33   | -76    | 45   | 93    | -16   |     |       |      |
| 50   | 34   | -75    | 50   | 94    | -15   |     |       |      |
| 60   | 35.5 | -73.5  | 60   | 95.5  | -13.5 |     |       |      |
| 70   | 37   | -72    | 70   | 97    | -12   |     |       |      |
| 80   | 38   | -71    | 80   | 98    | -11   |     |       |      |
| 90   | 39   | -70    | 90   | 99    | -10   |     |       |      |
| 100  | 40   | -69    | 100  | 100   | -9    |     |       |      |
| 150  | 43.5 | -65.5  | 150  | 103.5 | -5.5  |     |       |      |
| 200  | 46   | -63    | 200  | 106   | -3    |     |       |      |
| 250  | 48   | -61    | 250  | 108   | -1    |     |       |      |
| 300  | 49.5 | -59.5  | 300  | 109.5 | 0.5   |     |       |      |
| 350  | 51   | -58    | 350  | 111   | 2     |     |       |      |
| 400  | 52   | -57    | 400  | 112   | 3     |     |       |      |
| 450  | 53   | -56    | 450  | 113   | 4     |     |       |      |
| 500  | 54   | -55    | 500  | 114   | 5     |     |       |      |
| 600  | 55.5 | -53.5  | 600  | 115.5 | 6.5   |     |       |      |
| 700  | 57   | -52    | 700  | 117   | 8     |     |       |      |
| 800  | 58   | -51    | 800  | 118   | 9     |     |       |      |
| 900  | 59   | -50    | 900  | 119   | 10    |     |       |      |
| 1000   | 60   | -49    | 1000 | 120   | 11    |     |       |      |

| Conversión $\frac{V_2}{V_1}$ a $\frac{V_2}{V_1}$ (dB) |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| Decib.  | 0    | 1    | 2     | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
| 0   | 1    | 1.12 | 1.26  | 1.41 | 1.59 | 1.78 | 2.00 | 2.24 | 2.51 | 2.82 |
| 10  | 3.16 | 3.55 | 3.98  | 4.47 | 5.01 | 5.62 | 6.31 | 7.08 | 7.94 | 8.91 |
| 20  | 10   | 11.2 | 12.6  | 14.1 | 15.9 | 17.8 | 20.0 | 22.4 | 25.1 | 28.2 |
| 30  | 31.6 | 35.5 | 39.8  | 44.7 | 50.1 | 56.2 | 63.1 | 70.8 | 79.4 | 89.1 |
| 40  | 100  | 112  | 126   | 141  | 159  | 178  | 200  | 224  | 251  | 282  |
| 50  | 316  | 355  | 398   | 447  | 501  | 562  | 631  | 708  | 794  | 891  |
| 60  | 1000 | 1122 | 1259  | 1413 | 1585 | 1778 | 1995 | 2239 | 2512 | 2818 |
| 70  | 3162 | 3548 | 39.81 | 4469 | 5012 | 5623 | 6310 | 7080 | 7943 | 8912 |

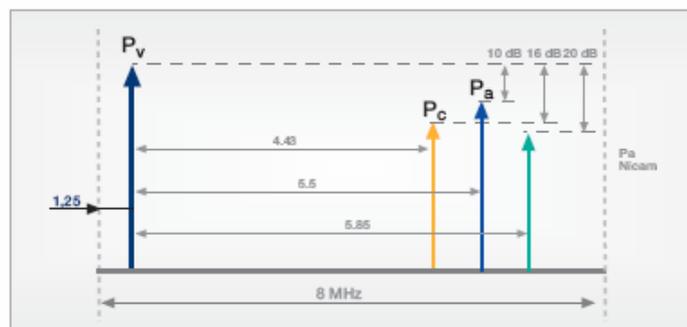
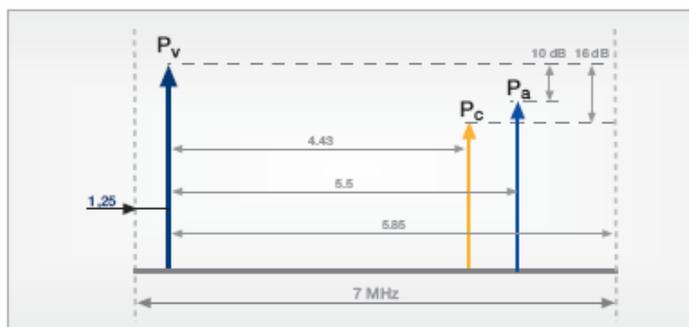
Fórmula conversión:  $\frac{V_2}{V_1}$  (dB) =  $20 \log \frac{V_2}{V_1}$   
 Ejemplo: ¿Cuántos decibelios son  $\frac{V_2}{V_1} = 200$   
 Resultado:  $40+6=46$  dB

## Reducción del nivel de salida Amplificadores Banda Ancha

| Canales        | 2 | 3   | 4 | 5   | 6 | 7   | 8 | 9   | 10 | 11  | 12 | 13 | 14  | 15  | 16 | 17 | 32 |
|----------------|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|----|-----|----|----|-----|-----|----|----|----|
| Reducción (dB) | 0 | 2.5 | 3 | 4.5 | 5 | 5.5 | 6 | 6.5 | 7  | 7.5 | 8  | 8  | 8.5 | 8.5 | 9  | 9  | 12 |

## Planificación de frecuencias

| VHF |       |    |        |        |         |            | UHF     |    |         |
|-----|-------|----|--------|--------|---------|------------|---------|----|---------|
| BI  | Sub B | FM | S Baja | BIII   | S Alta  | Hiperbanda | BIV     |    | BV      |
| C2  |       |    | S1-S10 | C5-C12 | S11-S21 | S21-S41    | C21-C37 |    | C38-C69 |
| C3  |       |    |        |        |         |            |         |    |         |
| C4  |       |    |        |        |         |            |         |    |         |
| 47  | 68    | 88 | 10     | 17     | 23      | 30         | 47      | 60 | 86      |

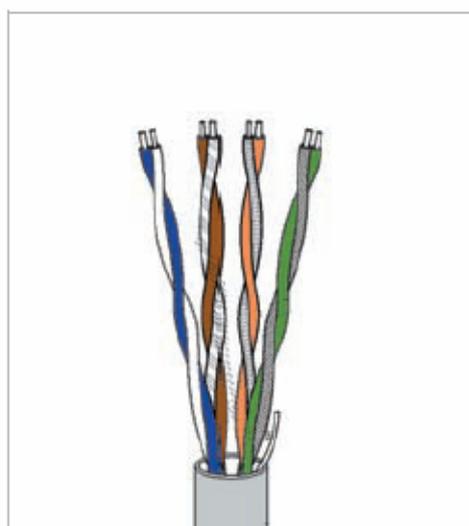


## Tablas de canales-frecuencias

| Bandas  | Canal | Frecuencia Canal (MHz) | Portadora vídeo (MHz) | Portadora audio (MHz) | Subportadora color (MHz) |
|---|-------|------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| Distribución canales según norma CCIR (Estándar B+G Europa) |       |                        |                       |                       |                          |
| I   | 2     | 47...54                | 48.25                 | 53.75                 | 52.68                    |
|   | 3     | 54...61                | 55.25                 | 60.75                 | 59.68                    |
|   | 4     | 61...68                | 62.25                 | 67.75                 | 66.68                    |
| Sub. Band   | L1    | 68...75                | 69.25                 | 74.75                 | 73.18                    |
|   | L2    | 75...82                | 76.25                 | 81.75                 | 80.25                    |
|   | L3    | 82...89                | 83.25                 | 88.75                 | 87.32                    |
| II  | FM    | 88...108               |                       |                       |                          |
|   | S1    | 104...111              | 105.25                | 110.75                | 109.68                   |
| Banda S Baja  | S2    | 111...118              | 112.25                | 117.75                | 116.68                   |
|   | S3    | 118...125              | 119.25                | 124.75                | 123.68                   |
|   | S4    | 125...132              | 126.25                | 131.75                | 130.68                   |
|   | S5    | 132...139              | 133.25                | 138.75                | 137.68                   |
|   | S6    | 139...146              | 140.25                | 145.75                | 144.68                   |
|   | S7    | 146...153              | 147.25                | 152.75                | 158.68                   |
|   | S8    | 153...160              | 154.25                | 159.75                | 158.68                   |
|   | S9    | 160...167              | 161.25                | 166.75                | 165.68                   |
|   | S10   | 167...174              | 168.25                | 173.75                | 172.68                   |
|   | BIII  | 5                      | 174...181             | 175.25                | 180.75                   |
| 6   |       | 181...188              | 182.25                | 187.75                | 186.68                   |
| 7   |       | 188...195              | 189.25                | 194.75                | 193.68                   |
| 8   |       | 195...202              | 196.25                | 201.75                | 200.68                   |
| 9   |       | 202...209              | 203.25                | 208.75                | 207.68                   |
| 10  |       | 209...216              | 210.25                | 215.75                | 214.68                   |
| 11  |       | 216...223              | 217.25                | 222.75                | 221.68                   |
| 12  |       | 223...230              | 224.25                | 229.75                | 228.68                   |
| Banda S Alta  | S11   | 230...237              | 231.25                | 236.75                | 235.68                   |
|   | S12   | 237...244              | 238.25                | 243.75                | 242.68                   |
|   | S13   | 244...251              | 245.25                | 250.75                | 249.68                   |
|   | S14   | 251...258              | 252.25                | 257.75                | 256.68                   |
|   | S15   | 258...265              | 259.25                | 264.75                | 263.68                   |
|   | S16   | 265...272              | 266.25                | 271.75                | 270.68                   |
|   | S17   | 272...279              | 273.25                | 278.75                | 277.68                   |
|   | S18   | 279...286              | 280.25                | 285.75                | 284.68                   |
|   | S19   | 286...293              | 287.25                | 292.75                | 291.68                   |
|   | S20   | 293...300              | 294.25                | 299.75                | 298.68                   |
| Hiperbanda  | S21   | 302...310              | 303.25                | 308.75                | 307.68                   |
|   | S22   | 310...318              | 311.25                | 316.75                | 315.68                   |
|   | S23   | 318...326              | 319.25                | 324.75                | 320.68                   |
|   | S24   | 326...334              | 327.25                | 332.75                | 331.68                   |
|   | S25   | 334...342              | 335.25                | 340.75                | 339.68                   |
|   | S26   | 342...350              | 343.25                | 348.75                | 347.68                   |
|   | S27   | 350...358              | 351.25                | 356.75                | 355.68                   |
|   | S28   | 358...366              | 359.25                | 364.75                | 363.68                   |
|   | S29   | 366...374              | 367.25                | 372.75                | 371.68                   |
|   | S30   | 374...382              | 375.25                | 380.75                | 379.68                   |
|   | S31   | 382...390              | 383.25                | 388.75                | 387.68                   |
|   | S32   | 390...398              | 391.25                | 396.75                | 395.68                   |
|   | S33   | 398...406              | 399.25                | 404.75                | 403.68                   |
|   | S34   | 406...414              | 407.25                | 412.75                | 411.68                   |
|   | S35   | 414...422              | 415.25                | 420.75                | 419.68                   |
|   | S36   | 422...430              | 423.25                | 428.25                | 427.68                   |
|   | S37   | 430...438              | 431.25                | 436.75                | 435.68                   |
|   | S38   | 438...446              | 439.25                | 444.75                | 443.68                   |

| Bandas  | Canal     | Frecuencia Canal (MHz) | Portadora vídeo (MHz) | Portadora audio (MHz) | Subportadora color (MHz) |
|---|-----------|------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| Distribución canales según norma CCIR (Estándar B+G Europa) |           |                        |                       |                       |                          |
| IV  | 21        | 470...478              | 471.25                | 476.75                | 475.68                   |
|   | 22        | 478...486              | 479.25                | 484.75                | 483.68                   |
|   | 23        | 486...494              | 487.25                | 492.75                | 491.68                   |
|   | 24        | 494...502              | 495.25                | 500.75                | 499.68                   |
|   | 25        | 502...510              | 503.25                | 508.75                | 507.68                   |
|   | 26        | 510...518              | 511.25                | 516.75                | 515.68                   |
|   | 27        | 518...526              | 519.25                | 524.75                | 523.68                   |
|   | 28        | 526...534              | 527.25                | 532.75                | 531.68                   |
|   | 29        | 534...542              | 535.25                | 540.75                | 539.68                   |
|   | 30        | 542...550              | 543.25                | 548.75                | 547.68                   |
|   | 31        | 550...558              | 551.25                | 556.75                | 555.68                   |
|   | 32        | 558...566              | 559.25                | 564.75                | 563.68                   |
|   | 33        | 566...574              | 567.25                | 572.75                | 571.68                   |
|   | 34        | 574...582              | 575.25                | 580.75                | 579.68                   |
|   | 35        | 582...590              | 583.25                | 588.75                | 587.68                   |
|   | 36        | 590...598              | 591.25                | 596.75                | 595.68                   |
|   | 37        | 598...606              | 599.25                | 604.75                | 603.68                   |
|   | 38        | 606...614              | 607.25                | 612.75                | 611.68                   |
|   | 39        | 614...622              | 615.25                | 620.75                | 619.68                   |
|   | 40        | 622...630              | 623.25                | 628.75                | 627.68                   |
|   | 41        | 630...638              | 631.25                | 636.75                | 635.68                   |
|   | 42        | 638...646              | 639.25                | 644.75                | 643.68                   |
|   | 43        | 646...654              | 647.25                | 652.75                | 651.68                   |
|   | 44        | 654...662              | 655.25                | 660.75                | 659.68                   |
|   | 45        | 662...670              | 663.25                | 668.75                | 667.68                   |
|   | 46        | 670...678              | 671.25                | 676.75                | 675.68                   |
|   | 47        | 678...686              | 679.25                | 684.75                | 683.68                   |
|   | 48        | 686...694              | 687.25                | 692.75                | 691.68                   |
|   | 49        | 694...702              | 695.25                | 700.75                | 699.68                   |
|   | 50        | 702...710              | 703.25                | 708.75                | 707.68                   |
|   | 51        | 710...718              | 711.25                | 716.75                | 715.68                   |
|   | 52        | 718...726              | 719.25                | 724.75                | 723.68                   |
|   | 53        | 726...734              | 727.25                | 732.75                | 731.68                   |
|   | 54        | 734...742              | 735.25                | 740.75                | 739.68                   |
|   | 55        | 742...750              | 743.25                | 748.75                | 747.68                   |
|   | 56        | 750...758              | 751.25                | 756.75                | 755.68                   |
|   | 57        | 758...766              | 759.25                | 764.75                | 763.68                   |
|   | 58        | 766...774              | 767.25                | 772.75                | 771.68                   |
| 59  | 774...782 | 775.25                 | 780.75                | 779.68                |                          |
| 60  | 782...790 | 783.25                 | 788.75                | 787.68                |                          |
| 61  | 790...798 | 791.25                 | 796.75                | 795.68                |                          |
| 62  | 798...806 | 799.25                 | 804.75                | 803.68                |                          |
| 63  | 806...814 | 807.25                 | 812.75                | 811.68                |                          |
| 64  | 814...822 | 815.25                 | 820.75                | 819.68                |                          |
| 65  | 822...830 | 823.25                 | 828.75                | 827.68                |                          |
| 66  | 830...838 | 831.25                 | 836.75                | 835.68                |                          |
| 67  | 838...846 | 839.25                 | 844.75                | 843.68                |                          |
| 68  | 846...854 | 847.25                 | 852.75                | 851.68                |                          |
| 69  | 854...862 | 855.25                 | 860.75                | 859.68                |                          |

## Código de colores de telefonía básica



Identificación de pares

| Par | 1        | 2       |
|-----|----------|---------|
| 1   | Blanco   | Azul    |
| 2   |          | Naranja |
| 3   |          | Verde   |
| 4   |          | Marrón  |
| 5   |          | Gris    |
| 6   | Rojo     | Azul    |
| 7   |          | Naranja |
| 8   |          | Verde   |
| 9   |          | Marrón  |
| 10  |          | Gris    |
| 11  | Negro    | Azul    |
| 12  |          | Naranja |
| 13  |          | Verde   |
| 14  |          | Marrón  |
| 15  |          | Gris    |
| 16  | Amarillo | Azul    |
| 17  |          | Naranja |
| 18  |          | Verde   |
| 19  |          | Marrón  |
| 20  |          | Gris    |
| 21  | Violeta  | Azul    |
| 22  |          | Naranja |
| 23  |          | Verde   |
| 24  |          | Marrón  |
| 25  |          | Gris    |



Identificación de unidades básica (25 pares)

| Unidad | Color cinta atado | Pares   |
|--------|-------------------|---------|
| 1      | Blanco            | Azul    |
| 2      |                   | Naranja |
| 3      |                   | Verde   |
| 4      |                   | Marrón  |
| 5      |                   | Gris    |
| 6      | Rojo              | Azul    |
| 7      |                   | Naranja |
| 8      |                   | Verde   |
| 9      |                   | Marrón  |
| 10     |                   | Gris    |
| 11     | Negro             | Azul    |
| 12     |                   | Naranja |
| 13     |                   | Verde   |
| 14     |                   | Marrón  |
| 15     |                   | Gris    |
| 16     | Amarillo          | Azul    |
| 17     |                   | Naranja |
| 18     |                   | Verde   |
| 19     |                   | Marrón  |
| 20     |                   | Gris    |
| 21     | Violeta           | Azul    |
| 22     |                   | Naranja |
| 23     |                   | Verde   |
| 24     |                   | Marrón  |

## GLOSARIO DE MEDIDAS

### Relación Portadora-Ruido C/N

Se define como la relación entre el nivel de la portadora de video y el nivel de ruido medio. Se expresa en dB. El umbral al cual es perceptible el ruido en la imagen ocurre a 45 dB aproximadamente.

Matemáticamente, para un solo amplificador se calcula así:

$$C/N_1 \text{ (dB)} = V_O - (Nt + NF + G)$$

$V_O$ : es el nivel de salida

$Nt$ : es el ruido térmico (depende del ancho de banda considerado)

$NF$ : es la figura de ruido del amplificador

$G$ : es la ganancia

### Relación Portadora-Modulación cruzada C/XMOD

Se define como la relación entre la portadora de video y la distorsión de 3º orden que causa la modulación de una portadora de señal por la portadora de otra señal.

El umbral de percepción de esta distorsión en la pantalla del TV es menor de 40 dB, razón por la cual no es un factor que limite el diseño de sistemas de amplificadores en cascada.

a) XMOD para 1 amplificador a un determinado Nivel de Salida  $V_O$

$$XMOD = XMOD_{ref} + 2 \cdot (N_{salida} - N_{ref})$$

b) XMOD para N amplificadores iguales

$$XMOD_{N_{amp}} = XMOD_{1_{amp}} - 20 \log N$$

c) XMOD para N amplificadores en cascada con diferentes valores de XMOD.

$$XMOD_{N_{amp}} = -20 \log [10^{XMOD_1/20} + 10^{XMOD_2/20} + \dots + 10^{XMOD_N/20}]$$

### Relación Portadora-Intermodulación de tercer orden C/IMD

La intermodulación de tercer orden es la relación entre la portadora y los niveles de espúreos producidos simultáneamente por dos o tres portadoras de señal, causados por las características de distorsión de tercer orden del amplificador.

El resultado de la acción simultánea del batido de tres portadoras se conoce habitualmente como "triple batido compuesto" CTB (*Composite Triple Beat*)

Este tipo de intermodulación es, generalmente, el factor que limita el nivel de salida de un amplificador, por las siguientes razones:

1. Influencia de la carga de canal.- CTB se incrementa exponencialmente con el número de canales amplificados.

2. Influencia de los niveles de señal.- Puesto que CTB es una distorsión de tercer orden, su valor se incrementa con el incremento de los niveles de salida. Si, además, el amplificador trabaja con una pendiente de ganancia, esta distorsión también se verá afectada (una pendiente en la salida mejora esta distorsión comparativamente a una salida plana).

a) CTB para 1 amplificador a un determinado Nivel de Salida  $V_O$

$$CTB = CTB_{ref} + 2 \cdot (N_{salida} - N_{ref})$$

b) CTB para N amplificadores iguales

$$CTB_N = CTB_1 + 20 \log N$$

c) CTB para N amplificadores con diferentes CTB

$$CTB_{total} = -20 \log [10^{-CTB_1/20} + 10^{-CTB_2/20} + \dots + 10^{-CTB_N/20}]$$

### Relación Portadora- Intermodulación de 2º orden compuesto C/CSO

La intermodulación de segundo orden CSO (*Composite Second Order*) es la relación entre la portadora y los niveles de los batidos producidos simultáneamente por dos portadoras de señal, causados por las características de distorsión de segundo orden del amplificador.

a) CSO (dB) para 1 amplificador a un determinado Nivel de Salida  $V_O$

$$CSO \text{ (dB)} = CSO_{ref} + (N_{salida} - N_{ref})$$

b) Para N amplificadores en cascada iguales:

$$CSO \text{ (dB)} = CSO_{1_{amp}} - 15 \log N$$

c) CSO para N amplificadores con diferentes CSO

$$CSO_{total} = -15 \log [10^{CSO_1/15} + 10^{CSO_2/15} + \dots + 10^{CSO_N/15}]$$

### Ejemplo de cálculo

Se quiere conocer la CTB resultante del uso de 5 amplificadores ref. 4511 en cascada, ajustados con una pendiente de salida de 8 dB.

Datos:

De las especificaciones técnicas proporcionadas en las hojas técnicas del amplificador ref. 4511, se sabe que:

CTB=60 dBc@117 dBµV (para respuesta plana, es decir, sin pendiente).

Como se instalarán 5 amplificadores en cascada, con una pendiente de 8 dB, recalculemos el CTB para un valor medio del nivel de salida:

• Nivel de salida para C69:117 dBµV

• Nivel de salida para C2: 109 dBµV

### Paso 1

Volver a calcular la especificación dada para un nuevo nivel de referencia de 113 dBµV, que es el valor en el punto medio de la pendiente (109+8/2=113)

Por ser para un nivel de salida inferior (117 vs 113 dBµV), deberá mejorar su valor.

Fórmula general:

$$CTB = CTB_{ref} + 2 \cdot (N_{salida} - N_{ref})$$

Se despeja  $CTB_{ref}$ :

$$CTB_{ref} = CTB + (N_{ref} - N_{salida})$$

Datos que se conocen:

$CTB_{117dB\mu V} = 60 \text{ dBc}$

Nivel de referencia: 117 dBµV

Nivel de salida: 113 dBµV

Luego:

$$CTB_{113dB\mu V} = 60 \text{ dBc} + 2 \cdot (117 - 113) \text{ dB}\mu V = 60 + 2 \cdot 4 = 60 + 8 = 68 \text{ dBc}$$

### Paso 2

Realizar el cálculo para la cascada de 5 amplificadores con una pendiente de 8 dB, considerando una especificación nueva de CTB=68 dBc @ 113 dBµV (que ahora se considera respuesta plana)

Fórmula general para N amplificadores en cascada:

$$CTB_N = CTB_1 - 20 \log N$$

En nuestro caso:

$$N = 5 \text{ y } CTB_{1_{amp}} = 68 \text{ dBc}$$

### Paso 3

Se sustituyen los valores:

$$CTB_5 = 68 - 20 \log 5$$

En la tabla que se muestra se encuentran los valores ya calculados para el factor de corrección.

$$CTB_5 = 68 - 20 \log 5 = 68 - 13,98 = 54,02 \text{ dBc}$$

Factor de corrección para amps en cascada

| Nº de amps en cascada | 10 log Nº | 15 log Nº | 20 log Nº |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|
| 2                     | 3,01      | 4,52      | 6,02      |
| 3                     | 4,77      | 7,16      | 9,54      |
| 4                     | 6,02      | 9,03      | 12,04     |
| 5                     | 6,99      | 10,48     | 13,98     |
| 6                     | 7,78      | 11,67     | 15,56     |
| 7                     | 8,45      | 12,68     | 16,90     |
| 8                     | 9,03      | 13,55     | 18,06     |
| 9                     | 9,54      | 14,31     | 19,08     |
| 10                    | 10,00     | 15,00     | 20,00     |
| 11                    | 10,41     | 15,62     | 20,83     |
| 12                    | 10,79     | 16,19     | 21,58     |
| 13                    | 11,14     | 16,71     | 22,28     |
| 14                    | 11,46     | 17,19     | 22,92     |
| 15                    | 11,76     | 17,64     | 23,52     |
| 16                    | 12,04     | 18,06     | 24,08     |
| 17                    | 12,30     | 18,46     | 24,61     |
| 18                    | 12,55     | 18,83     | 25,11     |
| 19                    | 12,79     | 19,18     | 25,58     |
| 20                    | 13,01     | 19,52     | 26,02     |
| 21                    | 13,22     | 19,83     | 26,44     |
| 22                    | 13,42     | 20,14     | 26,85     |
| 23                    | 13,62     | 20,43     | 27,23     |
| 24                    | 13,80     | 20,70     | 27,60     |
| 25                    | 13,98     | 20,97     | 27,96     |

## 1.11. CONDICIONES PARTICULARES

### 1.11.1. CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE RADIODIFUSIÓN SONORA Y TELEVISIÓN TERRENAL Y DE SATÉLITE

#### 1.11.1.1. ELEMENTOS DE LA ICT

La ICT para la captación, adaptación y distribución de señales de radiodifusión sonora y de televisión procedentes de emisiones terrenales y de satélite, estará formada por los elementos siguientes:

- Conjunto de elementos de captación de señales.
- Equipamiento de cabecera.
- Red.

##### 1.11.1.1.1. Conjunto de elementos de captación de señales.

Es el conjunto de elementos encargados de recibir las señales de radiodifusión sonora y televisión procedentes de emisiones terrenales y de satélite.

Los conjuntos captadores de señales, estarán compuestos por las antenas, mástiles, torretas y demás sistemas de sujeción necesarios, en unos casos para la recepción de las señales de radiodifusión sonora y de televisión procedentes de emisiones terrenales, y en otros para las procedentes de satélite. Asimismo, formarán parte del conjunto captador de señales, todos aquellos elementos activos o pasivos encargados de adecuar las señales para ser entregadas al equipamiento de cabecera.

##### 1.11.1.1.2. Equipamiento de cabecera.

Es el conjunto de dispositivos encargados de recibir las señales provenientes de los diferentes conjuntos captadores de señales de radiodifusión sonora y televisión y adecuarlas para su distribución al usuario en las condiciones de calidad y cantidad deseadas. Se encargará de entregar el conjunto de señales a la red de distribución.

##### 1.11.1.1.3. Red.

Es el conjunto de elementos necesarios para asegurar la distribución de las señales desde el equipo de cabecera hasta las tomas de usuario.

La red se estructura en tres tramos RED DE DISTRIBUCIÓN, RED DE DISPERSIÓN y RED INTERIOR, con dos puntos de referencia PUNTO DE TERMINACIÓN DE RED y TOMA DE USUARIO.

- Red de distribución.

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.

Parte de la red que enlaza la red de distribución con la red privada de usuario. Comienza en los derivadores que proporcionan la señal procedente de la red de distribución, y finaliza en los puntos de terminación de red.

- Red privada de usuario.

Parte de la red que, enlazando con la red de dispersión en el punto de terminación de red, permite la distribución de las señales en el interior de los domicilios o locales de los usuarios.

- Punto de terminación de red.

Es el elemento en el que comienza la red privada en el interior del domicilio del usuario, permitiendo 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 este, la selección del cable de la red de dispersión que desee.

- 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 proporciona.

#### *1.11.1.2. DIMENSIONES MÍNIMAS DE LA ICT*

Los elementos que, como mínimo, conformarán la ICT de radiodifusión sonora y televisión serán los siguientes:

Los elementos necesarios para la captación y adaptación de las señales de radiodifusión sonora y televisión terrenales.

Función de mezcla que facilite la incorporación a la red de distribución de las señales procedentes de los conjuntos de elementos de captación y adaptación de señales de radiodifusión sonora y televisión de satélite.

Los elementos necesarios para conformar las redes de distribución y de dispersión de manera que al punto de terminación de red de cada usuario final

le lleguen dos cables con las señales procedentes de la cabecera de la instalación.

Un punto de terminación de red para cada usuario final.

Los elementos necesarios para conformar la red privada de cada usuario. Para el caso de viviendas, el número de tomas será de una por cada dos estancias o fracción, excluidos baños y trasteros, con un mínimo de dos. Para el caso de locales u oficinas, el número de tomas se fijará en el proyecto de la instalación en función de su superficie o distribución por estancias, con un mínimo de una por local u oficina.

Deberá reservarse espacio físico suficiente libre de obstáculos en la parte superior del inmueble, para la instalación de conjuntos de elementos de captación para la recepción de las señales de radiodifusión sonora y televisión por satélite, cuando estos no formen parte de la instalación inicial.

### *1.11.1.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA ICT*

#### *1.11.1.3.1. Características funcionales generales*

Con carácter general las infraestructuras comunes de telecomunicación para la captación, adaptación y distribución de señales de radiodifusión y televisión deberán respetar las siguientes consideraciones:

El sistema deberá disponer de los elementos necesarios para proporcionar en la toma de usuario las señales de radiodifusión sonora y televisión con los niveles de calidad exigidos.

Tanto la red de distribución como la red de dispersión estarán preparadas para permitir la distribución de la señal, de manera transparente, entre la cabecera y la toma de usuario en la banda de frecuencias comprendida entre 47 y 2.150 Mhz. En el caso de disponer de canal de retorno, este deberá estar situado en la banda de frecuencias comprendida entre 5 y 30 Mhz.

En cada uno de los dos cables que componen las redes de distribución y dispersión se situarán las señales procedentes del conjunto de elementos de captación de emisiones de radiodifusión sonora y televisión terrestres, quedando el resto de ancho de banda disponible de cada cable para situar, de manera alternativa, las señales procedentes de los posibles conjuntos de elementos de captación de emisiones de radiodifusión sonora y televisión por satélite.

En ningún caso podrán ser distribuidas por las infraestructuras comunes de telecomunicaciones señales difundidas por entidades que no dispongan del preceptivo título habilitante.

Las señales de radiodifusión sonora y de televisión terrestres, cuyos niveles de intensidad de campo superen los establecidos en el punto 4.1.7 de la presente norma, difundidas por las entidades que disponen del preceptivo título habilitante en el lugar donde se encuentre situado el inmueble, deberán ser distribuidas, sin manipulación ni conversión de frecuencia, salvo en los casos en los que técnicamente se justifique en el proyecto técnico de la instalación, para garantizar una recepción satisfactoria, en particular, cuando exista saturación de los equipos receptores debidos a su proximidad al transmisor o se presenten desvanecimientos de la señal en trayectos de propagación sobre el mar.

Se deberán distribuir en la ICT, aquellas señales que, difundidas por entidades que disponen del preceptivo título habilitante en el lugar donde se encuentre situado el inmueble, presentan en el punto de captación un nivel de intensidad de campo superior a:

- Radiodifusión sonora terrestre. (FM)

| Tipo de señal           | Entorno     | Banda de frecuencias (MHz) | Intensidad de campo |
|-------------------------|-------------|----------------------------|---------------------|
| Analógica monofónica    | Rural       | 87.5-108.8                 | 48 dB( $\mu$ V/m)   |
| Analógica monofónica    | Urbano      | 87.5-108.8                 | 60 dB( $\mu$ V/m)   |
| Analógica monofónica    | Gran ciudad | 87.5-108.8                 | 70 dB( $\mu$ V/m)   |
| Analógica estereofónica | Rural       | 87.5-108.8                 | 54 dB( $\mu$ V/m)   |
| Analógica estereofónica | Urbano      | 87.5-108.8                 | 66 dB( $\mu$ V/m)   |
| Analógica estereofónica | Gran ciudad | 87.5-108.8                 | 74 dB( $\mu$ V/m)   |
| Digital                 | -           | 195.0-223.0                | 58 dB( $\mu$ V/m)   |
| Digital                 | -           | 1452.0-1492.0              | 66 dB( $\mu$ V/m)   |

Tabla 31: Niveles de intensidad de campo permitidos para radiodifusión sonora.

- Televisión terrestre

| Tipo de señal | Banda de frecuencias | Intensidad de campo                        |
|---------------|----------------------|--|
| Analógica     | 47.0-68.0 MHz        | 48 dB( $\mu$ V/m)                          |
| Analógica     | 174.0-223.0 MHz      | 55 dB( $\mu$ V/m)                          |
| Analógica     | 470.0-582.0 MHz      | 65 dB( $\mu$ V/m)                          |
| Analógica     | 582.0-830.0 MHz      | 70 dB( $\mu$ V/m)                          |
| Digital       | 470.0-862.0 MHz      | $9 + 20 \log f(\text{MHz})$ dB( $\mu$ V/m) |

Tabla 32: Niveles de intensidad de campo permitidos para Televisión terrenal.

La ICT deberá estar diseñada y ejecutada de manera que se cumplan las normas UNE-EN 50083-1+ Amd. y UNE-EN 50083-8 en materia de seguridad eléctrica y de compatibilidad electromagnética para este tipo de instalaciones.

### 1.11.1.3.2. Características de los elementos de captación.

Características del conjunto de elementos para la captación de servicios terrestres:

- Las antenas y elementos anexos: soportes, anclajes, mástiles, etc. deberán ser de materiales resistentes a la corrosión o tratados convenientemente a estos efectos.
- Los mástiles o tubos que sirvan de soporte a las antenas y elementos anexos, deberán estar diseñados de forma que se impida, o al menos se dificulte la entrada de agua en ellos y, en todo caso, se garantice la evacuación de la que se pudiera recoger.
- Los mástiles de antena deberán estar conectados a la toma de tierra del edificio a través del camino más corto posible, con cable de 6 mm de diámetro.
- La ubicación de los mástiles o torretas de antena, será tal que haya una distancia mínima de 5 metros al obstáculo o mástil más próximo; la distancia mínima a líneas eléctricas será de 1.5 veces la longitud del mástil.
- La altura máxima del mástil será de 6 metros. Para alturas superiores se utilizarán torretas.
- Los mástiles de antenas se fijarán a elementos de fábrica resistentes y accesibles y alejados de chimeneas u otros obstáculos.
- Las antenas y elementos del sistema captador de señales soportarán las siguientes velocidades de viento:
  - Para sistemas situados a menos de 20 m del suelo: 130 km/h.
  - Para sistemas situados a más de 20 m del suelo: 150 km/h.
- Los cables de conexión serán del tipo intemperie o en su defecto deberán ser protegidos adecuadamente.
- Las características de las antenas serán al menos las siguientes:
  - FM :
    - Tipo omnidireccional
    - ROE < 2

o UHF:

Antena para los canales 21 al 69 de las siguientes características:

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| Tipo                          | Directiva |
| Ganancia                      | > 12 dB   |
| Angulo de apertura horizontal | < 40°     |
| Angulo de apertura vertical   | < 50°     |
| ROE                           | < 2       |

Tabla 33: Características antena UHF

- Características del conjunto para la captación de servicios por satélite.
- El conjunto para la captación de servicios por satélite, cuando exista, estará constituido por las antenas con el diámetro adecuado y demás elementos que posibiliten la recepción de señales procedentes de satélite, para garantizar los niveles y calidad de las señales en toma de usuario.
- Los requisitos siguientes hacen referencia a la seguridad de la instalación de la unidad exterior, entendiéndose como tal al conjunto formado por las antenas y demás elementos del sistema captador junto con las fijaciones al emplazamiento, para evitar en la medida de lo posible riesgos a personas o bienes.
- Las antenas y elementos del sistema captador de señales soportarán las siguientes velocidades de viento:
  - Para sistemas situados a menos de 20 m del suelo: 130 km/h.
  - Para sistemas situados a más de 20 m del suelo: 150 km/h.
- 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 exclusivo de proteger la unidad exterior y para evitar diferencias de potencial peligrosas entre ésta y cualquier otra estructura conductora, la unidad exterior deberá permitir la conexión de un conductor, de una sección de cobre de, al menos, 6 mm de diámetro, con el sistema de protección general del edificio.

#### 1.11.1.3.3. Características del equipamiento de cabecera.

El equipamiento de cabecera estará compuesto por todos los elementos activos y pasivos encargados de procesar las señales de radiodifusión sonora y televisión.

Las características técnicas que deberá presentar la instalación a la salida de dicho equipamiento son las siguientes:

| PARÁMETRO  | UNIDAD     | BANDA DE FRECUENCIA |              |
|--|------------|---------------------|--------------|
| <b>Impedancia</b>  | $\Omega$   | 15-862 MHz          | 950-2150 MHz |
|  |            | 75                  | 75           |
| <b>Pérdida de retorno en equipos con mezcla tipo "Z"</b> | dB         | $\geq 6$            |              |
| <b>Pérdida de retorno en equipos sin mezcla</b>          | dB         | $\geq 10$           | $\geq 6$     |
| <b>Nivel máximo de trabajo/salida</b>                    | dB $\mu$ V | 120                 | 110          |

Tabla 34: Características técnicas del equipamiento de cabecera

Para canales modulados en cabecera, el nivel autorizado de la portadora de sonido en relación con la portadora de vídeo estará comprendido entre -8 dB y -20 dB.

Asimismo para las señales que son distribuidas con su modulación original, el equipo de cabecera deberá respetar la integridad de los servicios asociados a cada canal (teletexto, sonido estereofónico, etc.) y deberá permitir la transmisión de servicios digitales.

#### 1.11.1.3.4. Características de la red

En cualquier punto de la red, se mantendrán las siguientes características:

| PARÁMETRO                                    | Unidad   | BANDA DE FRECUENCIA |              |
|--|----------|---------------------|--------------|
| <b>Impedancia</b>                            | $\Omega$ | 15-862 MHz          | 950-2150 MHz |
|  |          | 75                  | 75           |
| <b>Pérdida de retorno en cualquier punto</b> | dB       | $\geq 10$           | $\geq 6$     |

- Características del cable:
- Impedancia característica:  $75\Omega$

- Pérdidas de retorno: > 14
- Velocidad relativa de propagación: En ningún caso será inferior a 0.7
- El cable utilizado en la ICT deberá estar convenientemente apantallado de manera que se cumpla lo dispuesto en la norma UNE-EN 50083.

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

| Frecuencia (Mhz) | Atenuación (dB/100 m) |
|------------------|-----------------------|
| 5                | 1.6                   |
| 50               | 4.2                   |
| 200              | 7.9                   |
| 300              | 8.9                   |
| 500              | 12.5                  |
| 600              | 14.7                  |
| 800              | 16.3                  |
| 1750             | 24.3                  |
| 2050             | 27.4                  |
| 2400             | 30.2                  |

Tabla 35: Atenuaciones típicas del cable coaxial.

#### 1.11.1.3.5. Características del punto de terminación de red

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 del usuario. Esta interconexión se llevará a cabo de una manera no rígida y fácilmente seccionable.

El punto de terminación de red debe cumplir las características de transferencia que a continuación se indican:

| PARÁMETRO          | UNIDAD | BANDA DE FRECUENCIA |              |
|--------------------|--------|---------------------|--------------|
|                    |        | 47-862 MHz          | 950-2150 MHz |
| Impedancia         | Ohmios | 75                  | 75           |
| Pérdida de retorno | dB     | ≥10                 | ≥6           |

Tabla 36: Características de transferencia en el punto de terminación de red.

#### 1.11.1.3.6. Características de la base de acceso terminal

Tendrán las siguientes características:

- Tipo: FI
- Banda cubierta: 47 – 2.150 Mhz

- Pérdidas de derivación V/U: 1.5 dB
- Pérdidas de derivación FI: 2 dB
- Impedancia: 75  $\Omega$

## 1.11.2. TELEFONÍA DISPONIBLE AL PÚBLICO

### 1.11.2.1. ACCESO Y DISTRIBUCIÓN DEL SERVICIO TB

#### 1.11.2.1.1. Responsabilidad de mantenimiento de la red.

- Red de distribución.

El mantenimiento de esta red es responsabilidad del propietario del inmueble.

- Red de dispersión.

El mantenimiento de esta red es responsabilidad del propietario del inmueble.

- Red interior de usuario.

El mantenimiento de esta red es responsabilidad del propietario de cada vivienda.

#### 1.11.2.1.2. Materiales.

- Cables.

- \* Cables de un par.

Es el utilizado para la red de dispersión y también para la red de distribución cuando el edificio requiera menos de 25 pares, o menos de 50 en algunos casos.

El cable de 1 par está formado por dos conductores de cobre electrolítico recocido de 0.5 mm de  $\varnothing$  y tiene una cubierta formada por una capa continua de plástico de características ignífugas.

- \* Cables multipares.

Son los utilizados en la Red de Dispersión.

Estarán formados por pares trenzados con conductores de cobre electrolítico puro de calibre no inferior a 0.5 mm de diámetro, aislado con una capa continua de plástico coloreada según código de colores.

La cubierta de los cables multipares, empleados en la red de distribución, estará formada por una cinta de aluminio lisa y una capa continua de plástico de características ignífugas.

Las capacidades y diámetros exteriores de los cables serán:

| Nº de pares | Diámetro máximo |
|-------------|-----------------|
| 1           | 4 mm            |
| 25          | 15 mm           |
| 50          | 21 mm           |
| 75          | 25 mm           |
| 100         | 28 mm           |

Tabla 37: Capacidades y diámetros exteriores de los cables.

- Regletas.

Están constituidas por un bloque de material aislante provisto de un número variable de terminales. Cada uno de estos terminales tiene un lado preparado para conectar los conductores de cable, y el otro lado está dispuesto de tal forma que permite el conexionado de los cables de acometida interior o de los puentes.

El sistema de conexión será por desplazamiento de aislante, realizándose la conexión mediante herramienta especial en el Punto de Interconexión o sin ella en los Puntos de Distribución. Deben tener la posibilidad de medir, al menos hacia un lado, sin levantar las conexiones.

Las regletas de conexión utilizadas en el Punto de Interconexión son de 10 pares de capacidad.

Las regletas de distribución utilizadas en el Punto de Distribución son de 5 pares de capacidad y estarán dotadas de la posibilidad de medir hacia ambos lados sin levantar las conexiones.

La resistencia a la corrosión de los elementos metálicos debe ser tal que soporte las pruebas estipuladas en la Norma UNE 20501-83 (II-11).

- Bases de acceso terminal (BAT).

La BAT estará dotada de conector hembra tipo Bell de 6 vías, que cumpla lo especificado en el RD 1376/89.

### 1.11.2.1.3. Requisitos eléctricos.

- De los cables:

La resistencia óhmica de los conductores a la temperatura de 20° C no será mayor de 98  $\Omega$ /Km.

La rigidez dieléctrica entre conductores no será inferior a 500  $V_{cc}$  ni 350  $V_{efca}$

La rigidez dieléctrica entre núcleo y pantalla no será inferior a 1500  $V_{cc}$  ni 1000  $V_{efca}$

La resistencia de aislamiento no será inferior a 1000  $M\Omega$ /Km.

La capacidad mutua de cualquier par no excederá de 100 nF/Km.

- De los elementos de conexión:

La resistencia de aislamiento entre contactos, en condiciones normales (23°C, 50% H. R.), deberá ser superior a  $10^6 M\Omega$ .

La resistencia de contacto con el punto de conexión de los cables/hilos deberá ser inferior a 10 m $\Omega$ .

La rigidez dieléctrica deberá ser tal que soporte una tensión, entre contactos, de 1000  $V_{efca} \pm 10\%$  y 1500  $V_{cc} \pm 10\%$ .

- De la red interior de usuario:

- Con terminales conectados.

Los dos requisitos siguientes se aplican en la entrada de la red interior de usuario, desconectada del PTR y cuando todos los equipos terminales conectados a la misma están en la condición de reposo.

- Corriente continua.

La corriente continua medida con 48 V de tensión continua entre los dos conductores de red interior de usuario, no deberá exceder de 1 mA.

- Capacidad de entrada.

El valor de la componente reactiva de la impedancia compleja, vista entre los dos conductores de la red interior de usuario deberá ser, en valor absoluto, menor al equivalente a un condensador sin pérdidas de valor 3,5  $\mu F$ .

Esta medida se hará aplicando entre los dos conductores de la red interior de usuario, a través de una resistencia en serie de 200  $\Omega$ , una señal sinusoidal, con tensión eficaz en corriente alterna, en

circuito abierto, de 75 V y 25 Hz de frecuencia, superpuesta simultáneamente a una tensión de corriente continua de 48 V.

A efectos indicativos, los dos requisitos anteriores se cumplen, en la práctica, si el número de terminales, simultáneamente conectados, no es superior a tres.

- Con terminales desconectados.

Los dos requisitos siguientes se aplican en la entrada de la red interior de usuario, desconectada del PTR y sin ningún equipo terminal conectado a la misma.

- Resistencia óhmica.

La resistencia óhmica medida entre los dos conductores de la red interior de usuario, cuando se cortocircuitan los dos terminales de línea de una Base de Acceso Terminal, no debe ser mayor de  $50\Omega$ .

Esta condición debe cumplirse efectuando el cortocircuito sucesivamente en todas las Bases de Acceso Terminal equipadas en la red interior de usuario.

A efectos indicativos, el requisito anterior se cumple, en la práctica, si la longitud total del cable interior de usuario, desde el PTR, hasta cada una de las Bases de Acceso Terminal, no es superior a 250 m.

- Resistencia de aislamiento

La resistencia de aislamiento medida con 500 V de tensión continua entre los conductores de la red interior de usuario o entre cualquiera de estos y tierra, no debe ser menor de  $100 M\Omega$ .

#### *1.11.2.2. ICT PARA EL SERVICIO TELEFÓNICO POR MEDIO DE LA RED RDSI*

Se establecen los requisitos técnicos relativos a las ICT para la conexión a una red digital de servicios integrados (RDSI) en los siguientes casos:

Conexión de equipos terminales RDSI de acuerdo con la ETS 300 012 (Acceso Básico).

Conexión de equipos terminales RDSI de acuerdo con la ETS 300 011 (Acceso Primario).

#### 1.11.2.2.1. Red interior común.

- Acceso básico RDSI.

Las redes de distribución y dispersión, formadas por los cables comprendidos entre el Recinto de Instalaciones de Telecomunicación Inferior (RITU) y la Terminación de Red (TR1), se diseñarán, dimensionarán y ejecutarán, incluyendo los materiales que se empleen, de acuerdo a lo descrito en los apartados anteriores.

- Acceso primario RDSI

Pueden existir dos casos en función de la ubicación de la Terminación de Red a velocidad primaria (TR1p):

- Que la TR1p esté situada en el Recinto de Instalaciones de Telecomunicación Inferior (RITU). En este caso la red interior común estará formada por cable de pares apantallados o coaxial flexible.
- Que la TR1p se sitúe en el domicilio del usuario. En este caso el portador utilizado (cable de pares metálico, fibra óptica, etc.) deberá transcurrir hasta la red interior de usuario.

En las redes de distribución y dispersión, hasta la TR1p, se individualizarán los cables de emisión y de recepción, excepto aquellos casos en que estos accesos se apoyen en técnicas de transmisión para las cuales la normativa europea (ETSI) contempla el uso de pares de abonado convencionales, una fibra para emisión y otra recepción o una sola fibra para ambos sentidos de transmisión.

Cuando se utilice cable coaxial flexible, se garantizará la continuidad física de los cables hasta la TR1p, de forma que no existan puntos de empalme o de conexión.

En el caso de que se necesiten más de tres accesos primarios para la red individual de usuario, se recomienda la instalación de cables de fibra óptica entre el Recinto de Instalaciones de Telecomunicación Inferior y la Terminación de Red.

#### 1.11.2.2.2. Red de usuario.

La red de usuario RDSI es la que transcurre entre la TR1 ó la TR1p (cuando se sitúe en el domicilio de usuario) y los terminales.

- Acceso básico RDSI.

Se utilizarán los siguientes elementos:

- Cables.

Tipo: Pares simétricos

Calibre: 0,5 ó 0,6 mm

Número de pares: 2 ó 4 pares por cada acceso básico

Pantalla externa: Cables no apantallados en instalación normal.

- Terminación de red (TR1)

La terminación de red (TR1) es un elemento que proporciona, y es de su propiedad, el Suministrador del Servicio RDSI, constituye la frontera entre la red del operador (transmisión a dos hilos con la central) y la red interior del usuario a 4 hilos. La TR1 se conectará lado red mediante conexión fija y opcionalmente mediante un conector RJ-11. La TR1 se conecta a la instalación de usuario mediante un conector ISO 8877 (RJ-45) de 8 vías que constituye el punto frontera entre la red del operador y el usuario. La TR1 se sitúa en el domicilio del usuario. Puede disponer de una fuente (integrada o externa) para la alimentación de equipos terminales conectados al bus.

- Base acceso de terminal. (BAT)

Para las Bases de Acceso de Terminal se utilizaran conectores de 8 contactos según la norma ISO 8877 y con la asignación de contactos siguiente:

| Número de contacto | Función                            |                    |
|--------------------|------------------------------------|--------------------|
|                    | Equipo Terminal                    | Terminación de Red |
| 1                  | Fuente de Energía 3 o suministro 3 | No conectada       |
| 2                  | Fuente de Energía 3 o suministro 3 | No conectada       |
| 3                  | Emisión                            | Recepción          |
| 4                  | Recepción                          | Emisión            |
| 5                  | Recepción                          | Emisión            |
| 6                  | Emisión                            | Recepción          |
| 7                  |                                    | No conectada       |
| 8                  |                                    | No conectada       |

Tabla 38: Asignación de contactos conectores RJ45

Se dispondrá de dos tipos de BAT, normales sin resistencias de terminación y de extremo del bus con dos resistencias de

terminación de  $100 \Omega \pm 5 \%$ , conectadas entre los contactos 3-6 y 4-5.

- Configuraciones de cableado.

Las instalaciones de usuario han de diseñarse según los modelos normalizados: bus pasivo corto, bus pasivo ampliado o punto a punto.

La instalación normal es de un bus pasivo (sin elementos activos) a 4 hilos (2 pares simétricos) que soportan los dos sentidos de transmisión. Opcionalmente, el usuario puede utilizar instalación a 3 ó 4 pares para alimentación de energía entre terminales por par físico.

- Bus pasivo corto.

Es una instalación a 2 pares (ó 4 pares) en la que hasta 8 equipos terminales se conectan a puntos cualesquiera del cable. La TR1 se puede conectar a un extremo del bus pasivo corto con sus resistencias internas de terminación conectadas y con resistencias de terminación situadas en la BAT del extremo opuesto. La TR1 se puede conectar opcionalmente a un punto intermedio del bus pasivo corto con las resistencias internas desconectadas (configuración en "Y") y con resistencias de terminación conectadas en las dos BAT situadas en los extremos del bus. El número máximo de BAT (puntos de conexión de terminales) es de 10, y el número máximo de terminales conectados al bus pasivo corto es de 8. La longitud máxima del bus pasivo corto será de 150 metros con cables de baja impedancia ( $75\Omega$ ) y de 200 metros con cables de alta impedancia ( $150\Omega$ ).

- Bus pasivo ampliado.

Es una instalación a 2 pares (ó 4 pares) en la que hasta 4 equipos terminales se conectan agrupados en el extremo distante del bus. La longitud del bus es de 500 a 600 metros. La distancia máxima entre terminales y el extremo del bus (agrupamiento de los puntos de conexión BAT) es de 25 a 50 metros, y el número máximo de terminales conectados al bus pasivo ampliado es de 4.

- Punto a punto

Esta configuración se utiliza para conectar una TR1 con un único terminal mediante 2 pares. La longitud queda limitada por la atenuación del cable (6 dB a 96 kHz). La longitud de cableado a alcanzar es como máximo de 1000 metros. La resistencia de terminación deberán estar conectadas en las dos BAT situadas en los extremos.

- Acceso primario RDSI.

Se utilizarán los siguientes elementos:

- Cables:

Cable de pares apantallados: Siempre que se incorporen a la instalación, se utilizarán dos pares apantallados, uno para cada sentido de transmisión entre la TR1p y el equipo terminal (ET). La impedancia característica del cable será  $120\Omega$  (simétrica)  $\pm 20\%$  en la gama de frecuencias de 200 kHz hasta 1 MHz y de  $120\Omega \pm 10\%$  a 1 MHz.

Cable coaxial flexible: Siempre que se incorporen a la instalación, se utilizarán dos cables coaxiales flexibles, uno para cada sentido de transmisión. La impedancia característica del cable será  $75\Omega$  (asimétrica)  $\pm 5\%$  a 1 MHz.

Cable interior de dos hilos: Se utiliza para alimentación de energía de la TR1p desde el equipo terminal.

- Terminación de red a velocidad primaria. (TR1P)

El equipo que hace las funciones de Terminación de Red a velocidad primaria (TR1p) es un elemento que proporciona, y es de su propiedad, el Suministrador del Servicio RDSI, constituye la frontera entre la red del operador y la red interior del usuario. La TR1p se conecta a la instalación de usuario mediante una regleta de conexión fija provista de conexión de pantallas (caso de cable de pares apantallados) o mediante un conector DIN (caso de cable coaxial flexible) que constituye el punto de separación entre la red del operador y el usuario. La TR1p puede estar situada en el Recinto de Instalaciones de Telecomunicación Inferior (RITU) o en el domicilio del usuario.

- Conexiones.

La conexión de los pares apantallados a la TR1p y al equipo terminal se efectuará de forma fija mediante regleta con conexión de la pantalla de cada par. Ambas conexiones de pantalla podrán estar unidas. Opcionalmente se podrán utilizar un conector de 8 contactos. La conexión de los coaxiales flexibles a la TR1p y al equipo terminal se efectuará mediante dos conectores DIN 42295.

- Configuración de cableado.

En acceso primario sólo se proporciona en configuración de cableado punto a punto entre TR1p y el equipo terminal (ET).

### 1.11.2.2.3. *Compatibilidad electromagnética.*

En punta de cada par de salida del punto de interconexión no deberán aparecer, con el bucle cerrado en un BAT:

Niveles de "Ruido Psfométrico" superiores a 58 dB negativos, referidos a 1 mV sobre 600  $\Omega$ .

Tensiones superiores a 50 V (50 Hz) entre cualquiera de los hilos (a,b) y tierra. Se refiere a situaciones fortuitas o de avería que pudieran aparecer al originarse contactos indirectos con la red eléctrica coexistente.

- Accesos 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.

- Interconexiones equipotenciales y apantallamiento.

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

Cuando se instalen los distintos equipos (armarios, bastidores y demás estructuras metálicas accesibles) se creará una red mallada de equipotencialidad conectando las partes metálicas accesibles de todos ellos entre sí y al anillo de tierra.

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.

- Descargas atmosféricas.

En función del nivel cerámico y del grado de apantallamiento presentes en la zona considerada, puede ser conveniente dotar a los portadores metálicos de telecomunicación procedentes del exterior de dispositivos protectores contra sobretensiones, conectados también al terminal o al anillo de tierra.

- Coexistencia de una RDSI con otros servicios.

Las características de las señales digitales RDSI pueden verse afectadas por interferencias procedentes de fuentes electromagnéticas externas (tales como motores) o descargas atmosféricas.

Con el fin de evitar estos problemas, siempre que coexistan cables eléctricos de 220 V y cables RDSI, se tomarán las siguientes precauciones:

Se respetará una distancia mínima de 30 centímetros en el caso de un trazado paralelo a lo largo de un recorrido igual o superior a 10 metros. Si este recorrido es menor, la separación mínima, en todo caso, será de 10 centímetros.

Si hubiera necesidad de que se cruzaran dos tipos de cables, eléctricos y RDSI lo harán en un ángulo de 90 grados, con el fin de minimizar así el acoplamiento entre el campo electromagnético del cable eléctrico y los impulsos del cable RDSI.

En el caso de lámparas de neón se recomienda que estén a una distancia superior a 30 centímetros de los cables RDSI.

En el caso de motores eléctricos, o cualquier equipo susceptible de emitir fuertes parásitos, se recomienda que estén a una distancia superior a 3 metros de los cables RDSI. En el caso de que no fuera posible evitar los parásitos, se recomienda utilizar cables apantallados.

### **1.11.3. CUADROS DE MEDIDAS**

#### *1.11.3.1. NIVELES DE CALIDAD PARA LOS SERVICIOS DE RTV*

En cualquier caso las señales distribuidas a cada toma de usuario deberán reunir las siguientes características:

| PARÁMETRO   | Unidad   | BANDA DE FRECUENCIAS   |  |
|---|--|--|--|
|   |  | 47-862 MHz   | 950-2150 MHz   |
| Nivel de señal<br>Nivel AM-TV<br>Nivel 64QAM-TV<br>Nivel FM-TV<br>Nivel QPSK-TV<br>Nivel FM Radio   | dB $\mu$ V<br>dB $\mu$ V<br>dB $\mu$ V<br>dB $\mu$ V<br>dB $\mu$ V | 57-80<br>45-70<br>47-77<br>45-70<br>40-70  |  |
| Respuesta<br>amplitud/frecuencia en<br>canal <sup>(1)</sup><br>Para los siguientes tipos de<br>señal:<br>FM-TV, FM-Radio, AM-TV,<br>QPSK-TV, 64QAM-TV | dB   | $\pm 3$ dB<br>en toda la banda<br>$\pm 0,5$ dB<br>en un ancho de<br>banda de 1 MHz | $\pm 4$ dB<br>en toda la banda<br>$\pm 1,5$ dB<br>en un ancho de<br>banda de 36MHz |
| Respuesta<br>amplitud/frecuencia en<br>banda de la red  | dB   | 12   | 25   |
| Relación Portadora/<br>Ruido aleatorio<br>C/N FM-TV<br>C/N FM-Radio<br>C/N AM-TV<br>C/N QPSK-TV<br>C/N 64 QAM-TV                                      | dB<br>dB<br>dB<br>dB<br>dB   | $\geq 15$<br>$\geq 38$<br>$\geq 43$<br>$\geq 11$<br>$\geq 28$                      |  |
| Desacoplo entre tomas de<br>distintos usuarios  | dB   | 47-300 MHz $\geq 38$<br>300-862 MHz $\geq 30$                                      | $\geq 20$  |
| Ecos en los canales de<br>usuario   | %  | $\leq 20$  |  |
| Ganancia y fase<br>diferenciales<br>Ganancia<br>Fase  | %<br>%   | 14<br>12   |  |
| Interferencias<br>frecuencia única:<br>AM-TV<br>FM-TV<br>64 QAM-TV<br>QPSK-TV   | dB<br>dB<br>dB<br>dB   | $\geq 54$<br>$\geq 27$<br>$\geq 35$<br>$\geq 18$                                   |  |
| Intermodulación<br>simple:<br>AM-TV<br>FM-TV<br>64 QAM-TV<br>QPSK-TV  | dB<br>dB<br>dB<br>dB   | $\geq 54$<br>$\geq 27$<br>$\geq 35$<br>$\geq 18$                                   |  |

|                           |    |                              |
|---------------------------|----|------------------------------|
| Intermodulación múltiple: |    |                              |
| AM-TV                     | dB | ≥54                          |
| FM-TV                     | dB | ≥27                          |
| 64 QAM-TV                 | dB | ≥35                          |
| QPSK-TV                   | dB | ≥18                          |
| BER QAM                   |    | mejor que $9 \times 10^{-5}$ |
| BER QPSK                  |    | mejor que $9 \times 10^{-5}$ |

Tabla 39: Características de las señales en toma de usuario. (1) Los valores especificados se entenderán como diferencia de respuesta entre la salida de cabecera y la toma de usuario.

## 1.11.4. INFRAESTRUCTURA

### 1.11.4.1. RECINTOS DE INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIÓN

Los recintos de instalaciones de telecomunicación tendrán las dimensiones mínimas siguientes:

|                  | RITU | RITU | RITM* | RITU** |
|------------------|------|------|-------|--------|
| Ancho (cm)       | 200  | 200  | 100   | 200    |
| Profundidad (cm) | 270  | 200  | 50    | 270    |
| Alto (cm)        | 230  | 230  | 200   | 230    |

Tabla 40: Dimensiones de los recintos de telecomunicación.\* Armario de tipo modular resistente al fuego. \*\* Recinto único para el caso de viviendas unifamiliares.

#### 1.11.4.1.1. Características constructivas.

Los recintos de instalaciones de telecomunicación, excepto los RITM, deberán tener las siguientes características constructivas mínimas:

Solado: pavimento rígido que disipe cargas electrostáticas: terrazo, cemento, etc.

Paredes y techo con capacidad portante suficiente.

Deberá disponer de toma de tierra.

Estarán equipados con un sistema de escalerillas o canaletas horizontales para el tendido de los oportunos cables. La escalerilla o canaleta se dispondrá en todo el perímetro interior a 30 cm del techo.

#### *1.11.4.1.2. Ubicación de los recintos.*

Los recintos estarán situados en zona comunitaria. El RITU estará a ser posible sobre la rasante. De estar en un nivel inferior se le dotará de un sumidero con desagüe que impida la acumulación de aguas. En el caso de que pueda haber un centro de transformación de energía próximo, el RITU se distanciará, como mínimo, dos metros de dicho centro.

El RITU estará preferentemente en la azotea y nunca más abajo de la última planta del inmueble. Se ubicará a más de dos metros de la caseta de la maquinaria del ascensor y del aire acondicionado.

Se evitará que los recintos se encuentren en la proyección vertical de canalizaciones o desagües.

Los recintos dispondrán de espacios delimitados en planta para cada tipo de servicio de telecomunicación.

#### *1.11.4.1.3. Ventilación*

El local estará exento de humedad y dispondrá de ventilación directa al exterior, o de ventilación forzada que permita la renovación total del aire del local, al menos seis veces a la hora.

#### *1.11.4.1.4. Canalizaciones eléctricas*

Se habilitará una canalización directa hasta el cuarto de contadores del inmueble, constituida por cables de cobre con aislamiento hasta 750 V y de  $2 \times 10+T \text{ mm}^2$  de sección mínima. Irá bajo tubo de PVC, empotrado o superficial, con diámetro mínimo de 29 mm.

La citada canalización finalizará en el correspondiente cuadro de protección, que tendrá las dimensiones suficientes para instalar en su interior las protecciones que se indican a continuación, aunque permitirá su ampliación hasta un 50% más.

Hueco para el posible interruptor de control de potencia (I.C.P.)

- Interruptor magnetotérmico de corte general:

Tensión nominal 230/400 V<sub>ca</sub>.

Intensidad nominal 35A.

Poder de corte 6 kA.

- Interruptor magnetotérmico de corte omnipolar para la protección del alumbrado y enchufes del recinto:

Tensión nominal 230/400 V<sub>ca</sub>.

Intensidad nominal 15 A.

Poder de corte 6 kA.

Además se instalará para cada uno de los posibles Operadores los siguientes elementos:

Interruptor magnetotérmico de corte omnipolar.

Tensión nominal 230/400 V<sub>ca</sub>.

Intensidad nominal 25 A.

Poder de corte 6 kA.

Interruptor diferencial de corte omnipolar.

Tensión nominal 230/400 V c.a.

Frecuencia 50-60 Hz.

Intensidad nominal 25 A.

Intensidad de defecto 30 mA.

Resistencia de cortocircuito 6 kA.

El citado cuadro de protección tendrá tapa. Podrá ir instalado de forma empotrada o superficial. Podrá ser de material plástico autoextinguible o metálico. Tendrá un grado de protección mínimo IP 40. Dispondrá de un regletero apropiado para la conexión del cable de puesta a tierra.

El cuadro se situará lo más próximo posible a la puerta de entrada.

Habrá, como mínimo, dos bases de enchufe con toma de tierra y de capacidad mínima de 16 A. Se hará con cables de cobre con aislamiento hasta 750 V y de  $2 \times 2.5 + T$  mm<sup>2</sup> de sección.

#### *1.11.4.1.5. Alumbrado*

Se habilitarán los medios para que exista una intensidad mínima de 300 lux.

#### *1.11.4.1.6. Puerta de acceso.*

La puerta de acceso será metálica, de apertura hacia el exterior. Se ubicará en el centro de una de las paredes de menor dimensión. El hueco mínimo de paso será de 0.82 x 2.01 m. Dispondrá de cerradura con llave común para los distintos usuarios.

#### *1.11.4.1.7. Compatibilidad electromagnética entre sistemas.*

Al ambiente electromagnético que cabe esperar en los RIT's, la normativa internacional (ETSI y U.I.T.) le asigna la categoría ambiental Clase 2.

Por tanto, los requisitos exigibles a los equipamientos de telecomunicación de un RIT con sus cableados específicos, por razón de la emisión

electromagnética que genera, figuran en la norma ETS 300 386 del E.T.S.I. El valor máximo aceptable de emisión de campo eléctrico del equipamiento o sistema para un ambiente de Clase 2 se fija en 40 dB ( $\mu$  V/m) dentro de la gama de 30 MHz-230 Mhz y en 47 dB ( $\mu$  V/m) en la de 230 Mhz -1000 Mhz, medidos a 10 m de distancia.

Estos límites son de aplicación en los RIT's aun cuando sólo dispongan en su interior de elementos pasivos.

#### *1.11.4.2. CANALIZACIONES Y REGISTROS*

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

##### *1.11.4.2.1. Canalización externa.*

La canalización externa está formada por la arqueta de entrada y la propia canalización externa.

La arqueta de entrada será construida por la propiedad, así como la canalización externa que va desde la arqueta hasta el punto de entrada general al inmueble, la cual estará constituida por un mínimo de 8 conductos de PVC de 63 mm de diámetro exterior.

Serán preferentemente de hormigón armado o de otro material siempre que soporten las sobrecargas normalizadas en cada caso y el empuje del terreno. La tapa será de hormigón armado o fundición.

Las arquetas de entrada, además, dispondrán de dos puntos para tendido de cables en paredes opuestas a las entradas de conductos, que soporten una tracción de 500 Kp y su tapa estará provista de cierre de seguridad.

##### *1.11.4.2.2. Punto de entrada general*

El punto de entrada general es el pasamuros para la entrada al inmueble de la canalización externa, capaz de albergar los 8 conductos de 63 mm de diámetro exterior que provienen de la arqueta de entrada.

El punto de entrada general terminará por el lado interior del inmueble, en un registro de enlace (700 x 500 x 120 mm) para dar continuidad hacia la canalización de enlace.

Los registros de enlace son cajas que podrán ser de plástico o metálicas con un grado de protección IP 337. Las de plástico tendrán una rigidez dieléctrica mínima de 15 KV/mm. Las metálicas serán de acero galvanizado (1 mm de espesor mínimo) con un recubrimiento interior homogéneo de material aislante de 1 mm de espesor. Estarán provistas de puerta o tapa.

### 1.11.4.2.3. Canalización de enlace

- Para entrada inferior:

Esta canalización estará formada por tubos, en número igual a los de la canalización externa o bien por canaletas, que alojarán únicamente redes de telecomunicación. En ambos casos, podrán instalarse empotrados o superficiales.

El diámetro exterior de los tubos, en función del diámetro del cable que se vaya a instalar en ellos y del tipo de tubo, será el siguiente:

| Tubos de PVC | Tubos de acero | Diámetro de cable |
|--------------|----------------|-------------------|
| 40 mm.       | 42'4 mm.       | Hasta 28 mm.      |
| 50 mm.       | 48'3 mm.       | Hasta 35 mm.      |
| 63 mm.       | 60'3 mm.       | Hasta 45 mm.      |

Para TB y RDSI se dimensionarán los cinco tubos con el mismo diámetro y, dado que no se conocerá el diámetro de cable hasta que los Operadores instalen la red de alimentación, se estimará a partir del número total de pares de los cables de la red de distribución, de acuerdo con la siguiente tabla:

| Nº de pares     | Diámetro de cable |
|-----------------|-------------------|
| Hasta 250       | ≤ 28 mm.          |
| Entre 250 y 525 | ≤ 35 mm.          |
| Entre 525 y 800 | ≤ 45 mm.          |

Para TLCA puede suponerse un diámetro del cable no superior a 16 mm por lo que el diámetro mínimo de estos dos conductos, será de 40 mm en el caso de tubo de PVC y 42.4 mm para tubo de acero.

El tubo de reserva será del mayor diámetro que se obtenga.

El espesor mínimo de los tubos será de 2'4 mm para los tubos de PVC y de 2 mm para los tubos de acero. Serán de material plástico, salvo en la canalización de enlace, en que podrán ser también de acero.

Los tubos de las canalizaciones externas, enlace y principal serán de PVC rígido, según la Norma UNE 53.112.

Los de las canalizaciones secundarias serán de pared interior lisa.

La rigidez dieléctrica mínima será 15 Kv/mm.

El espesor mínimo será 1.8 mm salvo en la canalización de enlace, que será de 2,4 mm.

Si la canalización de enlace es con tubos de acero, estos estarán galvanizados, tendrán rosca en sus extremos y sus paredes serán lisas.

En todos los tubos vacantes se dejará instalado un hilo guía que será de alambre de acero galvanizado de 2 mm de diámetro o cuerda plástica de 5 mm diámetro sobresaliendo 20 cm en los extremos de cada tubo.

En el caso de canaletas se dispondrán cuatro espacios independientes, en una o varias canaletas, asignándose cada espacio de la siguiente forma:

Uno para cada Operador de TB + RDSI.

Uno para cada Operador de TLCA.

La sección útil de cada espacio  $S_i$ , se determinará según la siguiente fórmula:

$$S_i \geq C s_j$$

siendo:

$C = 2$  para cables coaxiales y  $1.82$  para el resto de cables.

$s_j$  = Suma de las secciones de los cables que se instalen en ese espacio.

Para seleccionar la canaleta o canaletas a instalar, se tendrá en cuenta además, que la dimensión interior menor de cada espacio será 1.3 veces el diámetro del cable mayor a instalar en él.

En los espacios correspondientes a TB+ RDSI, la sección y el diámetro del cable mayor de TB se determinarán en función del número total de pares de los cables de la red de distribución del inmueble, de acuerdo con la siguiente tabla:

| Nº de pares     | $s_j$ ( mm <sup>2</sup> ) | Diámetro (mm.) |
|-----------------|---------------------------|----------------|
| Hasta 100       | 335                       | 18             |
| Entre 100 y 200 | 520                       | 24             |
| Entre 200 y 400 | 910                       | 31             |
| Entre 400 y 800 | 1520                      | 40             |

En los tramos de canalización superficial con tubos, éstos deberán fijarse mediante grapas separadas, como máximo, un metro.

Cuando la canalización sea mediante tubos, se colocarán elementos de registro (armarios o arquetas) en los siguientes casos:

Cada 30 m de longitud en canalización empotrada o superficial y 50 m en canalización subterránea.

En el punto de intersección de dos tramos rectos no alineados o bien dentro de los 60 cm antes de la intersección en un solo tramo de los dos que se encuentren. En este último caso, la curva en la intersección tendrá un radio mínimo de 35 cm y no presentará deformaciones en la parte cóncava del tubo.

Las dimensiones mínimas de estos registros de enlace serán 700 x 500 x 120 mm (alto x ancho x profundo) para el caso de registros en pared. Para el caso de arquetas las dimensiones interiores mínimas serán 400 x 400 x 400 mm.

Cuando la canalización sea mediante canaletas, en los puntos de encuentro en tramos no alineados se colocarán accesorios de cambio de dirección con un radio mínimo de 35 cm.

Serán de PVC rígido, o de material metálico resistente a la corrosión. Cumplirán la Norma EN 50.085.

El grado de protección, según la Norma UNE 20.324, será:

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| Canalización de enlace y principal | IP337 |
| Canalización secundaria            | IP335 |

- Para entrada superior.

En la canalización de enlace superior para la red de RTV, los cables irán sin protección entubada entre los sistemas de captación (antenas) y el punto de entrada al inmueble (pasamuros). A partir de aquí la canalización de enlace estará formada por 4 tubos, empotrados o superficiales, cuyas dimensiones en mm serán las siguientes:

|                |               |
|----------------|---------------|
| Tubos de PVC   | 4 $\phi$ 40   |
| Tubos de Acero | 4 $\phi$ 42.4 |

El tubo de mayor diámetro (63 ó 60.3 mm) será para alojar los cables de televisión terrenal.

Las fijaciones superficiales de los tubos serán las mismas del anterior punto.

Los armarios de registro se colocarán en los mismos casos que en el punto anterior y sus dimensiones mínimas serán 450 x 450 x 120 mm (alto x ancho x profundo).

#### 1.11.4.2.4. Canalización principal.

La canalización principal deberá ser rectilínea, fundamentalmente vertical y de una capacidad suficiente para alojar todos los cables necesarios para los servicios de telecomunicación del inmueble.

Cuando el número de usuarios (viviendas, oficinas o locales comerciales) por planta sea superior a 8, se dispondrá más de una distribución vertical, atendiendo cada una de ellas a un número máximo de 8 usuarios por planta.

Esta canalización será empotrada y puede materializarse mediante tubos, galería vertical, o canaleta, alojándose, en estos dos últimos casos, en ellas únicamente redes de telecomunicación. La canalización discurrirá próxima al hueco de ascensores o escalera.

- Canalización con tubos.

En el caso de que la canalización se realice mediante tubos, su diámetro será de 40 mm y su número se determinará de la siguiente manera:

- Para TB (o TB + RDSI por los mismos pares) igual a uno por cada previsión de distribución vertical inferior a 100 pares o, para el caso de verticales con 25 ó menos pares, uno ó dos tubos, teniendo en cuenta que por cada tubo se instalarán como máximo 18 cables de acometida.

Uno para acceso primario de RDSI cuando se emplee para ello cable especial de pares apantallados, F.O. o coaxiales.

- Para la determinación del número de tubos para TLCA se utilizará el siguiente criterio:

Si la altura del inmueble es inferior a nueve plantas, el número de tubos se determinará a razón de dos (uno por operador), por cada ocho viviendas o fracción de éstas, teniendo en cuenta que el cable coaxial que se prevea instalar será de un máximo de 7 mm. y se aloje por cada tubo un máximo de ocho cables de estas características. Para poder solucionar la posible distribución del cableado de TLCA desde el RITU hacia las plantas inferiores, cada tubo discurrirá a lo largo de toda la vertical, uniendo totalmente ambos RIT's y seccionado al paso de los registros secundarios.

Si la altura es igual o superior a nueve plantas, el cálculo del número de tubos se hará dividiendo el inmueble en dos o más zonas de distribución aproximadamente igual y con menos de nueve plantas cada una. Cada zona de distribución se dimensionará en número de tubos según el párrafo anterior y sumando dos tubos adicionales

hasta los puntos intermedios de distribución para alojar los cables de distribución de las zonas adicionales por cada operadora.

Por otra parte, en el caso de inmuebles de más de 9 alturas y más de 4 usuarios por planta, se podrá disponer más de una distribución vertical.

- Para RTV, al tener su red topología árbol-rama, el número de tubos se fija en 2.
- El número de tubos de reserva será de uno por cada cuatro tubos o fracción determinados según las reglas anteriores.
- Canalización con canaletas o galerías.

En el caso de canaletas o galerías, habrá cinco compartimentos independientes, asignándose de la siguiente forma:

- Uno para TB+RDSI.
- Uno para cada operador de TLCA.
- Uno para cada operador de RTV.

Para su dimensionado se aplicarán las reglas específicas de dimensionado de canaletas definidas en el apartado anterior siendo el número de cables y su dimensión el determinado en el proyecto de red del inmueble. En el caso de que por cada compartimento discurrieran más de ocho cables, estos se encintarán en grupos de ocho como máximo, identificándolos convenientemente.

#### *1.11.4.2.5. Registro principal.*

El registro principal para TB+RDSI es una caja o placa de material aislante que debe tener las dimensiones suficientes para alojar las regletas del punto de interconexión, así como las guías y soportes necesarios para el encaminamiento de cables y puentes, teniendo en cuenta que el número de pares de las regletas de salida será igual a la suma total de los pares de la red de distribución.

#### *1.11.4.2.6. Registros secundarios.*

Se colocará un Registro Secundario en los siguientes casos:

En los puntos de encuentro entre una canalización principal y una secundaria.

En cada cambio de dirección o bifurcación de la canalización principal.

En cada tramo de 30 m de canalización principal.

Las dimensiones mínimas serán:

En el primer caso y topología en estrella para TLCA: 55 x 100 x 15 cm (alto x ancho x profundo) y alojará los 2 posibles derivadores de la red de RTV, así como el bloque de regletas de TB+RDSI.

En los casos segundo y tercero 45 x 45 x 15 cm ( o cuando el número de viviendas por planta sea igual o inferior a dos)..

Los registros secundarios se ubicarán en zona comunitaria de fácil acceso.

Si en algún registro secundario fuera preciso instalar algún amplificador o igualador, se utilizarán registros complementarios como los de los casos segundo o tercero para estos usos en exclusiva.

Los registros secundarios del caso primero deberán disponer de espacios delimitados para cada uno de los tres servicios: TB + RDSI, TLCA y RTV.

Se podrán realizar de la forma siguiente:

Practicando en el muro o pared de la zona comunitaria de cada planta (descansillos) un hueco de 15 cm de profundidad a una distancia de unos 30 cm del techo en su parte más alta.

Las paredes del fondo y laterales deberán quedar perfectamente enlucidas y, en la del fondo, se adaptará una placa de material aislante (madera o plástico) para sujetar con tornillos los elementos de conexión correspondientes.

Deberán quedar perfectamente cerrados con tapa o puerta de plástico o metálica y llevarán un cerco metálico que garantice la solidez e indeformabilidad del conjunto.

Empotrando en el muro una caja de plástico o metálica con la correspondiente puerta o tapa. Tendrá un grado de protección IP 335.

#### *1.11.4.2.7. Canalizaciones secundarias.*

Del Registro Secundario podrán salir varias canalizaciones secundarias que deberán ser de capacidad suficiente para alojar todos los cables para los servicios de telecomunicación de las viviendas a las que sirvan. Esta canalización puede materializarse mediante tubos o canaletas.

Si es mediante tubos, en sus tramos comunitarios será de 6 tubos, que se destinarán a lo siguiente:

Uno para TB+RDSI.

Uno para cada Operador de TLCA.

Uno para cada Operador de RTV.

Uno de reserva.

Sus dimensiones mínimas se determinarán por separado de acuerdo con la siguiente tabla:

| D. exterior tubo (mm) | Nº de cables de acometida interior para TB + RDSI | Nº de acometidas de usuario para TLCA | Nº de acometidas de usuario para RTV |
|-----------------------|---|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 16                    | 1-3   | 1                                     | 1                                    |
| 20                    | 4-6   | 2                                     | 2                                    |
| 32                    | 7-12  | 6                                     | 6                                    |
| 40                    | 13-18   | 8                                     | 8                                    |

*Tabla 41: Dimensiones mínimas de los tubos.*

Cuando se precisen cables especiales para servicios de acceso primario de RDSI, estos se ubicarán por los mismos conductos que la TB, contabilizándolos como dos cables de acometida interior adicionales por cada usuario que tenga este servicio.

Para el acceso a las viviendas, se colocará en la derivación un registro de paso del tipo A (380 x 380 x 120 mm) del que saldrán a la vivienda 2 tubos de 20 mm de diámetro exterior. Por uno de dichos tubos irán los cables de los dos operadores de TLCA, y un cable de acometida interior de TB. Por el otro, irán los cables de los dos operadores de RTV y el otro cable de acometida interior de TB. El cable especial de RDSI que eventualmente fuera necesario irá por uno cualquiera de los dos tubos.

Antes de llegar a los registros de terminación de red, se colocará un registro de paso del tipo B (100 x 100 x 60) para bifurcar la canalización de TB+RDSI, que continuará con un conducto de diámetro exterior según se determina en la tabla de este apartado. La canalización de RTV y TLCA continuará con las mismas características y regla de ocupación que tenía antes del registro.

Si la canalización es mediante canaletas, en los tramos comunitarios tendrá 5 espacios independientes con la asignación antedicha y dimensionados según las reglas del apartado anterior.

#### *1.11.4.2.8. Cajas o registros de paso*

Los registros de paso son cajas cuadradas con entradas laterales preiniciadas e iguales en sus cuatro paredes, a las que se podrán acoplar conos ajustables multidiámetro para entrada de conductos.

Se definen tres tipos:

|        | Dimensiones<br>Alto x Ancho x profundo | Nº entradas en<br>cada lateral | Diámetro<br>máximo del tubo |
|--------|--|--------------------------------|-----------------------------|
| Tipo A | 380 x 380 x 120 mm                     | 6                              | 40mm                        |
| Tipo B | 100 x 100 x 60 mm                      | 2                              | 20mm                        |
| Tipo C | 170 x170 x 80 mm                       | 4                              | 16mm                        |

*Tabla 42: Relación de tubos en función de las medidas de las cajas o registros.*

Además de los casos indicados en el apartado anterior, se colocará como mínimo un registro de paso cada 15 m de longitud de las canalizaciones secundarias y de interior de usuario y en los cambios de dirección de radio inferior a 12 cm para viviendas ó 25 cm para oficinas.

Estos registros de paso serán del tipo A para canalizaciones secundarias en tramos comunitarios, del tipo B para canalizaciones secundarias en los tramos de acceso a las viviendas y para canalizaciones interiores de usuario de TB+RDSI y del tipo C, para las canalizaciones interiores de usuario de TLCA + RTV.

Se admitirá un máximo de dos curvas de noventa grados entre dos registros de paso.

Los registros se colocarán empotrados. Cuando van intercalados en la canalización secundaria se ubicarán en lugares de uso comunitario, con su arista más próxima al techo a una distancia del mismo comprendida entre 10 y 20 cm.

En canalizaciones secundarias mediante canaletas, los registros de paso serán los correspondientes a las canaletas utilizadas.

Si se materializan mediante cajas, serán de plástico, con una rigidez dieléctrica mínima de 15 KV/mm, un espesor mínimo de 2 mm y un grado de protección IP 335.

En todos los casos estarán provistos de tapa de material plástico o metálico.

#### *1.11.4.2.9. Cajas o registros de terminación de red*

Estarán en el interior de la vivienda, local u oficina y empotrados en la pared.

El de TB + RDSI en viviendas será una caja o registro de 10 x 17 x 4 cm. (alto x ancho x profundo) provisto de tapa.

En oficinas las dimensiones serán:

| SUPERFICIE                          | ALTO | ANCHO | PROFUNDO |
|-------------------------------------|------|-------|----------|
| Hasta 100 m <sup>2</sup> de oficina | 500  | 400   | 120      |
| Hasta 400 m <sup>2</sup> de oficina | 600  | 600   | 120      |

*Tabla 43: Tamaño de las cajas de registro en las oficinas.*

En caso de RDSI, el PTR (TR1) podrá ir superficial al lado del registro o bien colocarse empotrado si se dispone de un hueco para ello, de las dimensiones correspondientes.

El de TLCA será una caja o registro de 20 x 30 x 6 cm provisto de tapa.

El de RTV será una caja o registro de 20 x 30 x 6 cm provisto de tapa.

El de TB + RDSI se instalará a más de 20 cm y menos de 180 cm del suelo y los de TLCA y RTV se instalarán a más de 120 cm y menos de 180 cm del suelo.

Los registros para RDSI, TLCA y RTV, dispondrán de toma de corriente.

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.

#### *1.11.4.2.10. Canalización interior de usuario*

Estará realizada con tubos de material plástico, coarrugados o lisos, que irán empotrados por el interior de la vivienda, uniendo los Registro de Terminación de Red con los distintos Registros de Toma.

Para el caso de TB+RDSI accesos básicos, esta unión será mediante un conducto de diámetro 16 ó 20 mm teniendo en cuenta que se instalarán, como máximo, tres cables interiores de usuario por cada conducto de 16 mm y seis por cada conducto de 20 mm, colocándose conductos adicionales en la medida necesaria. En locales comerciales y oficinas no se instalarán conductos de 16 mm de diámetro.

Para el caso de TLCA serán dos conductos de 16 mm de diámetro. Uno de ellos estará vacío y el otro estará ocupado por un cable.

Para el caso de RTV serán dos conductos de 16 mm de diámetro. Uno de ellos estará vacío y el otro estará ocupado por un cable.

#### 1.11.4.2.11. *Cajas o registros de toma*

Irán empotrados en la pared. Estas cajas o registros serán cuadrados, debiendo 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.

Habrà un mínimo de dos registros de toma para cada uno de los tres siguientes servicios: TB+RSDI acceso básico, TLCA y RTV, en dependencias distintas, y que no sean baños ni trasteros. Los de TLCA y RTV de cada dependencia estarán próximos.

Los registros de toma de TLCA y RTV tendrán en sus inmediaciones (máximo 50 cm) una toma de corriente alterna. En los registros de toma para telefonía, esto es recomendable, con objeto de permitir la utilización de equipos terminales que precisen alimentación de corriente alterna (teléfonos sin hilos, contestadores, fax, etc.).

#### 1.11.4.3. *CONDICIONES GENERALES*

Como norma general, se procurará la máxima independencia entre las instalaciones de telecomunicación y las del resto de servicios.

##### 1.11.4.3.1. *Requisitos de seguridad*

Los requisitos mínimos de seguridad entre instalaciones serán los siguientes:

La separación entre una canalización de telecomunicación y las de otros servicios será, como mínimo, de 10 cm para trazados paralelos y de 3 cm para cruces.

Si las canalizaciones secundarias se realizan con canaletas para la distribución conjunta con otros servicios que no sean de telecomunicación, cada uno de ellos se alojará en compartimentos diferentes.

La rigidez dieléctrica de los tabiques de separación de estas canalizaciones secundarias conjuntas deberá tener un valor mínimo de 15 Kv/mm (UNE 21.316) Si son metálicas, se pondrán a tierra.

Los cruces con otros servicios se realizarán preferentemente pasando las conducciones de telecomunicación por encima de las de otro tipo. En caso de proximidad de canalizaciones de telecomunicación con otras eléctricas o no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de, por lo menos 3 cm, que deberá ser:

- De 20 cm como mínimo en el caso de cruzamientos con conductores de Baja Tensión.

- De 20 cm como mínimo en el caso de cruzamientos con canalizaciones de gas y agua.
- 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:
  - La protección contra contactos indirectos estará asegurada por alguno de los sistemas de la Clase A, señalados en la Instrucción MI BT 021 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, considerando a las conducciones no eléctricas, cuando sean metálicas como elementos conductores.
  - 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.

#### *1.11.4.3.2. 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.

#### *1.11.4.3.3. Identificación.*

Las canalizaciones de telecomunicación se identificarán de forma que se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, ampliaciones, 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, se establecerá, un plan de etiquetas o señales que permita dicha identificación.

#### *1.11.4.3.4. Compatibilidad Electromagnética.*

Las redes de telecomunicación son elementos radiantes de señales de diferente frecuencia e intensidad y también son susceptibles de recoger aquellas radiaciones que sean generadas a su alrededor.

El efecto de las radiaciones electromagnéticas puede tener, en ciertos casos, una gran importancia ya que pueden afectar seriamente a las señales que se transmiten por los cables.

- Tierra Local.

El sistema general de tierra del inmueble debe tener un valor de resistencia eléctrica no superior a  $10 \Omega$  respecto de la tierra lejana.

El sistema de puesta a tierra en cada uno de los RIT's constará esencialmente de un anillo interior y cerrado de cobre, en el cual se encuentra intercalada, al menos, una barra colectora, también de cobre y sólida, dedicada a servir como terminal de tierra de los RIT. Este terminal será fácilmente accesible y de dimensiones adecuadas, estará conectado directamente al sistema general de tierra del inmueble 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, como, por ejemplo, los dispositivos de protección contra sobretensiones.

Los conductores del anillo de tierra estarán fijados a las paredes de los RIT's, a una altura que permita 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 del inmueble estarán formados por conductores flexibles de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

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

Los soportes, herrajes, bastidores, bandejas, etc. metálicos de los RIT's estarán unidos a la tierra local.

- Interconexiones Equipotenciales y Apantallamiento.

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

- Cortafuegos.

Se instalarán cortafuegos para evitar el corrimiento de gases, vapores y llamas en el interior de los tubos.

En todos los tubos de entrada a envolventes que contengan interruptores, seccionadores, fusibles, relés, resistencias y demás aparatos que produzcan arcos, chispas o temperaturas elevadas.

En los tubos de entrada o envolventes o cajas de derivación que solamente contengan terminales, empalmes o derivaciones, cuando el diámetro de los tubos sea igual o superior a 50 milímetros.

Si en un determinado conjunto, el equipo que pueda producir arcos, chispas o temperaturas elevadas está situado en un compartimiento independiente del que contiene sus terminales de conexión y entre ambos hay pasamuros o prensaestopas antideflagrantes, la entrada al compartimiento de conexión puede efectuarse siguiendo lo indicado en el párrafo anterior.

En los casos en que se precisen cortafuegos, estos se montarán lo más cerca lo más cerca posible de las envolventes y en ningún caso a más de 450 mm de ellas.

Cuando dos o más envolventes que, de acuerdo con los párrafos anteriores, precisen cortafuegos de entrada estén conectadas entre sí por medio de un tubo de 900 mm o menos de longitud, bastará con poner un solo cortafuego entre ellas a 450 mm o menos de la más alejada.

En los conductos que salen de una zona peligrosa a otra de menor nivel de peligrosidad, el cortafuegos se colocará en cualquiera de los dos lados de la línea límite, pero se instalará de manera que los gases

o vapores que puedan entrar en el sistema de tubos en la zona de mayor nivel de peligrosidad no puedan pasar a la zona menos peligrosa. Entre el cortafuegos y la línea límite no deben colocarse acoplamientos, cajas de derivación o accesorios.

La instalación de cortafuegos habrá de cumplir los siguientes requisitos:

- La pasta de sellado deberá ser resistente a la atmósfera circundante y a los líquidos que pudiera haber presentes y tener un punto de fusión por encima de los 90°.
- El tapón formado por la pasta deberá tener una longitud igual o mayor al diámetro interior del tubo y, en ningún caso, inferior a 16 mm.
- Dentro de los cortafuegos no deberán hacerse empalmes ni derivaciones de cables tampoco deberá llenarse con pasta ninguna caja o accesorio que contenga empalmes o derivaciones.
- Las instalaciones bajo tubo deberán dotarse de purgadores que impidan la acumulación excesiva de condensaciones o permitan una purga periódica.
- Podrán utilizarse cables de uno o más conductores aislados bajo tubo o conducto.

## 1.12. CONDICIONES GENERALES

### 1.12.1. REGLAMENTO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

#### 1.12.1.1. INTRODUCCIÓN

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud establece las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes profesionales y de daños a terceros, que pudieran derivarse de las unidades de obra previstas para la ejecución de este proyecto; todo ello en virtud del Real Decreto 1621/1997 de fecha 24-10-97.

En este Estudio Básico de Seguridad y Salud no sólo se identifican las situaciones potenciales de riesgo más típicas de las obras de ICT (Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones) para edificios, sino también aquellas otras en que por su singularidad deberían extremarse las medidas de prevención.

La empresa Constructora no está extensa de llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos laborales, pues en virtud del citado Real Decreto está obligada a elaborar un plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud en función de su propio sistema de ejecución de obra.

En dicho plan se incluirán, las propuestas de medidas alternativas de prevención de riesgos que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el referido estudio.

#### 1.12.1.2. DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Los trabajos a que se refiere este Estudio, consisten en la ejecución de las diferentes fases de obra para la instalación de una Infraestructura Común de Telecomunicaciones (I.C.T), canalizada y aérea, que permita la captación, adaptación y distribución de las señales de radiodifusión sonora por satélite, así como el acceso al servicio telefónico básico y al servicio de telecomunicaciones por cable mediante la conexión de las distintas viviendas o locales del inmueble a las redes de los operadores habilitados.

Dichos trabajos se citan, detallan y localizan en el proyecto de obra al cual se ha anexo este Estudio y sus fases de ejecución antes citadas, pueden resumirse:

- Construcción de la canalización externa de acceso.

- Construcción de la canalización Interior del conjunto de viviendas y locales que componen el inmueble.
- Instalación de los elementos captadores de las señales de radiodifusión y televisión (antenas).
- Instalación de los equipos adaptadores y amplificadores necesarios (en cabecera e intermedios).
- Tendido e instalación de los cables y elementos necesarios para la distribución de las señales de radiodifusión y TV hasta los puntos de toma de usuario.
- Tendido e instalación de los cables y elementos necesarios para la conexión de las distintas viviendas y locales a las redes de telefonía y servicios de telecomunicaciones por cable a los operadores habilitados.

La ubicación del inmueble objeto de la Infraestructura Común de Telecomunicaciones será la que se indica en la presente memoria.

#### *1.12.1.3. PROPIETARIO/PROMOTOR*

El promotor, indicando domicilio y C.I.F, es el mencionado al inicio del presente proyecto.

#### **4.- IDENTIFICACION Y DESCRIPCION DE LOS RIESGOS.**

Sin perjuicio de las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud aplicables a la obra, establecidas en el anexo IV del real Decreto 1627/1997, se enumeran a continuación los riesgos particulares de los diferentes trabajos derivados de las distintas unidades de obra recogidas en proyecto.

Se habrá de prestar especial atención a los riesgos más usuales de las obras, como son las caídas, cortes, quemaduras, erosiones y golpes, debiéndose adoptar en cada momento la postura más adecuada según trabajo que se realice.

En el cuadro siguiente se relacionan las situaciones tipificadas de riesgo potencial derivado de los trabajos de ejecución de las distintas unidades de obra del proyecto:

| <b>SITUACIONES POTENCIALES DE RIESGOS PROFESIONALES Y DE DAÑOS A TERCEROS</b> |  |
|---|--|
| <b>1</b>  | .Accidentes “in itinere”                                     |
| <b>2</b>  | .Construcción de canalizaciones y arquetas                   |
| <b>3</b>  | .Trabajos en arquetas y galerías de servicio                 |
| <b>4</b>  | .Trabajos en azoteas, tejados y fachadas                     |
| <b>5</b>  | .Trabajos en postes y líneas aéreas                          |
| <b>6</b>  | .Trabajos en recintos de instalaciones de telecomunicaciones |
| <b>7</b>  | .Trabajos en interior de edificios                           |
| <b>8</b>  | .Daños a terceros  |

*Tabla 44: Situaciones tipificadas de riesgo potencial.*

A continuación se relacionan los riesgos derivados de las situaciones de riesgo potencial que se han indicado en el cuadro anterior como inherentes a los trabajos I.C.T..

#### *1.12.1.3.1. Accidentes in itinere*

- Prisas.
- Distracción.
- Caídas, tropiezos.
- Desconocimiento del Código de Circulación.
- Conducción temeraria.
- Ingestión de alcohol.
- Ingestión de medicamentos.
- Ingestión de sustancias alucinógenas.
- Medios de locomoción en malas condiciones.
- Fumar durante la conducción.
- Utilizar el teléfono móvil durante la conducción.
- No-utilización del cinturón de seguridad.
- No-utilización del casco protector en motocicletas.

*1.12.1.3.2. Construcción de canalizaciones y arquetas*

- Utilización de herramientas.
- Utilización de maquinaria.
- Riesgo derivado del funcionamiento de las grúas.
- Caídas de escalera o plataformas.
- Atención a la extensión de escaleras.
- Peldaños de escalera defectuosos.
- Soportes de fijación deteriorados o poco sólidos.
- Caídas de puntos altos.
- Caída de la carga transportada.
- Caídas de material y rebotes.
- Proyección de partículas.
- Golpes, tropiezos.
- Atropellos, choques con otros vehículos.
- Quemaduras.
- Cortes, pinchazos.
- Picaduras de insectos, arácnidos, reptiles, etc.
- Sobre esfuerzos por posturas incorrectas.
- Malas condiciones meteorológicas.
- Ambiente excesivamente ruidoso.
- Generación excesiva de polvo.
- Incendios y explosiones.
- Gases tóxicos.
- Líquidos inflamables.
- Aguas residuales.

- Proximidad con otros servicios (gas, agua, electricidad, etc.).
- Tráfico.
- Cruces con arroyos, ríos y ferrocarriles.
- Paredes de fijación deteriorada o poco sólida.
- Desplome y/o caída de maquinaria y/o herramientas.
- Apertura de hoyos.
- Caídas de personas al mismo o distinto nivel.
- Desprendimiento y corrimiento de tierras.
- Desplome y/o caída de las paredes de contención de pozos y zancas.
- Desplome y/o caída de edificaciones vecinas.
- Fallos de encofrados.
- Fallos de entibación o de apuntalamiento.
- Vuelco de pilas de material.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Sobretensiones de origen atmosférico. Días de tormentas.
- Tensión de paso y tensión de contacto.

#### *1.12.1.3.3. Trabajos en arquetas y galerías de servicio*

- Utilización de herramientas.
- Utilización de maquinaria.
- Riesgo derivado del funcionamiento de las grúas.
- Caídas de escalera o plataformas.
- Atención a la extensión de escaleras.
- Peldaños de escalera defectuosos.

- Soportes de fijación deteriorados o poco sólidos.
- Caídas de puntos altos.
- Caída de la carga transportada.
- Caídas de material y rebotes.
- Proyección de partículas.
- Golpes, tropiezos.
- Atropellos, choques con otros vehículos.
- Quemaduras.
- Cortes, pinchazos.
- Picaduras de insectos, arácnidos, reptiles, etc.
- Sobre esfuerzos por posturas incorrectas.
- Malas condiciones meteorológicas.
- Incendios y explosiones.
- Gases tóxicos.
- Líquidos inflamables.
- Aguas residuales.
- Proximidad con otros servicios (gas, agua, electricidad, etc.).
- Tráfico.
- Paredes de fijación deteriorada o poco sólida.
- Tensiones de tendido.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Sobretensiones de origen atmosférico. Días de tormenta.
- Tensión de paso y tensión de contacto.

#### *1.12.1.3.4. Trabajos en azoteas, tejados y fachadas*

- Utilización de herramientas.
- Caídas de escalera o plataforma.
- Atención a la extensión de escaleras.
- Peldaños de escalera defectuosos.
- Soportes de fijación deteriorados o poco sólidos.
- Altura de instalación.
- Altura de la instalación en los cruces con vías de servicio (calles, caminos, carreteras, etc.).
- Caídas de puntos altos.
- Caída de la carga transportada.
- Caídas de material y rebotes.
- Caídas de herramientas.
- Proyección de partículas.
- Golpes, tropiezos.
- Atropellos, choques con otros vehículos.
- Quemaduras.
- Cortes, pinchazos.
- Picaduras de insectos, arácnidos, reptiles, etc.
- Sobre esfuerzos por posturas incorrectas.
- Malas condiciones meteorológicas.
- Proximidad con otros servicios (gas, agua, electricidad, etc.).
- Tráfico.
- Paredes de fijación deteriorada o poco sólida.
- Empalmes en pases aéreos.

- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Sobretensiones de origen atmosférico. Días de tormenta.
- Tensión de paso y tensión de contacto.

*1.12.1.3.5. Trabajos en postes y en líneas aéreas.*

- Utilización de herramientas.
- Utilización de maquinaria.
- Riesgo derivado del funcionamiento de las grúas.
- Caídas de escalera y plataformas.
- Atención a la extensión de escaleras.
- Peldaños de escalera defectuosos.
- Estribos de poste en mal estado.
- Soportes de fijación deteriorados o poco sólidos.
- Altura de la instalación en los cruces con vías de servicio (calles, caminos, carreteras, etc.).
- Caídas de puntos altos.
- Caída de la carga transportada.
- Caída de herramientas.
- Proyección de partículas.
- Golpes, tropiezos.
- Atropellos, choques.
- Quemaduras.
- Cortes y pinchazos.
- Picaduras de insectos, arácnidos, reptiles, etc.
- Sobre esfuerzos por posturas incorrectas.

- Malas condiciones meteorológicas.
- Incendios y explosiones.
- Proximidad con otros servicios (gas, agua, electricidad, etc.).
- Tráfico.
- Cruces con arroyos, ríos, ferrocarriles.
- Desplome y/o caída de maquinaria y/o herramientas.
- Estructura no revisada de una línea de postes.
- Tensiones de tendido.
- Apertura de hoyos.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Sobretensiones de origen atmosférico. Días de tormenta.
- Tensión de paso y tensión de contacto.

#### *1.12.1.3.6. Trabajos en Recintos de Instalaciones de Telecomunicaciones.*

- Utilización de herramientas.
- Caídas de escalera o plataformas.
- Peldaños de escalera defectuosos.
- Caídas de puntos altos.
- Caídas de material y rebotes.
- Golpes, tropiezos.
- Quemaduras.
- Cortes, pinchazos.
- Sobre esfuerzos por posturas incorrectas.
- Incendios y explosiones.
- Proximidad con otros servicios (agua, gas, electricidad, etc.).

- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Sobretensiones de origen atmosférico. Días de tormenta.
- Tensión de paso y tensión de trabajo.

*1.12.1.3.7. Trabajos en interior de edificios.*

- Utilización de herramientas.
- Caídas de escalera y plataformas.
- Atención a la extensión de escaleras.
- Peldaños de escalera defectuosos.

### 1.13. PRESUPUESTO ICT

| <b>Partida 1.5.1 ELEMENTOS DE CAPTACIÓN</b>   |                  |             |            |           |                 |
|---|------------------|-------------|------------|-----------|-----------------|
| <b>Concepto</b>   | <b>Proveedor</b> | <b>Ref.</b> | <b>Ud.</b> | <b>€u</b> | <b>Importe</b>  |
| Antena VHF/UHF tipo array angular de 3 parrillas de elementos directores modelo DAT 45 mixta. | TELEVÉS          | 1096        | 1          | 78,57 €   | 78,57 €         |
| Antena FM con dipolo plegado circularmente  | TELEVÉS          | 1201        | 1          | 24,23 €   | 24,23 €         |
| Antena DAB compuesta por reflector, dipolo y elemento director.                               | TELEVÉS          | 1050        | 1          | 25,88 €   | 25,88 €         |
| Antena parabólica tipo offset de aluminio anonizado y repulsado de 110mm de diámetro.         | TELEVÉS          | 7572        | 1          | 124,20 €  | 124,20 €        |
| Convertor LNB   | TELEVÉS          | 7475        | 1          | 13,70 €   | 13,70 €         |
| Mástil para sujeción de las antenas de 3m de longitud y 45mm de diámetro.                     | TELEVÉS          | 3010        | 1          | 31,90 €   | 31,90 €         |
| Kit de accesorios para montaje antenas y mástil   | TELEVÉS          | 4361        | 1          | 51,25 €   | 51,25 €         |
| <b>TOTAL:</b>   |                  |             |            |           | <b>349,73 €</b> |

| <b>Partida 1.5.2 ELEMENTOS DE CABECERA</b>         |                  |             |            |           |                   |
|--|------------------|-------------|------------|-----------|-------------------|
| <b>Concepto</b>                                    | <b>Proveedor</b> | <b>Ref.</b> | <b>Ud.</b> | <b>€u</b> | <b>Importe</b>    |
| Amplificador monocanal DAB                         | TELEVÉS          | 5099        | 1          | 75,45 €   | 75,45 €           |
| Amplificador monocanal FM                          | TELEVÉS          | 5082        | 1          | 65,18 €   | 65,18 €           |
| Amplificador monocanal UHF analógica               | TELEVÉS          | 5084        | 10         | 94,75 €   | 947,50 €          |
| Amplificadores monocanal UHF digital               | TELEVÉS          | 5086        | 3          | 94,75 €   | 284,25 €          |
| Procesador de FI                                   | TELEVÉS          | 5864        | 1          | 422,00 €  | 422,00 €          |
| Amplificador de FI                                 | TELEVÉS          | 5865        | 1          | 158,25 €  | 158,25 €          |
| Fuente de alimentación de 100w                     | TELEVÉS          | 5498        | 1          | 268,50 €  | 268,50 €          |
| Cofre para alojar hasta 22 amplificadores y una FA | TELEVÉS          | 5235        | 1          | 128,75 €  | 128,75 €          |
| Puente EMC F para enchufar                         | TELEVÉS          | 5084        | 30         | 1,46 €    | 43,80 €           |
| Carga de 75 ohms "F"                               | TELEVÉS          | 4061        | 20         | 2,75 €    | 55,00 €           |
| <b>TOTAL:</b>                                      |                  |             |            |           | <b>1.360,55 €</b> |

| <b>Partida 1.5.3 ELEMENTOS DE DISTRIBUCIÓN Y CANALIZACIÓN</b>         |                  |             |            |            |                  |
|---|------------------|-------------|------------|------------|------------------|
| <b>Concepto</b>   | <b>Proveedor</b> | <b>Ref.</b> | <b>Ud.</b> | <b>€/u</b> | <b>Importe</b>   |
| Mezclador / Repartidor 2FI  | TELEVÉS          | 7407        | 1          | 39,33      | 39,33 €          |
| Derivadores 4D 20dB   | TELEVÉS          | 5446        | 2          | 16,3       | 32,60 €          |
| Derivadores 4D 16dB   | TELEVÉS          | 5445        | 4          | 16,3       | 65,20 €          |
| Derivadores 4D 12dB   | TELEVÉS          | 5444        | 2          | 16,3       | 32,60 €          |
| Derivadores 2D 12dB   | TELEVÉS          | 5425        | 2          | 13,26      | 26,52 €          |
| PAU repartidores 5D 10/12 Db (Conexión F)                             | TELEVÉS          | 5160        | 12         | 11,75      | 141,00 €         |
| Tomas usuario (BAT)   | TELEVÉS          | 5226        | 62         | 6,37       | 394,94 €         |
| Embellecedor TV/FM – SAT  | TELEVÉS          | 5440        | 62         | 0,468      | 29,02 €          |
| Armario metálico para ubicación de los equipos de la cabecera de RTV. | PLANA FÁBREGA    | ANT2 50311  | 1          | 81.25€     | 81.25€           |
| Cable coaxial para exterior TR165 negro PE                            | TELEVÉS          | 2149        | 30         | 1.70€      | 51.00€           |
| Cable coaxial para interior TR165 blanco PVC                          | TELEVÉS          | 2150        | 500        | 1.70€      | 800.00€          |
| Tubo coarrugado de 16   |                  |             | 450        | 1.00€      | 450.00€          |
| Tubo coarrugado de 32   |                  |             | 50         | 1.65€      | 82.50€           |
| Tubo Coarrugado de 63   |                  |             | 30         | 2.10€      | 63.00€           |
| Caja universal de mecanismos  |                  |             | 62         | 1.75€      | 108.50€          |
| <b>TOTAL:</b>   |                  |             |            |            | <b>1665.27 €</b> |

| <b>Partida 1.5.4 ELEMENTOS DE DISTRIBUCIÓN PARA TB</b> |                  |             |            |            |                 |
|--|------------------|-------------|------------|------------|-----------------|
| <b>Concepto</b>  | <b>Proveedor</b> | <b>Ref.</b> | <b>Ud.</b> | <b>€/u</b> | <b>Importe</b>  |
| Regletas de 10 pares                                   | TELEVÉS          | 2172        | 5          | 4,34€      | 21,71€          |
| Regletas de 5 pares                                    | TELEVÉS          | 2173        | 12         | 3,12€      | 37,44€          |
| Soporte 5 regletas 5 pares                             | TELEVÉS          | 2183        | 5          | 4,81€      | 24,05€          |
| Caja distribución 11 regletas de 10 pares              | TELEVÉS          | 2189        | 1          | 34,85€     | 34,85€          |
| Caja distribución 5 regletas de 5 pares                | TELEVÉS          | 2190        | 6          | 25,27€     | 151,62€         |
| Toma telefónica doble RJ11 / RJ 45                     | JUNG             | ST550       | 15         | 22,33€     | 335,01€         |
| PAU TB 2 líneas / 4 salidas                            | TELEVÉS          | 5461        | 6          | 11,93€     | 71,60€          |
| Cable Multipar 50+1p                                   | TELEVÉS          | 2177        | 35         | 5,11€      | 178,82€         |
| Cable 2 pares para interior                            | TELEVÉS          | 2171        | 300        | 0,26€      | 76,95€          |
| Carátula identificativa                                | TELEVÉS          | 2181        | 10         | 2,52€      | 25,25€          |
| Carátula TB identificativa r5p                         | TELEVÉS          | 2198        | 20         | 1,23€      | 24,57€          |
| Caja universal de mecanismos                           |                  |             | 15         | 1,75€      | 26,25€          |
| <b>TOTAL:</b>  |                  |             |            |            | <b>1008,12€</b> |

| <b>Partida 1.5.5 CANALIZACIÓN PARA HOGAR DIGITAL</b>  |                  |             |            |            |                    |
|---|------------------|-------------|------------|------------|--------------------|
| <b>Concepto</b>   | <b>Proveedor</b> | <b>Ref.</b> | <b>Ud.</b> | <b>€/U</b> | <b>Importe</b>     |
| Tubo coarrugado de 16mm   |                  |             | 800        | 1,00€      | 800,00€            |
| Tubo coarrugado de 32mm   |                  |             | 200        | 1,65€      | 330,00 €           |
| Tubo Coarrugado de 63mm   |                  |             | 100        | 2,10€      | 210,00 €           |
| Caja universal de mecanismos  |                  |             | 60         | 1,75€      | 105,00 €           |
| Caja registros 200 x 300 x 70   |                  |             | 50         | 3,50€      | 175,00 €           |
| Armario para redes RACK 25U BEACHTLE con ventilación, 2 paneles de parcheo cable UTP cat. 6 de 24 conexiones cada uno, 2 paneles para paso de cables, base de enchufe Shukos para 8 conexiones, termostato, bandeja para teclado, placa base para monitor y 2 placas base para otros dispositivos | BEACHTLE         | 49492       | 2          | 1.204.80 € | 2.409,60 €         |
| Cable de pares trenzados UTP Cat.6  | TELEVÉS          | 2199        | 500        | 0.71 €     | 355.00 €           |
| Armario de control domótico empotrable con fuente de alimentación incluida  | JUNG             | 2426U       | 8          | 820,80 €   | 6.566,40€          |
| Caja para emprotrar para pantallas 10,4", con marco + fuente alimentación   | JUNG             | 312048      | 4          | 703,85 €   | 2.815,40 €         |
| Caja de empotrar para Mini – Panel EIB  | JUNG             | EGB24       | 2          | 61.50 €    | 123,00 €           |
| <b>TOTAL:</b>   |                  |             |            |            | <b>13.889,40 €</b> |

**RESUMEN DEL PRESUPUESTO ICT**

| <b>Partida</b> | <b>Resumen</b>                           | <b>Importe</b>     |
|----------------|--|--------------------|
| 1.5.1          | Elementos de captación                   | 349,73 €           |
| 1.5.2          | Elementos de cabecera                    | 1.360,55 €         |
| 1.5.3          | Elementos de distribución y canalización | 1.665,27 €         |
| 1.5.4          | Elementos de distribución para TB        | 1.008,12 €         |
| 1.5.5          | Canalización para el Hogar Digital       | 13.889,40 €        |
| <b>SUMA:</b>   |  | <b>18.273,07 €</b> |
| <b>IVA 7%:</b> |  | <b>1.279,11 €</b>  |
| <b>TOTAL:</b>  |  | <b>19.552,18 €</b> |

El presente proyecto de ICT para el edificio de 12 viviendas y un local asciende a la cantidad de DIECINUEVE MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y DOS euros CON DIECIOCHO céntimos. Se incluye el montaje, ajustes y puesta en servicio de los dispositivos y el verificado de la calidad de la señal en cada toma de usuario de los servicios de RTV y TB. Para el hogar digital solo se incluye la canalización.

Castelldefels, 5 de septiembre de 2006

Fdo.: Guillermo Calero González  
Ingeniero de Telecomunicaciones  
Colegiado nº: xxxx



## 2. ANEXOS HOGAR DIGITAL

### 2.1. INTRODUCCIÓN.

El concepto de domótica, a la vez que novedoso, se está desarrollando en la actualidad a una gran velocidad. Es por esto que se hace necesario dar una panorámica de esta nueva tecnología para comprender su estado presente de desarrollo y la forma en que se puede aplicar en función de las necesidades de cada usuario. Hoy día existe una gran variedad de sistemas comercializados, si bien hay que saber cuál o cuáles de ellos aplicar para construir edificios “a prueba de futuro”.

La aplicación de esta nueva tecnología se ha visto proporcionada por la disponibilidad y flexibilidad del elemento base que ha acelerado el desarrollo de la informática en los últimos tiempos, el microprocesador, así como por la paulatina convergencia de la informática y las telecomunicaciones, y la necesidad, cada vez mayor, de la información a todos los niveles. Así mismo a sido fundamental la definición paralela de arquitecturas de comunicación de datos en el ámbito de la automatización industrial; los conocidos buses de campo, con los que los sistemas domóticos presentan grandes similitudes.

Desde el punto de vista etimológico, la palabra domótica fue inventada en Francia (país pionero en Europa) y está formada por la contracción de “*domus*” (vivienda) más *automática*. En este sentido ha habido cierta polémica en lo referente a la idoneidad de su denominación, puesto que el objeto de esta disciplina no es únicamente la vivienda, sino cualquier tipo de edificación. Además, la domótica va más allá de la mera automatización de un edificio, integrando el control del mismo con el uso que hace de él. En cualquier caso, el uso de este término se ha extendido ampliamente, a pesar de que en los comités de normalización, como AENOR, se ha optado por prescindir del mismo por las razones expuestas.

Parece clara la separación de esta misma tecnología para cubrir distintos ámbitos de aplicación. Así se pueden distinguir tres sectores distintos dependiendo del alcance de su aplicación:

- Domótica, para el sector doméstico.
- Inmótica, para el sector terciario.
- Urbótica, para las ciudades. En este caso se tratan temas como el control de la iluminación pública, la gestión de semáforos, las telecomunicaciones, medios de pago, etc.

Para evitar confusiones, la mayoría de los fabricantes no emplean esta clasificación y únicamente hablan de domótica aplicada a viviendas o a edificios. Es por este motivo que en este proyecto utilizamos el mismo criterio.

Para definir una vivienda automatizada habría que tener en cuenta al menos dos puntos de vista: el del usuario y el punto de vista técnico.

Desde el punto de vista del usuario, una vivienda domótica podría ser aquella que proporciona una mayor calidad de vida a través de las nuevas tecnologías, ofreciendo una reducción del trabajo doméstico, un aumento del bienestar y la seguridad de sus habitantes, y una racionalización de los distintos consumos. Todo ello teniendo en cuenta la facilidad de uso para todos los inquilinos, aun cuando alguno de ellos presente alguna minusvalía física. Indicar que la aplicación de sistemas domóticos para facilitar la integración y el acceso al control de entorno a personas discapacitadas es un campo que está recibiendo en la actualidad numerosas aportaciones, y está soportado por directivas de la UE.

Desde el punto de vista tecnológico, la definición podría ser aquella en la que se integran los distintos aparatos domésticos que tienen la capacidad de intercomunicarse entre ellos a través de un soporte de comunicaciones, de modo que se puedan realizar tareas que hasta ahora se venían haciendo de forma manual.

Hace pocos años, y en ocasiones en la actualidad, la gestión de una vivienda automatizada se venía realizando mediante automatismos independientes. Cada uno de los cuales consiste en un equipo electrónico que suele contener un microprocesador para controlar instalaciones de la vivienda. El control que realizan estos automatismos es típicamente de marcha/paro, y en algunos casos de regulación.

Puesto que tanto los aparatos domésticos como los automatismos son electrónicos, son imprescindibles elementos protectores de la red eléctrica; en una vivienda o edificio domótico existen dos tipos de cuadros conectados entre sí: el cuadro eléctrico y el cuadro domótico, que típicamente emplea tensiones de alimentación seguras (12Vdc o 24Vdc).

Existe una reglamentación comunitaria en lo referente a HBES (*Home and Building Electronic Systems*), que prevé tres etapas en la integración de sistemas para viviendas y edificios:

- Fase 1: Integración de todos los sistemas audiovisuales.
- Fase 2: Integración del resto de sistemas; alumbrado, seguridad, climatización, etc.
- Fase 3: Integración de los subsistemas en un sistema único.

## 2.2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA

Los primeros intentos llevados a cabo en el campo de la normalización de la domótica, se remontan a la crisis del sector electrónico de principios de los ochenta en Japón debido a la necesidad de la renovación del parque electrónico. Se creó una asociación para el desarrollo de la domótica a partir de los principales fabricantes del país, la EIAJ (Electronic Industries Association of Japan). Dicha asociación impulsó el proyecto de bus doméstico HBS (Home Bus System), que fue presentado en 1987 y desarrollado por fabricantes coordinados por el Ministerio de Industria y Comercio Internacional.

Por otro lado, Estados Unidos, tras ver el movimiento japonés, se convierte en la primera gran potencia mundial que impulsa y favorece el desarrollo de la domótica desde la Administración Central mediante el proyecto "Smart House" dirigido por la NAHB (National Association of Home Builders). El proyecto iniciado en 1984 pretendía reunir en un único cable los diferentes tipos existentes en una vivienda.

Posteriormente, en Europa, los primeros esfuerzos de normalización se iniciaron en 1985 con el programa EUREKA. El proyecto reunía a las siete empresas de electrónica más importantes del mercado y tenía como objetivo la puesta a punto de una red doméstica con normas de utilización comunes.

En 1989 se creó el proyecto Home Systems en Europa, dentro del programa ESPRIT (European Strategic Programme for Research and development of Information Technology), con el objetivo de continuar con los trabajos iniciados bajo el programa EUREKA. De este modo se pretendía obtener un estándar que permitiera una evolución hacia las aplicaciones integradas para la vivienda. A raíz del proyecto ESPRIT surgió el sistema EHS (European Home System) que comprendía un grupo cerrado de empresas. Por esta razón, a principios de los años noventa nació el sistema Batibus, con un gran éxito y siendo implantado en numerosos puntos de Europa, aunque con mayor auge en Francia.

Posteriormente, tras el éxito alcanzado por el sistema Batibus, surgió el sistema EIB (European Installation Bus) a raíz de una asociación (EIBA-European Installation Bus Association) formada por importantes fabricantes eléctricos y electrónicos que no querían quedarse atrás en el mundo de la domótica. El principal área geográfica de desarrollo de este sistema es Alemania.

En la actualidad, como posteriormente será desarrollado, el organismo europeo de normalización CENELEC, trabaja en un proyecto de normalización de un nuevo sistema, HBES (Home and Building European System) que englobe y compatibilice los sistemas europeos existentes.

Finalmente cabe destacar que actualmente existen más de 50 estándares y organizaciones involucradas en el desarrollo de la domótica. En Europa se está

realizando un gran esfuerzo por unificar criterios y desarrollos paralelos bajo un único estándar denominado KNX. Dicho estándar domótico está amparado por la asociación Konnex, formada por más de 200 compañías, pero impulsada básicamente por los fabricantes más importantes de componentes EHS, BatiBus y EIB. El nuevo estándar se está redactando en estrecha colaboración con CENELEC (Comité Europeo de Normalización Electrónica).

La idea de este proceso de convergencia europea en domótica es conseguir que las actuales instalaciones realizadas con cualquiera de dichos sistemas queden englobadas en el estándar KNX y en un futuro próximo puedan integrarse y comunicarse dispositivos EIB con componentes EHS o módulos de BatiBus. Así mismo se pretende que el resto de sistemas domóticos existentes puedan llegar a ser compatibles con KNX, aunque esto último no es tan evidente.

## 2.3. ¿QUÉ ES LA DOMÓTICA?

La domótica es un conjunto de servicios diseñados para dispositivos o automatismos con cierto grado de inteligencia (basados en microcontroladores) dentro del hogar, dirigidos a la gestión de cuatro funciones básicas: control energético, confort, seguridad y telecomunicaciones. En ocasiones estas funciones se solapan. Al realizar una instalación, la proporción de la inversión realizada en cada uno de los apartados dependerá de cual vaya a ser la finalidad de la residencia.

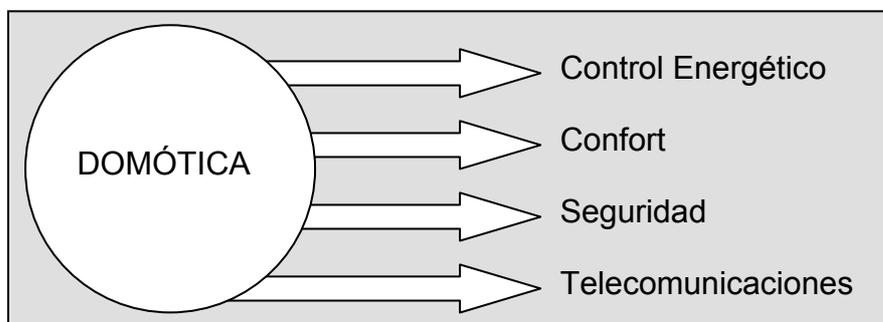


Fig.25: Funciones básicas de las instalaciones domóticas.

### 2.3.1. FUNCIONES DE LA DOMÓTICA

#### 2.3.1.1. CONFORT

Esta función va dirigida principalmente a las instalaciones CVC (climatización, ventilación y calefacción), aunque también se incluyen en este campo los sistemas de audio y vídeo, control de la iluminación, control de jardines y todo aquello que contribuya al bienestar y la comodidad de las personas que utilicen las instalaciones.

Es necesario que el control de los sistemas CVC esté lo más distribuido posible, es decir, que en cada estancia disponga de estos sistemas de control

individual. Entre los sistemas destinados al confort hay que destacar, además de las instalaciones CVC:

- Automatización de riego de jardines.
- Apertura automática de puertas.
- Centralización y supervisión de todos los sistemas de la vivienda.
- Accionamiento automático de distintos sistemas en función del estado de su entorno, como recogida automática de toldos y bajada de persianas en caso de fuerte viento o tormenta.
- Información de presencia de correo en el buzón.
- Control automático de cortinas
- Control de alumbrado externo e interno, creando diferentes ambientes acordes a su entorno, etc.

### 2.3.1.2. CONTROL ENERGÉTICO

Su finalidad es la de satisfacer las necesidades del hogar al mínimo coste posible. En este control se diferencian aspectos:

- Regulación: con la que se pueda obtener la evolución del consumo energético de la vivienda.
- Programación: para programar distintos parámetros, como la temperatura según los horarios, día de la semana, mes, etc.
- Optimización: de modo que se minimice el consumo. Este es uno de los aspectos más importantes ya que se incide en su amortización a medio y largo plazo además de estar muy ligadas al confort. Las acciones destinadas a reducir el consumo están relacionadas con la integración de todos los dispositivos de la vivienda en el sistema. Estas acciones son tales como:
  - Aprovechamiento de las franjas de tarificación de valle para hacer trabajar los equipos que así lo permitan. (P.e., aprovechamiento de tarifas nocturnas en funciones de las necesidades previamente definidas en el programa).
  - Reducción del consumo para climatización fuera de las horas de ausencia.
  - Detección de fuentes de pérdidas en los sistemas de climatización y calefacción (p.e. suspensión de su funcionamiento en las estancias donde se detecten ventanas abiertas).

- Reducción del consumo de climatización y calefacción en ausencia de individuos en las estancias mediante la detección automática de presencia.
- Actuación sobre automatismos de persianas para el aprovechamiento de la luz solar, etc.

### 2.3.1.3. *SEGURIDAD EN EL HOGAR*

La seguridad en el hogar se puede dividir en seguridad de las personas y seguridad de bienes.

En la seguridad de personas se incluyen tareas como:

- Alumbrado automático por detección de presencia en zonas de riesgo (escaleras, etc.) para evitar accidentes domésticos.
- Desactivación de enchufes de corriente para evitar contactos.
- Manipulación a distancia de interruptores en zonas húmedas.
- Emisión de avisos telefónicos a números prefijados en caso de necesidad de ayuda urgente.
- Teleasistencia Social y Teleasistencia Médica.

La social va dirigida a personas mayores, discapacitadas, niños, mujeres maltratadas, etc., a personas que requieran un seguimiento asistencial y a personas que vivan solas y/o en lugares de difícil acceso.

La médica está dirigida a enfermos crónicos, paliativos o convalecientes, pacientes que necesitan un seguimiento especializado y con posibilidad de telemedida de constantes vitales.

- Detectores de fugas de gas o de agua que cierren las válvulas de paso a la vivienda en el caso de producirse escapes.
- Cámaras de video para control de niños, personal de limpieza, etc., de forma remota.

En la seguridad de bienes las funciones principales son:

- Avisos a distancia. En ausencia de los inquilinos de la vivienda se emiten avisos acústicos y/o telefónicos en caso de alarma.
- Detección de intrusos por medio de sensores volumétricos para detección de presencia, sensores de hiperfrecuencia para detección

de rotura de cristales, sensores magnéticos para detección de apertura de puertas y ventanas.

- Alarmas técnicas. Se producen cuando se detecta en la vivienda alguna fuga de agua o gas, cuando se produce un incendio, por ausencia de electricidad en el recinto.

En el caso de producirse una alarma técnica podemos realizar acciones correctoras (p.e. cerrar el suministro de agua o gas si se detectan escapes).

- Cámaras de video-vigilancia con conexión directa a la central de vigilancia contratada.

#### 2.3.1.4. TELECOMUNICACIONES

La aparición de nuevas tecnologías en el campo de las comunicaciones y redes de transmisión de datos y el hecho de que los sistemas domóticos avanzados se basan en el empleo de estos tipos de redes, hacen de éste un campo fértil para la investigación y el desarrollo de nuevas arquitecturas y sistemas de integración.

Entre las posibilidades de telecomunicación según el tipo de edificio o vivienda, cabe destacar:

- Sistemas de comunicación en el interior. Megafonía, difusión de audio/video, intercomunicadores, etc.
- Sistemas de comunicación con el exterior. Telefonía básica, videoconferencia, e-mail, Internet, TV digital, TV por cable, Fax, Radio, Transferencia de datos, etc.
- Comunicaciones propias de la red interna de la vivienda. Mensajes de alarma como fugas de gas, agua, etc. Control remoto de la instalación para accionar diferentes dispositivos.
- Telecontrol del sistema domótico desde el exterior, en el que podemos destacar aplicaciones como:
  - Control de las instalaciones domóticas mediante el protocolo TCP/IP utilizando html o applets de Java, para la teleoperación y monitorización de sistemas domóticos en edificios.
  - Acceso a redes EIB para personas discapacitadas empleando redes inalámbricas (IEEE 802.11b) mediante aplicaciones cliente-servidor con protocolo TCP/IP, que facilitan el acceso a todas las funciones de la vivienda a personas discapacitadas a través del uso del ordenador personal empleando técnicas de barrido.

- Aplicación de técnicas de encriptación y autenticación en el acceso a instalaciones domóticas a través de Internet, para asegurar la privacidad y seguridad de los datos en los accesos desde redes públicas.

Control de las redes domóticas por medio de mensajes SMS aplicando la tecnología de GSM al control remoto de redes domóticas.

#### 2.3.1.5. *NIVELES MÍNIMOS DE EQUIPAMIENTO*

Una vez se han descrito las principales aplicaciones realizables en el campo de la domótica, conviene aclarar que su implantación no tendrá sentido si no existe un grado mínimo de equipamiento en la vivienda o edificio. Dicho grado mínimo puede incluir:

- Servicio telefónico básico o conexión permanente de datos con el exterior, para comunicar la vivienda con su entorno y, de esta forma, realizar mantenimiento preventivo, notificación de alarmas, actuación externa, telemonitorización, etc.
- Suministro de gas canalizado, de forma que se pueda actuar sobre las válvulas de acometida en caso de detección de fugas en zonas donde se encuentren cocinas, hornos, calderas, secadoras, hornillos de gas, etc. Además se posibilita la implantación de sistemas centralizados de producción de agua caliente para calefacción, agua sanitaria, equipos biotérmicos (lavavajillas, lavadoras, etc.).
- Existencia de cargas eléctricas, para aplicaciones de simulación de presencia y discriminación para evitar sobrecargas eléctricas.
- Sistema de calefacción/climatización. Se pueden aplicar programas de optimización de consumos en función de horarios y distintos niveles de temperatura, zonificación del servicio (orientación norte/sur, presencia de personas), posibilidad de activación telefónica, etc.

#### 2.3.2. **MEDIOS FÍSICOS DE TRANSMISIÓN**

La domótica se basa en el tratamiento de la información por equipos electrónicos que poseen cierto grado de inteligencia para actuar (actuadores). Es necesario, sin embargo, encaminar dicha información desde el lugar donde se detecta (sensores) hasta el lugar donde debe ser tratada.

Existen varias posibilidades. La opción óptima será utilizar en cada caso aquella que mejor se adecue a la aplicación con el menor coste. Las soluciones existentes para la transmisión de la información en sistemas domóticos son:

- Transmisión sobre par trenzado.
- Transmisión por corrientes portadoras.
- Transmisión por radiofrecuencia.
- Transmisión por infrarrojos.
- Transmisión sobre un bus compartido.

#### 2.3.2.1. *TRANSMISIÓN SOBRE PAR TRENZADO*

Se utiliza normalmente para conectar los sensores a las centrales de gestión domótica. También se puede emplear para transmitir señales de voz o imagen comprimida (<4 Mbps).

El coste del par trenzado y su instalación es muy reducido, siendo el medio más asequible y el más empleado, con un porcentaje de errores aceptable.

#### 2.3.2.2. *TRANSMISIÓN POR CORRIENTES PORTADORAS*

En este caso, para el intercambio de datos entre los dispositivos domóticos, se utilizan como soporte de transmisión el tendido eléctrico de 230V de la vivienda o edificio.

Entre sus ventajas destacan el que no hay que precablear la instalación y todos los aparatos están por sí conectados a la red. Es una opción interesante en la rehabilitación de viviendas ya construidas.

Las desventajas son varias. Aunque se evita la instalación de un par trenzado, hay que utilizar una interfaz electrónica emisor/receptor para superponer a la señal de 230V / 50Hz otra señal de frecuencia superior, lo que eleva considerablemente el coste de los equipos. La capacidad disponible para la transmisión de los datos es reducida (<10Kbps) debido al elevado número de armónicos. Y además hay que filtrar las instalaciones para evitar que la red de alta tensión afecte a la de baja, lo que supone un coste añadido importante.

Teóricamente la impedancia de la red de baja tensión es del orden de  $50\Omega$  a 1000KHz entre fase y neutro. No obstante, esta impedancia fluctúa en función de las cargas conectadas, lo que provoca una degradación importante de las señales, lo que hace recomendable no realizar transmisiones a más de 600 baudios.

Además de estas limitaciones, el espectro de la red de baja tensión está dividido en varias zonas con usos reservados, lo que supone una limitación más en su uso.

| Rango de frecuencias | Uso                                 |
|----------------------|-------------------------------------|
| 3 – 95 KHz           | Dedicado a las compañías eléctricas |
| 95 – 125 KHz         | Libre                               |
| 125 – 140 KHz        | Normalizado por la CENELEC          |
| 140 – 148KHz         | Dedicado a alarmas                  |

Tabla 45: Reparto del espectro en la red eléctrica de baja tensión.

### 2.3.2.3. TRANSMISIÓN POR RADIO FRECUENCIA

Para las instalaciones por radiofrecuencia son necesarios un emisor y receptor de radio. Estos sistemas son bastante vulnerables a las interferencias electromagnéticas, y tienen el inconveniente de poderse manipular desde el exterior, por lo que no son recomendables para instalaciones que requieran cierta seguridad.

Resulta interesante para instalaciones en las que interesa transmitir información desde un sensor que esté muy alejado y donde el cableado resultaría muy costoso. También se emplea para el control móvil mediante un mando a distancia.

Actualmente existe un auge creciente desde la aparición de distintas redes y protocolos como bluetooth, wi-fi, etc. y su posible aplicación a redes domóticas.

### 2.3.2.4. TRANSMISIÓN POR INFRARROJOS

Resulta interesante para transmitir información en el interior de estancias desde un sensor móvil. Permite grandes caudales de información y no existe posibilidad de perturbaciones (las señales no atraviesa paredes) pero necesita visibilidad directa entre emisor y receptor.

Presenta un problema de normalización, y es que no existe compatibilidad entre distintos emisores/receptores en distintos casos.

Para un solo sensor resulta una solución muy costosa, ya que son necesarios un emisor y un receptor. Si se utiliza para diversas señales de información puede resultar una solución aceptable.

### 2.3.2.5. TRANSMISION SOBRE UN BUS COMPARTIDO

Es la solución más flexible ya que permite conectar al bus tantos sensores como unidades de gestión locales o terminales existan.

El principio de funcionamiento es el mismo que el de las redes locales. En este caso cada equipo conectado al bus posee una dirección y cierta inteligencia

electrónica. Cada dispositivo puede enviar mensajes al resto de equipos y recibir los que llevan su dirección. Todas las señales son digitales.

Esta opción es idónea cuando los aparatos conectados han de intercambiar diálogos complejos. Los sensores, actuadores, etc. han de tener cierta electrónica asociada lo que supone un coste adicional.

Como inconvenientes de este sistema cabe destacar su vulnerabilidad a interferencias (que varía dependiendo del medio físico y sistema de configuración) y su elevado coste si las informaciones que se manejan son breves. En estos casos conviene conectar directamente los sensores a centrales mediante cables de par trenzado (el sensor no integra electrónica, y no es por tanto de tipo inteligente).

Esta técnica de empleo de buses compartidos en la configuración de instalaciones domóticas resulta prometedora, y conveniente como opción generalizada para nuevas viviendas o edificios. De hecho las últimas tendencias para sistemas domóticos apuntan a esta dirección, y están obteniendo soporte de los diferentes comités de normalización internacionales.

En último lugar destacar que existen diseños de redes domóticas empleando fibra óptica. También se han realizado trabajos para la integración de redes de sensores de fibra óptica y estudios para la distribución óptica de alimentación en dichas redes. Sin embargo esta opción se antoja la menos inmediata a pesar de que están apareciendo nuevas fibras de plástico especialmente adecuadas a entornos de hogar.

### **2.3.3. TOPOLOGÍAS DE LOS SISTEMAS DOMÓTICOS**

Existen una serie de topologías empleadas en redes de comunicación de datos susceptibles de ser aplicadas en sistemas domóticos. La topología determina cómo están conectados los componentes de la instalación (sensores, actuadores, unidades de control, etc.).

El empleo de diferentes filosofías de cableado e incluso de distintos tipos de red, hace que existan diferencias notables en parámetros como: complejidad del cableado, velocidad de transmisión, vulnerabilidad, gestión de la red, tasa de fallos, etc.

El desarrollo actual de las tecnologías de la información, y más en concreto la de los microcontroladores, hacen viable desde el punto de vista comercial, dos tipos distintos de sistemas domóticos: sistemas centralizados y sistemas descentralizados.

#### **2.3.3.1. SISTEMAS CENTRALIZADOS**

En este tipo de sistemas todas las informaciones de detección y actuación se tratan en un punto único que es la unidad central.

En este caso se suele utilizar un cableado con estructura en estrella y cuyo centro es la unidad central. No existe intercomunicación entre sensores y actuadores. Cuando un elemento sensor transmite una señal a la unidad central, ésta en función del programa que tiene almacenado, transmitirá a su vez una serie de órdenes a los actuadores.

La ventaja fundamental que tiene este tipo de sistemas es su bajo coste, ya que ningún elemento necesita módulos especiales de direccionamiento, ni interfaces para distintos buses. Además, su instalación es más sencilla y es posible utilizar una gran variedad de elementos comerciales, ya que los requisitos que se les exigen son mínimos.

El principal inconveniente es su limitada flexibilidad, por lo que las reconfiguraciones serán muy costosas. Al tener toda la inteligencia concentrada en un único módulo, si este se avería, el sistema deja de funcionar completamente; esto reduce la robustez de la instalación. Además, se necesitan más metros de cableado, que en el caso de sistemas distribuidos basados en bus, con lo que su uso está bastante limitado en grandes instalaciones.

#### 2.3.3.2. *SISTEMAS DISTRIBUIDOS*

En este tipo de sistemas, cada elemento dispone de la capacidad de tratar las informaciones que recibe y actuar en consecuencia de forma autónoma.

Su topología de red es de tipo bus. Si se tienen en cuenta que el bus consiste en un único cable, para poder realizar el intercambio de información a través de él se utiliza un protocolo de comunicaciones. Dicho protocolo está implementado en cada uno de los elementos del sistema y consiste básicamente en una interfase de acceso compartido al bus y unas técnicas de direccionamiento para que el envío y la recepción de la información queden unívocamente definidos. De esta forma se consigue establecer y mantener los intercambios de información entre los dispositivos de la red, fundamentalmente sensores y actuadores.

Al igual que en el caso anterior, este sistema tiene ventajas e inconvenientes. De entre las ventajas hay que citar la facilidad de reconfiguración del sistema, lo que incide directamente en el grado de flexibilidad. Otras ventajas son el ahorro en el cableado de la instalación y la posibilidad de utilizar tecnologías "plug & play", lo que redundará en una simplicidad a la hora de acometer una instalación.

El inconveniente más serio es el coste de los elementos del sistema, el cual oscila entre 5 y 10 veces superior a su homólogo centralizado. Esto es debido a la necesidad de incluir los protocolos CSMA/CD y las técnicas de direccionamiento en cada uno de los elementos, que implica una necesidad de compatibilidad entre equipos que a su vez repercute en una disminución importante de productos ofertados en el mercado.

El sistema más importante a nivel europeo, el creado por la asociación EIB, utiliza esta configuración. Actualmente, existe un proceso abierto de convergencia de este sistema con los otros dos sistemas domóticos distribuidos más relevantes desde el punto de vista de su introducción en el mercado, que son EHS y Batisbus. Este proceso convergente se denomina KONNEX.

Hay sistemas que se autodenominan *sistemas descentralizados*. Estos son un tipo de sistema híbrido entre los sistemas centralizados y los distribuidos y por lo tanto intentan aprovechar las ventajas de ambos. Son sistemas basados en una o varias unidades de control de gestión y uno o varios módulos de actuación o recepción. Mantienen la programación en un módulo principal o maestro pero a su vez poseen un bus propio de comunicaciones que permita realizar una instalación distribuida con el consiguiente ahorro de cable.

Son sistemas que pueden instalarse con una programación previa para facilitar su empleo y que por el contrario poseen la opción de programación posterior para ampliar su capacidad. Además son muy flexibles ya que permiten la configuración del sistema con opciones de acceso al usuario final.

## **2.4. SISTEMA DOMÓTICO DISTRIBUIDO EIB/KNX.**

El EIB/KNX (European Installation Bus), estándar europeo, es un sistema distribuido en el que todos los dispositivos que se conectan al bus de comunicación de datos tienen su propio microprocesador y electrónica de acceso al medio.

En este tipo de redes se pueden encontrar básicamente cuatro tipos de componentes: módulos de alimentación de la red, acopladores de línea para interconectar diferentes segmentos de red y elementos sensores y actuadores.

Las instalaciones EIB/KNX pueden abarcar más de 10.000 dispositivos, por lo que son aplicables a edificaciones desde unas decenas de m<sup>2</sup> (viviendas) a grandes edificios (hospitales, hoteles, etc.).

### **2.4.1. TRANSMISIÓN DE DATOS Y ALIMENTACIÓN**

Los datos se transmiten como una tensión alterna superpuesta sobre la alimentación en corriente continua del bus, empleando para ello únicamente 2 hilos. Por tanto, es necesario, por un lado, aislar la fuente de alimentación de los datos, para que esta no suponga una carga sobre ellos, y por otro, desacoplar los datos de la componente de alimentación continua en cada dispositivo.

Cada línea de bus tiene su propia fuente de alimentación que suministra la tensión a todos los dispositivos conectados. La F.A. dispone de control integrado de corriente y tensión y salva micro cortes de hasta 100µs. La tensión nominal de alimentación del bus es de 29VCC, y cada dispositivo requiere un

mínimo de 21 VCC para mantenerse en zona de operación segura (SOA), y supone una carga típica de 150mW en el bus (en caso de carga adicional hasta 200mW). De este modo se garantiza unos márgenes de tensión y consumo que garanticen un funcionamiento adecuado incluso utilizando el máximo número de dispositivos posibles en la instalación.

La conexión de la F.A. al bus se realiza a través de una bobina de filtro, de modo que la etapa de filtrado de alimentación suponga una carga despreciable sobre la componente de datos y no los interfiera ( $X_L \approx 0$  en VCC, y una  $X_L$  elevada en la componente de alterna que representa los datos).

#### 2.4.1.1. Características de la transmisión.

El medio físico empleado en la red es un cable de par trenzado simétrico, de sección  $0.8 \text{ mm}^2$  e impedancia característica  $Z_0=72\Omega$ .

Los datos se Tx en modo simétrico sobre este par de conductores. El empleo de Tx diferencial, junto con la simetría de los conductores, garantiza que el ruido afectará por igual a los conductores, de modo que la diferencia de tensiones permanece invariante.

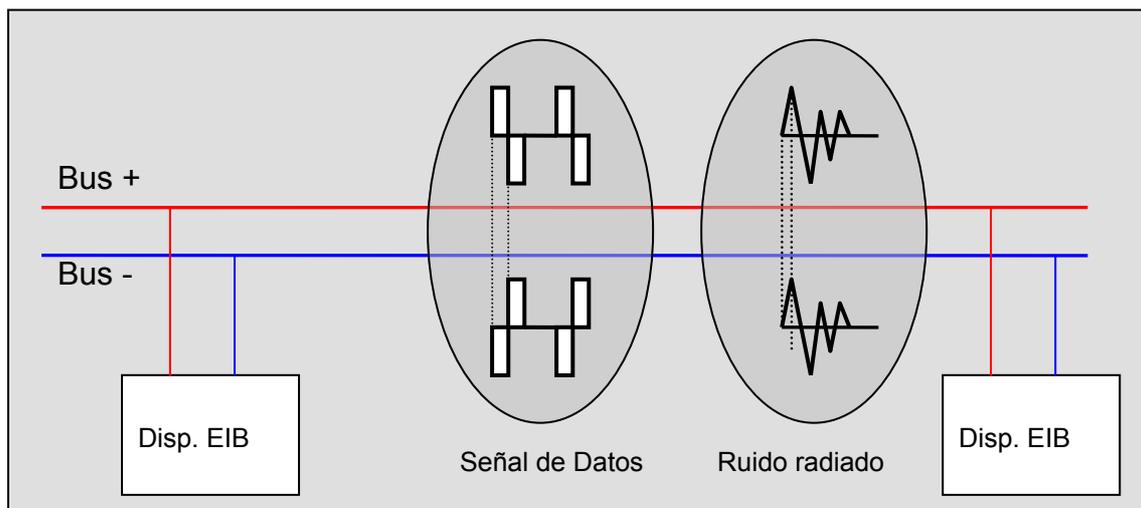


Fig.26: Características de la señal de Tx del sistema EIB.

La inmunidad al ruido mejora por la baja resistencia del enlace de los dispositivos mediante acoplamiento aislado (transformador).

La transmisión de datos se realiza en modo asíncrono, a una velocidad de 9600bps. Los datos se codifican en modo simétrico correspondiendo a un 1 lógico la ausencia de paso de corriente y a un 0 lógico el paso de corriente en modo simétrico. De este modo los 0's representan un impulso negativo-positivo de -5V a +5V.

## 2.4.2. TOPOLOGÍA

Para el conexionado de dispositivos del bus en cada línea se permite cualquier topología: árbol, estrella, bus o anillo, lo que facilita la instalación en viviendas y edificios. Únicamente no se permite cerrar anillos entre líneas situadas topológicamente en diferentes subredes.

La topología de conexión de dispositivos contempla tres niveles de conexionado: línea, área y sistema.

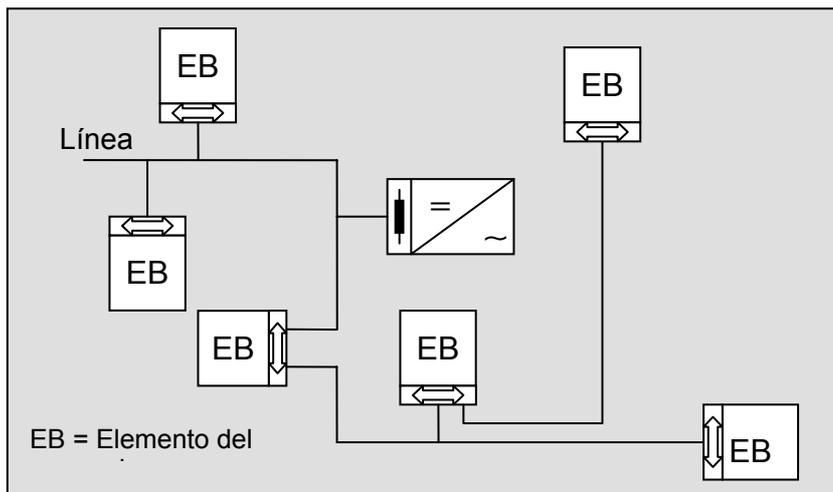


Fig.27: Topología de la red EIB/KNX.

- La **línea** es la unidad mínima de instalación. En ella se pueden conectar hasta 64 dispositivos (dependiendo de la capacidad de la F.A. y la carga máxima producida por los dispositivos existentes).
- Si se desea conectar más componentes al bus, se habrá de instalar una nueva línea, que se acoplará, junto con la primera, a una línea principal mediante acopladores de línea. Se pueden acoplar hasta 15 líneas en la línea principal, constituyendo un **área**. De este modo, en un área se pueden conectar hasta 960 dispositivos. Cada línea, tanto la principal como las secundarias deben tener su propia F.A. Además, la línea principal puede tener conectados hasta 64 dispositivos, incluyendo los acopladores de línea.

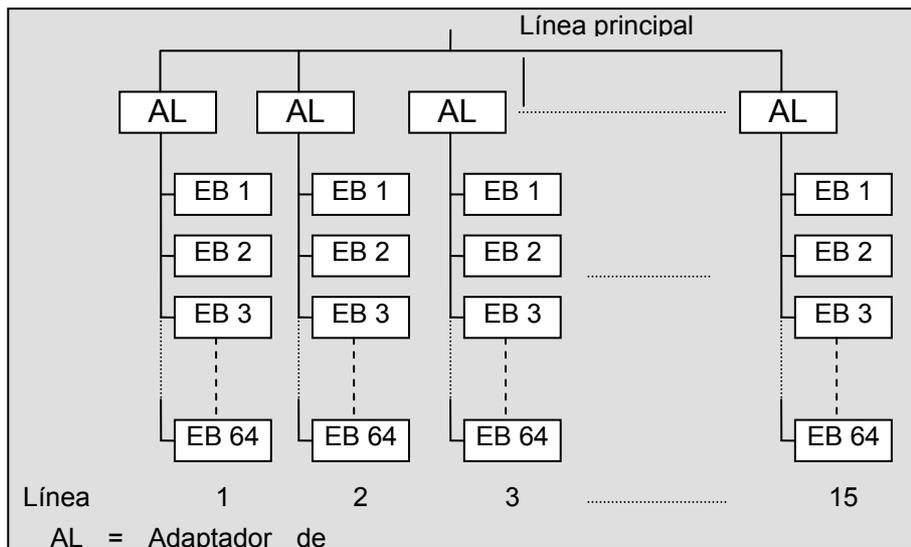


Fig.28: Representación de diferentes líneas de la red EIB/KNX.

- Existe la posibilidad de unir hasta un total de 15 áreas distintas mediante los acopladores de área para formar el **sistema** completo, que permitirá integrar hasta un máximo de 14.400 dispositivos.

### 2.4.3. DIRECCIONAMIENTO

Los diferentes elementos existentes en una instalación EIB/KNX quedan perfectamente identificados gracias al sistema de direccionamiento. Existen dos tipos de direcciones, las físicas y las de grupo.

#### 2.4.3.1. Direcciones físicas.

Las direcciones físicas identifican unívocamente cada dispositivo y corresponden con su localización en la topología global del sistema (área-línea secundaria-dispositivo). Esta dirección consta de tres campos que se representan separados por dos puntos:

- Área (4 bits). Identifica una de las 15 áreas. A=0 corresponde a la dirección de la línea de áreas del sistema.
- Línea (4 bits). Identifica cada una de las 15 líneas en cada área. L=0 se reserva para identificar a la línea principal dentro del área.
- Dispositivo (8 bits). Identifica cada uno de los posibles dispositivos dentro de una línea. D=0 se reserva para el acoplador de línea.

Para la interconexión de diferentes líneas y diferentes áreas se emplea la **unidad de acoplamiento**. Este elemento es el mismo para los diferentes tipos de conexión y dependiendo de la dirección física que se le asigne actuará como acoplador de línea, acoplador de área, o incluso repetidor dentro de una misma línea.

En el caso del acoplador de línea o de área, la unidad de acoplamiento actúa como **router** y mantiene una tabla interna de direcciones de las subredes que conecta para aislar el tráfico entre ellas.

#### 2.4.3.2. *Direcciones de grupo.*

Las direcciones de grupo se emplean para definir funciones específicas del sistema y son las que determinan las asociaciones de dispositivos en funcionamiento y la comunicación entre sus objetos de aplicación.

Las direcciones de grupo asignan la correspondencia entre elementos de entrada al sistema (sensores) y elementos de salida (actuadores).

### 2.4.4. **FORMATO DE LAS TRANSMISIONES**

#### 2.4.4.1. *Método de acceso al medio.*

El método de acceso al medio empleado en EIB/KNX es de tipo CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance. Acceso Múltiple por Detección de Portadora, Evitando Colisiones*). La codificación se realiza de modo que el estado lógico '0' es dominante (flujo de corriente) sobre el '1', que se denomina recesivo (no pasa corriente). El mecanismo de resolución de colisiones es el siguiente:

- El dispositivo comprueba el bus, y si está libre comienza la transmisión.
- Durante el envío cada dispositivo escucha los datos presentes en el bus, comparándolos en todo momento con los que ha transmitido.
- Si no se producen colisiones, el envío se completa sin contratiempos.
- Si, por el contrario, se produce una colisión con los datos enviados por otro equipo, el arbitraje se resuelve por prioridad de los bits dominantes sobre los recesivos.

Por lo tanto tendrán mayor prioridad aquellas tramas que presenten un mayor número de ceros en su inicio.

#### 2.4.4.2. *FORMATO DE LOS MENSAJES*

El envío de un mensaje o telegrama en un sistema EIB/KNX se realiza cuando se produce un evento. El dispositivo emisor (sensor) verifica la disponibilidad del bus durante un tiempo  $t_1$  y envía el telegrama. Si no hay colisiones, a la finalización de la transmisión espera un intervalo de tiempo  $t_2$  la recepción del reconocimiento (ACK). Si la recepción es incorrecta, o sea, no se recibe el reconocimiento, o bien se recibe NAK, la transmisión se reintenta hasta tres veces.

El telegrama que se transmite por el bus y que contiene la información específica sobre el evento que se ha producido, tiene siete campos, seis de control para conseguir una transmisión fiable y un campo de datos útiles con el comando a ejecutar.

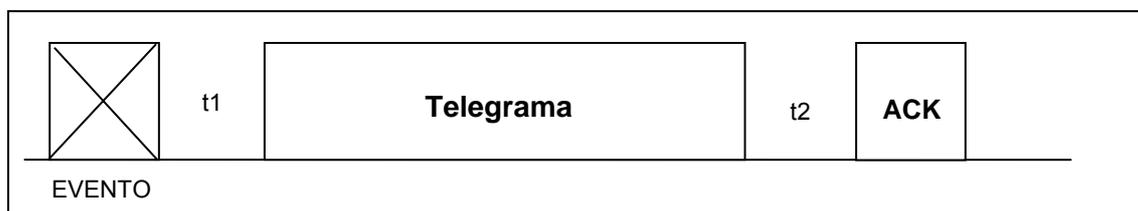


Fig.29: Secuencia de envío de telegrama ante la activación de un evento.

#### 2.4.4.2.1. Longitud e información útil

El campo de datos útiles contiene el tipo de comando (sólo hay cuatro) y los datos, de acuerdo con el *EIB/KNX Interworking Standard* (EIS). El EIS contiene los datos útiles para cada función asignada a los objetos de comunicación. Según este estándar existen siete tipos diferentes, cada uno asignado a un tipo de acción de control (conmutación, regulación de luz, envío de valor absoluto, envío de valor en coma flotante, etc.). De este modo se garantiza la compatibilidad entre dispositivos del mismo tipo de fabricantes.

Los objetos de comunicación son instancias de clases definidas en el estándar y son los programas almacenados en la memoria de los dispositivos para realizar una determinada acción.

Cuando el dispositivo recibe el telegrama, comprueba si éste es correcto a partir del byte de comprobación. Si dicha recepción es correcta, se envía un reconocimiento (fig. 16). De lo contrario se envía un NAK (no reconocimiento) para que el emisor repita el envío. Si el dispositivo está ocupado envía un código Busy para que el emisor reintente la transmisión tras un pequeño retardo.

### 2.4.5. GENERALIDADES DE LOS COMPONENTES.

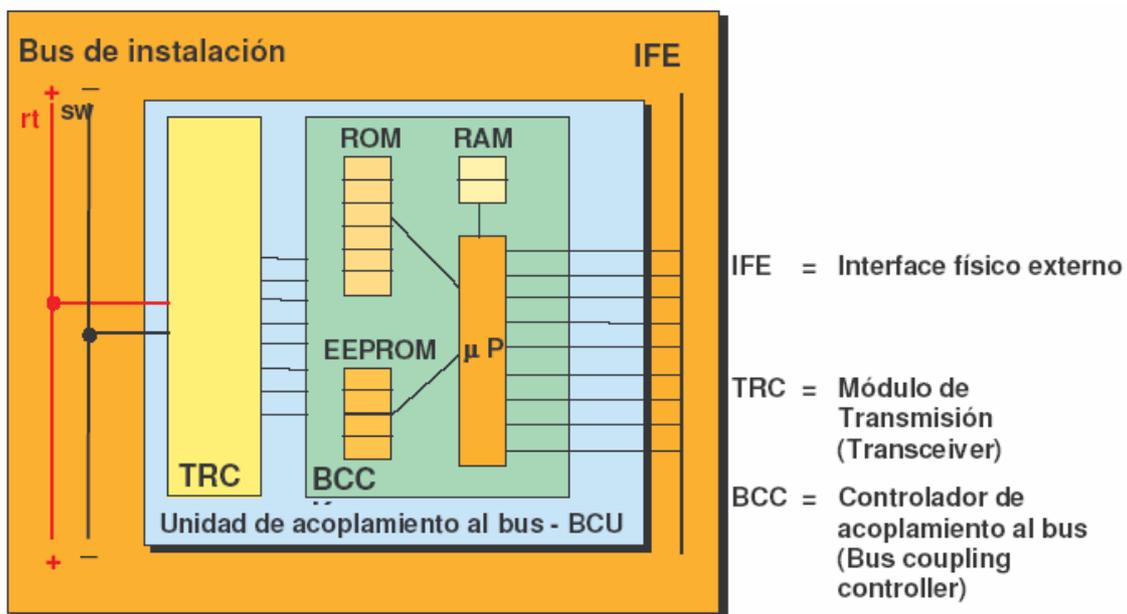
Al margen de los elementos auxiliares para posibilitar el funcionamiento de un sistema EIB/KNX, como son la F.A., filtros y cables, los elementos más importantes en la instalación son los dispositivos dotados de una cierta inteligencia.

Al tratarse de un sistema distribuido, las funciones a realizar se encuentran programadas en forma de objetos de aplicación en los sensores y actuadores que intercambian información, de este modo se hace posible la realización de las acciones de control. Estos dispositivos constan de tres partes básicas:

- Unidad de Acoplamiento al bus (AB o BCU)
- Módulo de Aplicación (MA)
- Programa de Aplicación (PA)

El AB y MA se ofrecen en el mercado juntos y por separado (en ambos casos han de ser del mismo fabricante). Si están separados, se unen mediante la Interfaz Físico Externo (IFE) que está formado por 10 ó 12 pines. El IFE intercambia la información entre ambas partes, y es la alimentación del módulo de aplicación.

Gracias al AB, cada dispositivo posee su propia inteligencia (EIB es un protocolo distribuido y no necesita de unidad central que gestione las transferencias de información).



Una BCU está formada por el controlador del acoplamiento al bus y el módulo de transmisión. El controlador consiste en un microprocesador con los siguientes tipos de memoria:

- ROM: Esta memoria contiene el software del sistema.
- RAM: Contiene, durante el funcionamiento del dispositivo en el bus, los valores temporales del sistema y la aplicación. Si se desconecta el componente del bus, se pierden los valores (si no se han guardado previamente en la EEPROM).
- EEPROM: Esta memoria es permanente y contiene el programa de aplicación, los parámetros, la dirección física y las direcciones de grupo y se carga por medio del ETS.

## 2.4.6. DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES

Hoy en día existe en el mercado una gran cantidad de componentes del sistema EIB/KNX realizados por diferentes fabricantes. A continuación se enumeran los más importantes:

### 2.4.6.1. FUENTE DE ALIMENTACIÓN

Las fuentes de alimentación del sistema EIB/KNX son de carril DIN. Producen y controlan la alimentación de dicho sistema. El bus ha de ser aislado de la fuente de alimentación mediante un filtro. En caso de que la fuente de alimentación no tenga este filtro, se deberá colocar uno.

Existen varios tipos de fuentes de alimentación dependiendo de la tensión y corriente que suministran a su salida. Esta oscila de 24 a 30Vcc y de 320 a 640mA dependiendo del fabricante.

### 2.4.6.2. ACOPLADOR DE ÁREA / LÍNEA

Este dispositivo puede trabajar como acoplador de línea o como acoplador de área. En el primero de los casos se preocupa de acoplar una línea principal, en el segundo caso se acopla una línea principal con una línea de área. Su misión principal es actuar como un filtro o router de flujo de datos.



Fig.30: Acoplador para perfil DIN (Cortesía de JUNG Ibérica).

### 2.4.6.3. ACOPLADOR DE BUS PARA EMPOTRAR

Este componente materializa la conexión entre el bus EIB y el módulo de aplicación. Dicho módulo puede ser de tipo sensor o actuador, y siempre debe estar enchufado al acoplador. El acoplador analiza el telegrama que le llega del bus, y se lo transmite al módulo de aplicación en forma de orden, a través del conector que los une. En sentido contrario, es el módulo quien manda la orden al acoplador, y éste la convierte en telegrama que pasa al bus. Con ayuda del pulsador y el LED de programación se asigna la dirección física a este dispositivo.



Fig.31: Acoplador de Bus para empotrar (Cortesía de JUNG Ibérica)

#### 2.4.6.4. SENSOR PULSADOR

El sensor pulsador se sitúa en el acoplador de bus empotrado. Por este motivo, posee un conector de diez polos en su parte trasera. Se dispone de módulos de 1, 2 ó 4 canales. Además, puede enviar telegramas de control de conexión, iluminación y persianas o telegramas de 1 byte a los actuadores EIB/KNX.



Fig.32: Sensores pulsadores de 1, 2 y 4 canales. (Cortesía de JUNG Ibérica).

También existen sensores pulsadores con acoplador de bus incorporado, por lo que no es necesario incorporar el acoplador de bus para empotrar.

#### 2.4.6.5. MÓDULO DE ENTRADAS BINARIAS

Existen modelos adecuados para el montaje en canalizaciones o falsos techos y otros para montar en carril DIN. En este caso, dependiendo del fabricante, los módulos pueden contener diferentes números de canales. Los hay de dos, cuatro, seis u ocho entradas como el de la figura 20.



Fig.33: Módulo de entrada binaria de 8 canales. (Cortesía de JUNG Ibérica)

Esta entrada envía telegramas al bus, en función de las señales de baja tensión que reciba por sus ocho entradas. Dichos telegramas pueden ser de accionamiento, regulación, control de persianas, envío de valores de 1 a 2 bytes, o auxiliar de escenas. A través de los parámetros de su aplicación universal podemos definir independientemente para cada canal la función a realizar.

Las entradas 1 y 2 pueden ser parametrizadas también para actuar como contador de impulsos, o de accionamiento. Esta nueva aplicación permite, finalmente, el bloqueo de canales individuales, a través de sendos objetos de comunicación de 1 bit.

#### 2.4.6.6. MÓDULO ENTRADAS ANALÓGICAS

Los módulos de entradas analógicas se utilizan en el sistema EIB/KNX para guardar y procesar variables analógicas. Existen dos modelos, uno para el montaje en falsos techos o canalizaciones y otros para montar en carril DIN. Este aparato dispone de 4 entradas analógicas, cuyos valores medidos pueden ser transformados en telegramas de 2 bytes, para ser mostrados en cualquier dispositivo de visualización del sistema EIB/KNX. También permite establecer valores umbral para ejecutar procesos de regulación, generar alarmas, o controlar procesos que dependan de las variables meteorológicas. Estos valores umbral pueden ser modificados por el bus mediante sendos objetos de comunicación.



Fig.34: Módulo de entradas analógicas de 4 canales (Cortesía de JUNG Ibérica).

Cada canal permite establecer dos valores umbral, siendo posible establecer independientemente a través de los parámetros el tipo de comando a generar cuando se rebase o se caiga por debajo de cada umbral. Esta estación necesita una alimentación auxiliar de 24 V AC/DC para funcionar.

Se puede conectar a esta unidad cualquier sensor analógico del mercado que cumpla con las señales recogidas en la norma DIN IEC 381 (0...1V DC, 0...10V DC, 0...20mA DC o 4...20mA DC).

#### 2.4.6.7. *MÓDULO ACTUADOR*

Este módulo recibe telegramas a través del bus, y en función de ellos cierra sus contactos de salida libres de potencial. Dichos contactos pueden funcionar en modo de normalmente abiertos o cerrados, según se parametrize. Dependiendo de los parámetros configurados, cada uno de sus canales puede ser accionado directamente, con retardo a la conexión o desconexión, a modo de impulso temporal, o bien se le puede asociar una función lógica o de reenvío de estado. También permite funciones de bloqueo condicional de los canales y de posición forzada.

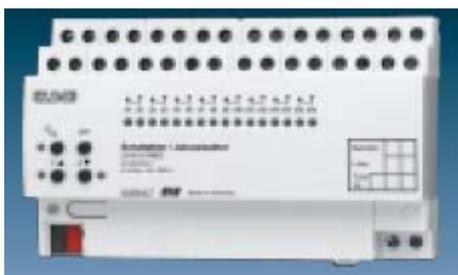


Fig.35: Módulo actuador de 16 canales (Cortesía de JUNG Ibérica)

En el mercado existen módulos con dos, cuatro, ocho o dieciséis canales (contactos libre potencial) a 6/16A.

Todas las funciones adicionales arriba mencionadas son asignables a cada canal por independiente. El comportamiento de este aparato ante un fallo en la alimentación es parametrizable, y además dispone de un interruptor en cada uno de los canales, para poder accionarlos manualmente ante cualquier eventualidad. Se trata de un accionamiento mecánico sobre el propio relé.

## 2.5. PASARELA RESIDENCIAL.

### 2.5.1. CARACTERÍSTICAS

La pasarela residencial a instalar será de la casa “hogardigital” modelo HD-235 cuyas características son las siguientes:

- Interfaces:
  - Vídeo: RCA PAL, S-Vídeo, VGA
  - Audio: Entrada, Salida y Micro (Mini-Jack stereo)
  - Datos: Wlan 802.11b, Ethernet RJ45
  - Periféricos: USB, RS-232, Paralelo e IR.
- Software:
  - Sistema Operativo Linux
  - Framework OSGi v.3.0
  - Acceso remoto cifrado vía http mediante el portal *Mi.HogarDigital.com*

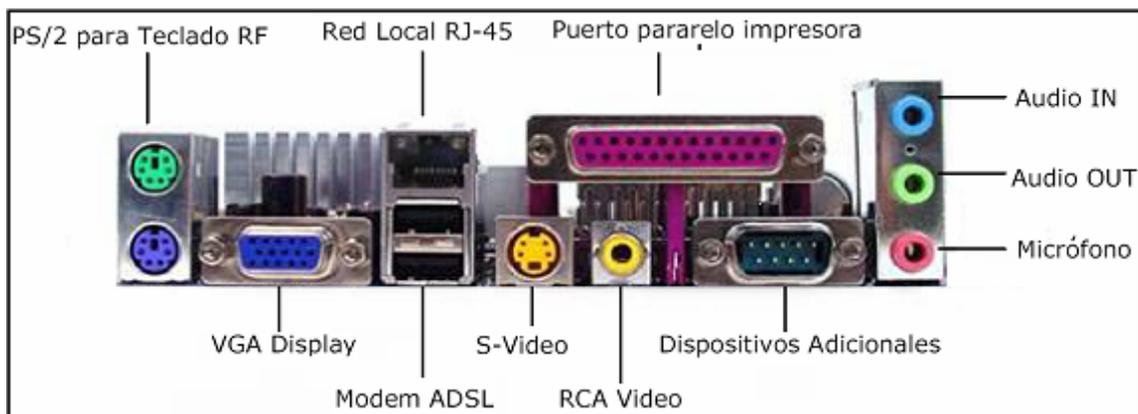


Fig.36: Conectores parte posterior de la pasarela residencial.

A parte de todos estos periféricos de entrada y salida, también viene equipada con:

- Un a bahía para alojar una tarjeta PCMCIA.
- Un 2º puerto Ethernet RJ45 para aplicaciones de Router.
- Teclado o mando a distancia con pilas
- Receptor infrarrojo USB del mando o teclado.
- Cable de alimentación
- Guía de usuario.



Fig.37: Pasarela residencial y accesorios incluidos.

### 2.5.2. SERVICIOS INTEGRADOS

| Ocio                  | Confort            | Seguridad                 | Comunicaciones        |
|-----------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------|
| Video MPEG-2 y MPEG-4 | Iluminación        | Video vigilancia          | Banda Ancha           |
| Radio Internet        | Válvulas           | Vigilancia anti-intrusión | Red Local             |
| Audio a la carta      | Climatización      | Simulación de presencia   | Cortafuegos           |
| Navegador Web HTML4   | Persianas y Toldos | Seguridad técnica         | Control Paternal      |
| Visor de Fotografías  | Escenas            | Histórico de Alarmas      | Configuración EIB/KNX |

Tabla 46: Servicios integrados en el Hogar Digital.

### 2.5.3. INTRANET Y ACCESO A INTERNET

La pasarela residencial será el elemento encargado de conectar el inmueble con el mundo exterior “Internet”.

Para ello la pasarela dispone de 2 puertos Ethernet. Uno de ellos lo conectaremos al Router / MODEM ADSL y el otro a un conmutador (Switch) de 8 puertos para crear la intranet. De este modo la pasarela residencial dispondrá de aplicaciones de Router.

Como las direcciones IP del hogar serán privadas y las direcciones del exterior son públicas, la pasarela dispone de las funciones de NAT y DHCP implementadas. De este modo se podrán asignar las IP’s privadas de forma automática y su traducción a IP pública para poder salir al exterior.

Desde el conmutador realizaremos las conexiones necesarias para poder ofrecer todos y cada uno de los servicios requeridos por el cliente.

Tanto la pasarela residencial como los dispositivos de la intranet se ubicarán en una caja metálica ubicada en el lavadero del inmueble. Esta caja deberá de disponer de alumbrado interior, ventilación y mantener un espacio libre del 20% de su capacidad máxima.

#### 2.5.4. VISUALIZACIÓN DEL HOGAR DIGITAL

La pasarela dispone de la funcionalidad de *Set Top Box*. Esta funcionalidad convierte a la Televisión, generalmente la del salón, de la vivienda en la **interfaz local de usuario** ↔ **sistema domótico** y en Web-TV permitiendo la navegación a través de Internet desde este Televisor.

Para poder visualizar la pasarela desde cualquier otro televisor del hogar, y disponer de las mismas características que las que tiene el televisor conectado de forma directa a la pasarela, será necesario colocar un modulador de señal de video y los receptores IR con IN/OUT de cable de antena para poder hacer llegar la señal de infrarrojo a través del mismo cable de la red de RTV.



Fig. 38: Dispositivos para visualización de la pasarela residencial en el TV.

Al mismo tiempo se instalará en el recibidor (PB), en los distribuidores (P1 y P2) y en la buhardilla una pantalla táctil (ref. GP2500-TC41-24V-EIB) desde donde se podrá acceder al sistema para actuar sobre él sin necesidad de tener que desplazarnos de una planta a otra, proporcionando al usuario una mayor comodidad.

#### 2.5.5. INSTALACIÓN PARA LA VISUALIZACIÓN DEL HOGAR DIGITAL

La visualización del hogar digital será a través de pantallas táctiles, empotradas en la pared, y de los televisores de la vivienda.

- Instalación para su visualización en los televisores del inmueble:

En la pared del salón de la vivienda, al lado de la toma de antena de RTV, se pondrá una caja empotrada de dimensiones mínimas:

- Ancho: 120 mm.
- Alto: 100 mm.
- Profundidad: 60 mm.

Esta caja deberá comunicarse con la cabecera de RTV+SAT de la vivienda mediante un tubo corrugado de 22 mm de diámetro, y con una caja de mecanismos universal, situada a su lado, que tenga dos tomas RCA.

En esta caja se albergará el Modulador de Señal de TV por lo que a dicha caja habrá que llevar una línea de 220 V<sub>CA</sub> (Fase, Neutro Y Tierra) para su alimentación, además tendrá las siguientes conexiones:

- Las dos entradas RCA del Modulador de Señal de TV se conectarán a las dos tomas RCA del mecanismo universal.
- Su salida de antena (TV Out) se conectará con un cable coaxial de antena de T.V. que irá a la caja de telecomunicaciones de la vivienda.
- Conectándose la salida de video y una de las salidas de audio RCA de la Pasarela a las dos tomas RCA de la caja universal de mecanismos.

Siempre será necesario seleccionar el canal de TV. donde se desee que se vea la señal de la Pasarela mediante la activación de los switch situados en la parte posterior del Modulador de Señal de TV, "Channel Selection". Se aconseja debido a la saturación de la banda UHF que se seleccionen canales de la Banda Tercera (Canales del 5 al 12).

El dispositivo INFRARED REMOTE REEMITER se conectará a la toma de antena de TV de cada una de las estancias donde se desea tener acceso a la pasarela, alimentándolo a través de su transformador en un enchufe de 220 VCA, y el cable coaxial de antena de la TV se conectará a la entrada TV-Bypass de este dispositivo.

El emisor de IR de este dispositivo deberá situarse delante del receptor de IR de la Pasarela Residencial "Hogar Digital".

En consecuencia, en el salón al lado de la Pasarela siempre deberá de haber:

- Un enchufe de 220 VCA alimentado por el SAI, del mismo tipo y gama que todos los mecanismos de la vivienda pero de diferente color, para diferenciar que este enchufe esta alimentado por el SAI. Teniendo en cuenta que generalmente también su fase de alimentación se conectará en serie con un fusible ultrarrápido, alojado en un portafusibles para carril DIN, para protegerla de posibles cortocircuitos.
- Un enchufe de 220 VCA para alimentar el dispositivo INFRARED REMOTE REEMITER.

- Una caja empotrada de las dimensiones adecuadas para alojar el Modulador de Señal de TV con una línea de 220 VCA (Fase, Neutro y Tierra) para su alimentación.
  - Un mecanismo con dos tomas RJ-45 del mismo tipo y gama que los de la vivienda.
  - Y un mecanismo con dos tomas RCA.
- Instalación para visualización en las pantallas táctiles:

Estas pantallas se colocarán empotradas en la pared de las siguientes estancias de la vivienda:

- Recibidor de la Planta Baja.
- Distribuidor de la Planta primera.
- Distribuidor de la Planta segunda

Esto hace un total de 3 pantallas táctiles las cuales se conectarán, a través del switch, a la red privada (LAN) por medio del puerto Ethernet disponible en cada una de ellas. De este modo podremos acceder a la pasarela residencial e interactuar sobre todo el sistema domótico del hogar de forma sencilla e intuitiva.

Cada pantalla deberá incorporar una FA de 220 V<sub>AC</sub> / 24V<sub>DC</sub>.

### **2.5.6. PLATAFORMA OSGi.**

OSGi (Open Services Gateway Initiative) es una arquitectura software desarrollada sobre Java que, en este caso, ha sido diseñada para implementar sobre ella el control y gestión de todos los posibles recursos del hogar digital. Gracias a él, el usuario podrá interactuar sobre el sistema teniendo un control total sobre el sistema accediendo a cada uno de los servicios (Ocio, Confort, Seguridad y Redes) de forma rápida y sencilla.

Es una plataforma capaz de procesar y tratar de forma correcta toda la información necesaria para proporcionar servicios de comunicaciones, entretenimiento, telecontrol teledomótica y de seguridad. Para ello OSGi dispone de las interfaces adecuadas para soportar todos estos servicios sin incompatibilidades y además permite al usuario gestionarlos a su conveniencia.

La Pasarela Residencial OSGi actuará como servidor de aplicaciones fuertemente ligadas con el mercado de las comunicaciones. Podrá gestionar llamadas telefónicas de Voz sobre IP (VoIP), hacer de hub/router de múltiples equipos para el acceso a Internet, correr aplicaciones multimedia distribuidas (video/audio streaming o bajo demanda). Por otro lado, también funcionará como servidor de aplicaciones relacionadas con la gestión energética, el telecontrol y la seguridad y custodia, además de aplicaciones de telemedicina, comercio electrónico o mantenimiento remoto de electrodomésticos.

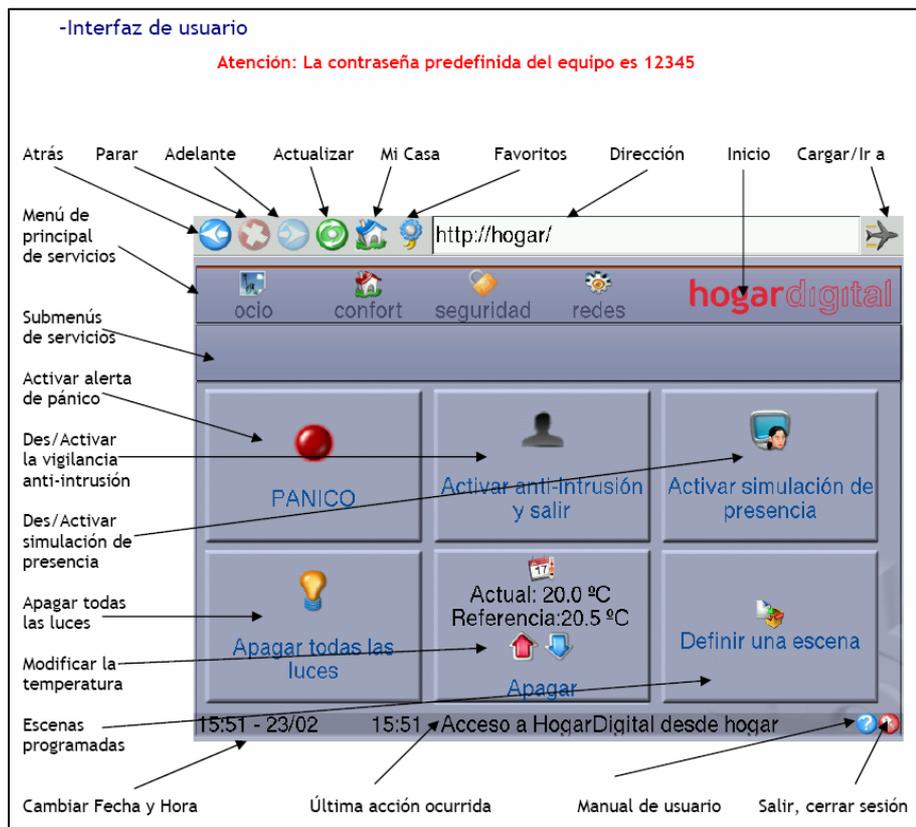


Fig.39: Menú principal de los servicios del Hogar Digital.

A continuación se describen cuales son las principales funcionalidades incluidas en los servicios que se ofrecen, a los que podremos acceder desde los iconos del menú principal.

#### 2.5.6.1. OCIO

El reproductor de medios digitales permitirá al usuario disfrutar en casa de vídeo, música, radio y fotografía. Estos medios digitales pueden ser accedidos mediante carpetas compartidas, configuradas previamente desde el servicio de Redes, o desde Internet. En este último caso será necesario introducir la URL (página web del proveedor del servicio) del medio a reproducir.

- **Vídeo:** Este servicio permite visualizar películas y emisiones en directo a través de la red local o Internet. A este servicio se podrá acceder desde el menú principal de servicios.

El reproductor de vídeo es compatible con todos los formatos de vídeo existentes y soporta cualquier codificación que esté en el mercado hasta enero de 2006. La calidad de la emisión depende del tipo de conexión que se disponga con la fuente de vídeo.

Gracias al modulador de señal de TV podremos visualizar la señal transmitida por la pasarela en todos los televisores de la vivienda. Para ello se conectará la pasarela residencial al modulador y este se

conectará a un distribuidor de señal de TV de 2 vías, a partir del cual se distribuye a las tomas de TV de la vivienda.

- Música: Este servicio es accesible desde el segundo botón del menú de ocio. Su funcionalidad básica es reproducir música digital en cualquier formato. Permite reproducir un fichero de música almacenada en algún directorio compartido de un dispositivo de la LAN (red privada).



Fig.40: Funciones incluidas en el servicio de música.

- Radio: El servicio de radio Internet, accesible desde el tercer botón del menú de ocio, le permite sintonizar cualquier emisora de la red. En la actualidad existen infinidad de emisoras de radio online, entre ellas la gran mayoría de las radios de FM españolas.



Fig.41: Funcionalidades incluidas en el servicio de radio.

#### 2.5.6.2. CONFORT

Dentro de este apartado se dividen 6 grupos diferentes: luces, válvulas, Temperatura, Ventanas, Escenas y Pulsadores.

- Luces: Para acceder al servicio de iluminación se utiliza el primer botón del menú de confort. Para apagar o encender un circuito de iluminación se seleccionará el cambio de estado sobre el circuito de iluminación.

El sistema de mantenimiento preventivo informará de la existencia de alguna luz fundida. Desde esta pantalla se podrán configurar el número de luces por circuito.



Fig.42: Funcionalidades incluidas en el servicio de iluminación.

- Válvulas: el modo de funcionamiento de las electroválvulas puede ser manual o automático. Si se selecciona el modo manual se podrá cambiar su estado en todo momento. En el modo automático actuará sobre ellas en caso que se produzca alguna alarma técnica:
  - Fuga de agua: cierre válvula de la zona donde se produzca la fuga. Esta permanecerá cerrada mientras la alarma esté activa.
  - Fuga de gas, exceso de CO o incendio: Cierre de la válvula general de Gas. Como medida de seguridad su apertura se realizará, una vez subsanada la avería, forzándola en modo manual desde el menú de acceso a válvulas.



Fig.43: Funcionalidades del control de válvulas del hogar.

- Temperatura: A la página de control del termostato se accede pulsando sobre el tercer icono del menú de confort y seleccionando el termostato o zona climática a modificar.

El contenido de esta página se genera en función de la instalación de un sensor de temperaturas y termostatos. En caso de que no esté instalado la página contendrá únicamente un botón para encender/apagar la climatización.



Fig.44: Funcionalidades del servicio de climatización del hogar.

Los modos de funcionamiento son 4:

**Apagado:** La climatización esta detenida.

**Control Externo:** El sistema no controla la calefacción. Ésta se controla mediante termostatos externos.

**Manual:** La temperatura de referencia, variable mediante las flechas, es la que sistema tiende a conseguir.

**Domótico:** El servicio utiliza una planificación horaria establecida para mantener diferentes temperaturas. Para modificar la programación del termostato domótico hay que pulsar sobre el pequeño botón circular en forma de reloj.

En esa página podemos configurar los cambios de la temperatura de consigna del termostato. A la izquierda escogemos el día (o conjunto de días) que queremos modificar. A continuación seleccionamos los intervalos de horas y temperaturas de consigna deseadas. Para hacer efectivos los cambios pulsamos el botón "Modificar".



Fig.45: Planificación horaria de temperaturas.

- Ventanas: El servicio de ventanas disponible únicamente en las instalaciones que cuenten con algún elemento de motorización conectado al sistema domótico permite controlar los elementos asociados a las ventanas tales como:
  - Persianas: Permite modificar el grado de apertura de la persianas.
  - Toldos: Permite modificar el grado de apertura de los toldos.
  - Sensores: Permite visualizar información sobre los sensores asociados a los dispositivos como pueden ser anemómetros (para el repliegue automático de toldos), sensores de forzado de persianas o sensores de luminosidad exteriores (para la apertura o cierre de las mismas). También se puede automatizar el repliegue de las cortinas en función de la cantidad de luz que entra por las ventanas.



Fig.46: Control de persianas.

- Escenas y Pulsadores: El servicio de escenas accesible desde el último botón del menú de confort nos permite crear macros o conjuntos de acciones que queremos que se ejecuten con un simple clic. Las acciones creadas figurarán como botón de acceso directo en la página inicial. El servicio permite crear un número ilimitado de escenas, eliminarlas o configurar las acciones encadenadas que se llevarán a cabo. Estas escenas se mostraran en la página inicial y en el menú de acceso remoto a la vivienda mediante teléfonos móviles. Así mismo el servicio de pulsadores permite ejecutar estas escenas según combinaciones de acciones sobre los mismos.



Fig.47: Menú de macros que se activan por eventos o por acción manual.

### 2.5.6.3. SEGURIDAD

En este apartado se dividen 6 grupos diferentes: cámaras, simulación de presencia, anti-intrusión, alarmas técnicas y registro. A continuación se describen cuales son las funciones de cada una de ellas.

- **Cámaras:** Al servicio de video vigilancia se accede mediante el primer botón del Menú de seguridad. El servicio visualiza en una sola pantalla todas las cámaras que existan en la vivienda, de este modo se podrá observar lo que sucede en la vivienda de forma remota.

Para añadir las cámaras se deberá seleccionar la opción Administrar Cámaras y a continuación introducir la dirección URL de la cámara desde donde se sirven las imágenes JPG (diferente en cada modelo). La frecuencia de actualización de la imagen se puede modificar a través de las flechas que figuran en el lateral de la misma.

El servicio es compatible con la mayoría de cámaras IP. Es especialmente recomendable el modelo AXIS 205, ya que la pasarela la detecta automáticamente. El servicio de video vigilancia también funciona con cámaras CCTV mediante un servidor IP-CCTV intermedio.

- **Simulación de presencia:** La simulación de presencia realiza una serie de operaciones, previamente configuradas, que hacen creer a las personas del exterior que la vivienda está habitada. El servicio se puede configurar dentro de una franja horaria, y también permite seleccionar que dispositivos intervendrán en la simulación.

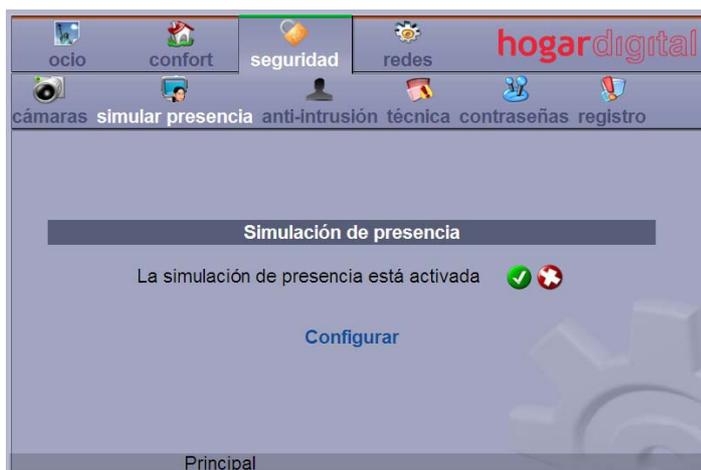


Fig.48: Activación de la simulación de presencia.

- Anti-Intrusión: A la vigilancia anti-intrusiva se accede pulsando sobre el tercer icono del menú. Desde esta página se podrá actuar sobre todos los elementos de seguridad de la vivienda.
  - Activar/Desactivar todas las zonas: Al activar la vigilancia anti-intrusión cualquier detección de presencia activará la alarma. Este evento realizará una serie de acciones con la finalidad de ahuyentar al intruso, por ejemplo, las luces de la casa parpadearán, activación de la sirena, etc.
  - Importante: también podemos activar (armar) o desactivar (desarmar) todas las zonas de anti-intrusión desde el botón de la página principal. Al armar la anti-intrusión, el sistema cerrará la sesión para que nadie que no conozca la clave de acceso pueda entrar en nuestra vivienda. Para desarmar la anti-intrusión, introduzca la contraseña y pulse en el botón de “Desarmar anti-intrusión” de la página principal.



Fig.49: Pantalla de control de zonas de seguridad.

- Activar/Desactivar las zonas de detección: Los detectores pueden activarse y desactivarse a voluntad, de manera que si están desactivados no actúan en la vigilancia anti-intrusión. De esta forma pueden crearse zonas no vigiladas mientras la vigilancia actúa sobre el resto de la vivienda. Las zonas se crean en la sección Domótica, dentro de Redes.

En la página de configuración del servicio anti-intrusión encontraremos las siguientes opciones:

- Configurar acciones del botón de pánico: Listado de eventos que sucederán al activarse el botón que se encuentra en la página principal. El Tiempo de reactivación del botón de pánico define los segundos en los que el botón de pánico quedará inhabilitado después de su activación.
- Configurar acciones cuando se Active/Desactive la alarma: El comportamiento citado previamente por defecto de la alarma se puede modificar según los requerimientos del usuario.
- Tiempo de armado: Segundos de los que disponemos para que no suene la alarma desde el momento de activación o detección de presencia.
- Técnica:

El servicio de seguridad técnica permite configurar el comportamiento de la vivienda al producirse una alerta. Cada uno de los sensores se puede

desactivar (apagar) o activar (encender), su estado natural es encendido pero durante le mantenimiento de los mismos en conveniente apagarlos.



Fig.50: Pantalla de control de seguridades técnicas.

Es posible activar o desactivar todos los dispositivos de una tipología simultáneamente mediante “Activar todos”, “Desactivar Todos”.

Finalmente se puede desactivar cada uno de los servicios de seguridad técnica o apagarlos en caso de alerta mediante el icono rojo x. Además se podrá visualizar los últimos eventos que se han generado.

Las opciones de configuración (al final de la sección) están disponibles según el grupo de dispositivos que tenga instalados pudiéndose generar mensajes SMS, cierre de electroválvulas y cualquier otra acción predefinida como realizar capturas de las cámaras. Las acciones se pueden configurar para cuando se active la alarma o para cuando se desactive mediante la primera opción de configuración.

Finalmente la configuración permite modificar las acciones que el sistema ejecuta cuando se produce un corte del suministro eléctrico general o del sistema domótico.

- **Contraseñas:**

El servicio de contraseñas permite establecer los códigos de acceso, para cada usuario, a las páginas de la pasarela residencial.

La contraseña de acceso del sistema por defecto es “12345”, al iniciar por primera vez la pasarela se solicitará que se cambie. Es esencial que se haga para garantizar la seguridad de su vivienda. A continuación mostrará el código de recuperación de nueve números que podrá utilizar

el usuario en caso de perder la primera. Es fundamental y extremadamente importante que conserve este código en lugar seguro y fácilmente recordable, dado que es la única forma de acceder al sistema en el caso de pérdida u olvido de la contraseña de acceso.

Cada vez que se accede al sistema mediante la contraseña de acceso se podrá utilizar cualquier funcionalidad de la pasarela. Por seguridad, a los 10 minutos de inactividad se deberá volver a introducir la contraseña si quiere volver actuar sobre la pasarela. Es muy recomendable que se utilice el botón inferior izquierdo del sistema para forzar la desconexión de usuario y garantizar que nadie sin autorización pueda utilizarlo.

- Cambiar contraseña de acceso: Opción para cambiar la contraseña de acceso. Al hacerlo el sistema mostrará un nuevo código de recuperación.
  - Cambiar la secuencia de pulsadores: La secuencia de pulsadores permite de forma cómoda activar y desactivar la alarma de la vivienda. Esta secuencia es configurable desde esta página.
- Registro:

Al registro se accede pulsando el último icono del menú de seguridad. En esta página se verá las últimas acciones detectadas por el sistema domótico, presentadas en una tabla, ordenadas por fecha, desde la más reciente.



Fig.51: Pantalla de registro de eventos y/o acciones realizadas.

En la columna de la izquierda aparecerá la fecha de la aparición de la alarma, en la siguiente la hora y a continuación el mensaje de la alarma.

Por último se mostrará el origen de la alarma. En caso que se superen las diez alarmas aparecerá una flecha en la parte inferior de la página que podemos pulsar para ver las alarmas anteriores.

El registro permite visualizarse según el servicio que los ha generado mediante el desplegable “Por Origen”. Además es posible mostrar únicamente los eventos según la tipología de los mismos representada por el icono que antecede a cada alerta (Errores, Avisos, Información).

#### 2.5.6.4. REDES

Este apartado se divide en 6 grupos diferentes: conexión, red local firewall, control paternal, domótica y servicios. A continuación se describen cuales son las funciones de cada una de ellas.

- **Conexión:** Las pasarelas tienen un número muy elevado de interfaces de red, que difícilmente se podrá llegar a alcanzar en la vivienda.



Fig.52: Pantalla configuración de la red LAN y la red de acceso a Internet.

Siempre uno de ellos actuará como acceso a Internet y los restantes (si existen) como red de datos del hogar.

Si el propietario de la vivienda cuenta con la asignación de IP fija (asignada por el ISP) se deberá introducir los datos en la opción de Internet. En el caso de ser dinámica únicamente se deberá seleccionar la casilla de dicho nombre. De este modo se podrá definir la dirección IP que la pasarela residencial ocupa dentro de la red de datos del hogar. En el caso de que disponga de un solo interfaz de red este interfaz será virtual y no tendrá uso alguno.

- **Red local:** El servicio red local mostrará todos los dispositivos a los cuales la pasarela residencial les esta ofreciendo una dirección de red. La lista de dispositivos se actualiza constantemente. Así mismo es posible asignar un nombre a cada uno de los dispositivos de la red para su posterior utilización en otros servicios.

Para el uso de archivos de la red local en cualquier servicio de HogarDigital es necesario previamente haber configurado las carpetas compartidas. Las carpetas compartidas se pueden explorar y crear a través de “Explorar Red” aunque es más recomendable introducir directamente la dirección IP del equipo desde la opción “Explorar Host”.

El ordenador con carpetas compartidas debe disponer de SO Windows 2000, XP o Vista y tener un usuario con clave habilitado, que deben introducirse en la pasarela.

- Firewall: El servicio de Firewall facilita una conexión compartida a Internet segura, que permite que las redes controladas por la pasarela residencial accedan a Internet.

El servicio de Seguridad en la Red local permite asignar redirecciones de puertos para el correcto funcionamiento de aplicaciones informáticas.

Para añadir un rango de puerto únicamente es necesario rellenar los datos necesarios para añadir una regla de redirección que posteriormente podrá parar, activar o borrar.



Fig.53: Pantalla de configuración del Firewall.

- Control paternal: El servicio de control paternal permite hacer una lista de contenidos a los cuales no se quiere permitir el acceso desde ningún dispositivo de la vivienda.

El servicio se puede activar o desactivar mediante la opción cambiar. La lista de dominios informará de los dominios no accesibles cuando esté activado el servicio.

Para añadir una restricción simplemente hay que introducir la palabra que se desea limitar y a partir de ese momento no será posible el acceso a dominios de Internet que contengan dicha palabra.

El servicio a sido diseñado para ser usado en webs de contenido para adultos, de contenido violento o relativo a temáticas específicas.

- Domótica: El servicio de Domótica nos permite configurar los dispositivos que existen en la vivienda, asignarles nombre y ver los que en algún momento estuvieron anteriormente instalados.

Además el servicio nos permite crear zonas de dispositivos (agrupándolos) para posteriormente poder ejecutar acciones, macros o servicios sobres todos los dispositivos de un grupo.

Cada sistema domótico tiene un procedimiento de instalación diferente documentados en sus manuales correspondientes (X10, Konnex, Lonworks, Zigbee, X2D, PowerCode, Bussing, e-domo).

- Servicios: La opción de nuevos servicios permite visualizar que servicios tenemos actualmente instalados en la pasarela residencial, facilitando su instalación o desinstalación.

Junto al nombre de cada servicio le aparecerá una pequeña descripción del mismo y el nombre de su proveedor.

Entre la lista de servicios también aparecerán la opción de adquirir o suscribirse a nuevos servicios que vayan estando disponibles para la plataforma.

Para utilizar la instalación y desinstalación de servicios se deberá de disponer de una conexión a Internet. En caso contrario se mostrara un mensaje indicando que no se ha podido establecer la conexión.

Si es la primera vez que se accede a esta página con conexión a Internet deberemos darnos de alta con los datos personales (usuario y clave) que facilitaran el acceso a la vivienda desde el exterior de la misma vía móvil, PC o PDA, accediendo a la dirección <http://mi.hogardigital.com>

## 2.6. SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN ETS3

La programación de una instalación del sistema EIB se realiza a través del software ETS3 (*EIB Tool Software V3*), distribuido por EIBA. Este software se emplea en proyectos de cableado de edificios mediante el bus EIB. Al tratarse de un bus distribuido, todos los elementos del bus EIB poseerán una dirección física única en la instalación y por lo tanto, serán capaces de mandar telegramas al bus y de recibirlos. Con ETS3 se especificará la función o funciones de cada elemento dentro de la instalación.

Por lo tanto será la herramienta informática ETS3 quien configure, desde un PC remoto directamente conectado con la instalación EIB a través de un módulo Ethernet, las direcciones físicas y las aplicaciones de los elementos del bus EIB.

## 3. PLIEGO DE CONDICIONES HOGAR DIGITAL

### 3.1. CONDICIONES PARTICULARES

La memoria del proyecto para la instalación de un sistema domótico para las viviendas unifamiliares define la instalación del sistema denominado EIB/KNX. En el presente pliego de condiciones se especifican técnicamente las características más importantes de los módulos principales del sistema así como las características técnicas de los accesorios periféricos del mismo.

#### 3.1.1. DISPOSITIVOS EIB

Todos los dispositivos que a continuación se presentan son de la marca JUNG Ibérica S.A. la cual lleva muchos años de experiencia en este tipo de sistemas y dispone de una amplia gama de productos.

##### 3.1.1.1. ACOPLADOR DE LÍNEA

El acoplador de línea hace posible la interconexión e intercambio de información entre las distintas líneas del KNX/EIB. Los acopladores de línea/área proporcionan una separación galvánica entre las diferentes líneas que conectan. Tanto la línea de jerarquía inferior como la de jerarquía superior se le conectan frontalmente mediante terminales de conexión, y ambas deben estar alimentadas de forma separada.



En función de las tablas de filtros que generan automáticamente, se puede bloquear el tránsito de algunos telegramas a través del acoplador de línea. También dispone de una aplicación que le permite funcionar como amplificador de línea, con la cual se podrán configurar líneas de bus de más de 64 componentes (hasta 256). En este caso no existen tablas de filtros, por lo que todos los telegramas pasarán a través del amplificador.

Fig.54: Acoplador de Línea Ref.: 2141REG.

#### Programas de aplicación:

Acoplador de área/línea 900A01 y Amplificador 900B01.

##### 3.1.1.2. MÓDULO DE COMUNICACIÓN USB

A través de un conector USB, permite este dispositivo conectar el sistema a un PC, para poder programar, parametrizar, direccionar o diagnosticar cualquier

dispositivo de bus, además de controlar el sistema mediante el programa de visualización.



Fig.55: Módulo USB Ref.:2130 USB REG

### 3.1.1.3. FUENTE DE ALIMENTACIÓN

La fuente de alimentación de 640 mA proporciona una tensión estable para la alimentación del Instabús EIB. Puede alimentar un total de 64 componentes, suponiendo que el consumo medio sea de 10 mA por cada uno. La principal novedad que incorpora este modelo es la posibilidad de alimentar hasta 2 líneas de bus, siempre que no se supere la cantidad total de aparatos permitidos por la fuente.

Esto es posible porque cuenta con dos salidas filtradas independientes, denominadas BUS 1 y BUS 2. También cuenta con una salida de 30 V DC sin filtrar, al igual que los anteriores modelos, mediante la cual se puede alimentar una línea de jerarquía superior, disponiendo de un filtro inductor y un conector de 4 fases montados convenientemente.

Esta fuente se conecta al bus mediante terminales de conexión, lo que elimina la necesidad de utilizar perfil de datos y conector, y está también protegida contra cortocircuitos y sobrecargas en el bus. Dispone además de un conmutador de Reset independiente para cada una de las salidas del bus. Este conmutador deberá estar accionado por lo menos durante 20 segundos para garantizar su función.

Esta fuente dispone de 5 LED's que nos informan sobre el estado de la misma:

LED rojo: Cortocircuito en la línea de bus, o número excesivo de consumidores (sobrecarga).

LED verde: Funcionamiento normal.

LED amarillo: Que indica que en el bus se registra una tensión superior a 31 V DC. En este caso, desconectar el bus inmediatamente, y eliminar la causa.

LED ámbar: Al accionar el conmutador correspondiente los dispositivos de bus conectados a la línea quedan desactivados, y la línea bus en estado libre potencial (RESET)

La distancia mínima entre dos fuentes de alimentación es de 200 m y la máxima separación entre un dispositivo de bus y la fuente es de 350 m.



Fig.56: Fuente Alimentación Ref.: 2002REG.

- Características Técnicas:

- Alimentación de entrada

Tensión: desde 161 V hasta 264 V AC, 50 / 60 Hz

desde 176 V hasta 270 V DC

Pérdidas: < 5 W en condiciones normales.

Corte tensión: hasta 100 ms.

Conexión: con cable de hasta 2,5 mm<sup>2</sup>

- Salidas filtradas

Cantidad: 2 (BUS 1 y BUS 2)

Tensión: entre 28 V DC y 31 V DC, SELV

Conexión: al bus EIB, mediante terminales de conexión

- Salida no filtrada "30 V DC"

Tensión: entre 28 V DC y 31 V DC, SELV

Conexión: mediante terminales de conexión

Corriente total: 640 mA entre las tres salidas

Protección: IP 20

Homologado según: EIB

Temperatura ambiente: -5°C hasta +45°C

Temperatura transporte y almacenaje: -25°C hasta +75°C

Fijación: al carril DIN (No necesita perfil de datos)

### 3.1.1.4. CENTRAL IP

Este aparato materializa la conexión entre una red de área local (LAN = Local Area Network) y el bus EIB KNX. Conectando este aparato a una conexión Ethernet, el usuario podrá conectarse al sistema EIB KNX desde la conexión de red de su PC tanto en la red local, como a través de Internet.

La conexión a Internet de este aparato se puede efectuar mediante ADSL, LAN (conexión RJ 45), o también mediante módem analógico V 90, o adaptador RDSI.

La central IP hace las funciones de servidor, para que el usuario pueda acceder remotamente a la instalación mediante cualquier explorador estándar de Internet, por ejemplo, Microsoft Internet Explorer. Para este caso también existirá la opción de conectarse a la central IP a través de un servidor de Internet alojado fuera de la instalación, garantizándose así una conexión segura. El aparato proporciona además las siguientes funciones:

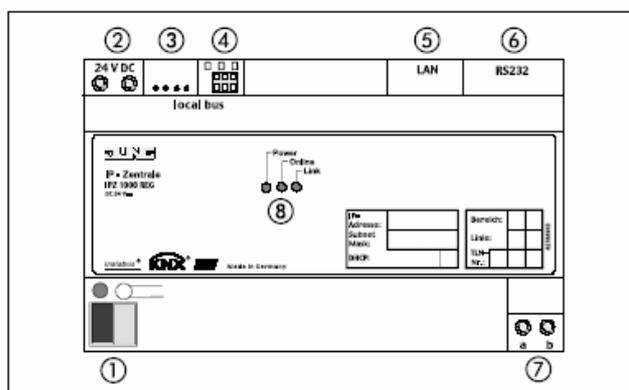
- Programador anual con función astronómica y simulación de presencia, y posibilidad de puesta en hora a través de Internet.
- Funciones lógicas.
- Notificación de eventos vía e-mail.
- Control de 32 escenas con 32 canales.



Fig.57: Central IP.  
Ref.: IPZ1000REG.

#### Características técnicas:

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Alimentación:                  | Mediante el bus EIB, y también a 24 V DC |
| Consumo:                       | 6 W                                      |
| Temperatura de funcionamiento: | -5°C a +45°C                             |
| Temperatura de almacenaje:     | -25°C a +70°C                            |
| Dimensiones:                   | DIN 8 módulos                            |



#### Conexiones:

- ① Terminal de conexión para EIB/KNX
- ② Alimentación para 24 V DC, por ejemplo, tensión sin filtrar de la fuente de KNX/EIB.
- ③ y ④ Terminales de reserva para futuras aplicaciones
- ⑤ Conexión RJ 45 para red
- ⑥ Conexión SUB-D 9 polos para módem V90 o adaptador RDSI
- ⑦ Conexión a-b para disparo a través de línea telefónica
- ⑧ 3 LEDs:
  - Power (verde) – Se ilumina cuando hay alimentación de 24 V DC
  - Online (amarillo) – Señaliza una conexión activa a Internet mediante RS 232
  - Link (amarillo) – Se ilumina cuando hay conexión por LAN (Ethernet), y parpadea al transmitir datos

Tabla 47: Características técnicas Central IP Ref.: IPZ1000REG.

### 3.1.1.5. CENTRAL DE ALARMAS Y ACCESORIOS

La central de alarmas permite realizar el control de intrusión y alarmas técnicas de una vivienda. Dispone de 12 zonas y 5 salidas cableadas directamente, y si se le conecta el interfase EIB-IC, entonces dispone de 96 direcciones de grupo configurables libremente como zonas o salidas, con lo cual queda integrada en el sistema EIB/KNX.

Viene incluido un teclado de superficie desde el que se pueden realizar las funciones normales de control de la central, tales como armado/desarmado, reconocimiento de alarmas o diagnósticos, y se pueden conectar hasta 8 teclados en total.

Como vía de transmisión principal, esta central utiliza una conexión RJ 45 para comunicarse por TCP/IP con el servicio de recepción de alarmas, lo que posibilita que este servicio pueda ser avisado de un posible corte de la línea en menos de 1 minuto. Adicionalmente se puede comunicar por GPRS mediante el módulo opcional GPRS-IC. Este módulo también permite al usuario armar y desarmar la alarma de forma segura mediante mensajes SMS codificados, enviar mensajes SMS para ser mostrados en el display del teclado, e informar al usuario por este mismo medio de una eventual alarma técnica. Permite incluso la activación mediante SMS de cualquier dirección de grupo de EIB que esté asociada a la central.

El sistema permite establecer hasta 5 particiones con todas las zonas, que se pueden armar y desarmar conjuntamente o por separado. La programación se lleva a cabo mediante el paquete de software adicional CA-SOFT-IC.

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <b>Allimentación:</b>                | Fuente de alimentación integrada 220 VAC / 13,6 V DC, 1,5 A  |
| <b>Batería:</b>                      | 12 V 6,5 A (no incluida)   |
| <b>Conexiones</b>                    |  |
| <b>Al EIB:</b>                       | Mediante Interface EIB-IC, a través del puerto RS 232  |
| <b>Al teclado (s):</b>               | Por el puerto RS 485   |
| <b>A otras centrales auxiliares:</b> | Por el puerto RS 485   |
| <b>Al módulo GPRS:</b>               | A través de puerto RS 232  |
| <b>Entradas</b>                      |  |
| <b>Zonas:</b>                        | 12 entradas libre de potencial   |
| <b>Salidas:</b>                      | 2 salidas a relé de libre potencial<br>3 salidas a colector abierto<br>4 salidas de alimentación de 12 V DC, para equipos externos, protegidas por fusible |
| <b>Comunicaciones</b>                |  |
| <b>Vía principal:</b>                | Por RJ 45 para transmisión TCP/IP  |
| <b>Vía respaldo:</b>                 | GPRS   |
| <b>Protocolo:</b>                    | CONTACT-ID   |
| <b>Temperatura de trabajo:</b>       | de 0°C a +60°C   |
| <b>Temperatura de almacenaje:</b>    | 0°C a +70°C  |
| <b>Montaje:</b>                      | En superficie  |

Tabla 48: Características técnicas de la central de alarmas Ref.: CA 96 IC.

### 3.1.1.6. FUENTE DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA

Esta fuente está especialmente indicada en instalaciones EIB que incluyan una central de alarmas, para garantizar un suministro al sistema en caso de fallo de la tensión de red. Para garantizar este suministro se le pueden conectar hasta 2 acumuladores de 12 V. Los acumuladores se irán cargando a través de la fuente de alimentación, y un sensor de temperatura ajustará la tensión de carga en función de la temperatura existente.

Cuando caiga la tensión de red, entonces la fuente tomará la tensión de los acumuladores. El sensor de temperatura debe estar siempre conectado.

Un contacto conmutado nos indica si se ha producido cualquier fallo en esta fuente: caída de la tensión de red, fallo en el acumulador, sobretensión, sobrecarga y cortocircuito.

El tiempo máximo de carga del acumulador es de 28 horas para el modelo de 12 Ah, y de 56 horas si se conectan dos en paralelo.



Fig.58: FA Ininterrumpida Ref.: USV640 MA

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <b>Alimentación:</b>                | 230 V AC +10/-15 %, 45 ... 65 Hz                               |
| <b>Consumo:</b>                     | < 60 VA  |
| <b>Salida EIB</b>                   |  |
| <b>Número:</b>                      | 1 salida filtrada  |
| <b>Corriente:</b>                   | 640 mA   |
| <b>Acumulador</b>                   |  |
| <b>Número:</b>                      | máx. 2 en paralelo   |
| <b>Tensión:</b>                     | 12 V DC  |
| <b>Capacidad:</b>                   | pref. 1 Ah, 7 Ah, 12 Ah, 17 Ah                                 |
| <b>Corriente carga:</b>             | 650 mA, para capacidad > 5 Ah<br>150 mA, para capacidad < 5 Ah |
| <b>Contacto libre de potencial:</b> | 230 V AC / 12/24 V AC/DC<br>6 A AC, 4 A DC                     |
| <b>Temperatura funcionamiento:</b>  | -5°C hasta +45°C   |
| <b>Dimensiones:</b>                 | 90 x 144 x 64 mm   |

Tabla 49: Características técnicas de la FA Ininterrumpida Ref.: USV640 MA

### 3.1.1.7. INTERFACE VÍA RADIO

Este dispositivo sirve para poder integrar cualquier emisor del sistema de Control Vía Radio de Jung en el Instabús EIB. Una vez asociados los distintos canales de los emisores de radio al interfase, se les asignan las correspondientes direcciones de grupo a través del ETS, de forma que cualquier emisor de radio puede activar cualquier actuador del sistema EIB. Se trata de una comunicación unidireccional, no siendo posible activar receptores de radio desde un sensor de EIB.

Pueden ser utilizados los siguientes emisores del sistema Vía Radio:

- Mandos a distancia portátiles: Confort (48 KFH), Estándar (48 FH) y Mini (42 FH).
- Teclados emisores para pared: 40 FW, ..41 F, ..42 F, ..44 F ...
- Emisor universal: FUS 22 UP
- Multisensor: FMS 4 UP
- Detector Via Radio: FW 100 WW

Disponibles hasta 50 canales, libremente asignables a distintas funciones, y un total de 100 posiciones de memoria, para asociar diferentes canales de los emisores.

Las informaciones recibidas por radio pueden ser convertidas en telegramas EIB, para accionamiento, regulación de luz, persianas, transmisión de valores o auxiliar de escenas.

Como cualquier receptor de vía radio, posee además una memoria para generar él mismo hasta 5 escenas.

En su funcionamiento normal, se alimenta exclusivamente del bus EIB, aunque para su puesta en marcha es necesaria una pila de 9 V.



Fig.59: Interface Vía radio Ref.: 2700 AP.

### 3.1.1.8. INTERFACE EIB/KNX – BLUETOOTH

Este aparato permite el control y la visualización de una instalación mediante dispositivos inalámbricos con tecnología Bluetooth. Se puede accionar y regular iluminación, llamar y memorizar escenas ambientales, controlar persianas, y mostrar valores de 2 bytes (temperaturas, etc).

El control se realiza desde una PDA modelo Tungsten T o superior, a partir de la versión 5.0 de sistema operativo, o Pocket PC, cargados con un software especial suministrado con este aparato.



Cada interfase Bluetooth puede ser asociado con un máximo de 8 PDAs, y una PDA puede ser asociada con un máximo de 7 interfaces Bluetooth. Un interfase solamente puede estar conectado a una PDA en un momento dado y viceversa.

Fig.60: Interface EIB – Bluetooth Ref.: ESBG 2041WW.

La relación entre interface y PDA se puede llevar a cabo en la propia instalación, solamente pulsando sobre las teclas del interface, sin necesidad de utilizar el ETS. Una vez establecida la conexión, las pantallas que vayan apareciendo en la PDA dependerán de la configuración que se haya establecido en el plug-in del ETS.

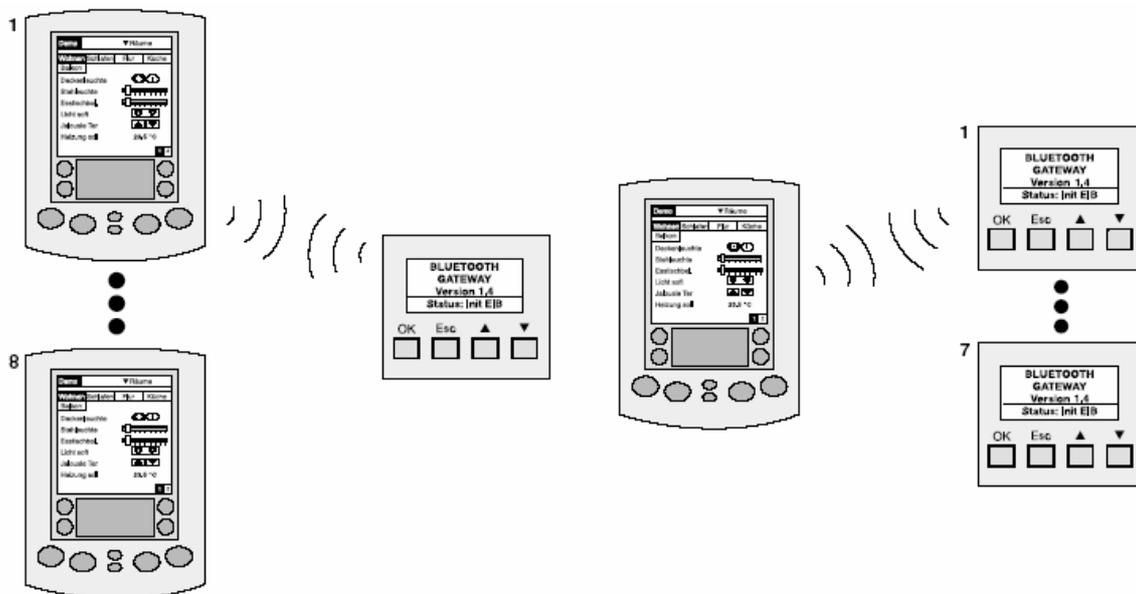


Fig.61: Representación gráfica de asociación de dispositivos bluetooth con el interface EIB.

La relación entre interfase y PDA se puede llevar a cabo en la propia instalación, solamente pulsando sobre las teclas del interfase, sin necesidad de utilizar el ETS. Una vez establecida la conexión, las pantallas que vayan apareciendo en la PDA dependerán de la configuración que se haya establecido en el plug-in del ETS.

En el ETS se pueden configurar un máximo de 8 habitaciones o estancias, y las acciones se pueden clasificar en 8 grupos de funciones. Tras el relacionamiento de la PDA en el interfase, cuando ésta entre en conexión con el interfase, se le cargará automáticamente la aplicación que se haya diseñado.

Si después se realizan cambios mediante el ETS, en la próxima conexión, estos cambios quedarán automáticamente actualizados en la PDA. A partir de aquí, cualquier telegrama que transite por el bus, y esté dentro de la aplicación, será automáticamente transmitido a la PDA para que actualice el correspondiente estado. En sentido inverso, cualquier acción que se haga en la PDA será convertida al correspondiente telegrama EIB en el interfase.

El interface contiene siempre los datos de EIB actualizados y actúa a modo de servidor para la PDA, de modo que en el momento en que se establezca la conexión, la aplicación visual de la PDA quedará automáticamente actualizada con los datos reales del momento. Tras una caída en la tensión de bus, el interface realizará una petición de lectura a los componentes implicados, si así se estableció en los parámetros. Los flags de lectura deben estar activados en los actuadores.

La manipulación de los pulsadores del interface se puede proteger mediante un código de 6 cifras. La transmisión entre este aparato y la PDA se realiza por "frequency hopping" con lo que queda descartada la posibilidad de interferencias con otros aparatos de radio. La transmisión se realiza codificada con un máximo de 128 bits, y el alcance llega a 10 m a campo libre.

|  |   |
|--|---|
| <b>Alimentación:</b>                                   | Mediante el bus EIB   |
| <b>Consumo:</b>  | tip. 300 mW   |
| <b>Conexión:</b>                                       | al bus mediante terminales de conexión  |
| <b>Comportamiento a la caída de tensión de bus:</b>    | se interrumpe la comunicación Bluetooth. La PDA muestra un mensaje de error.  |
| <b>Comportamiento al regreso de la tensión de bus:</b> | es necesario volver a establecer la comunicación desde la PDA. Se actualizan entonces los estados de EIB, y también la configuración, si es que hubieron cambios. |

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| <b>Bluetooth</b>                      |  |
| <b>Especificación:</b>                | Bluetooth Version 1.1 (IEEE 802.15.1-2002)   |
| <b>Modo de envío / Frecuencia:</b>    | ISM-Band 2,4 ... 2,4835 GHz (libre de licencia)  |
| <b>Modulación:</b>                    | Gaussian Frequency Shift Keying (GFSK)<br>Frequency hopping según estándar Bluetooth con 79 canales Spread Spectrum (FHSS) |
| <b>Potencia de envío:</b>             | máx. 2,5 W (Clase 2)   |
| <b>Alcance:</b>                       | máx. 10 m. a campo libre, utilizando emisores Clase 3 (1mW) (p.ej. PDA)  |
| <b>Modo de seguridad:</b>             | 2 "seguro". Según especificación Bluetooth, identificación necesaria.  |
| <b>Protección:</b>                    | IP 20  |
| <b>Homologación:</b>                  | KNX/EIB  |
| <b>Temperatura de funcionamiento:</b> | -5°C a +45°C   |
| <b>Temperatura de almacenaje:</b>     | -25°C a +70°C  |
| <b>Distancias mínimas:</b>            | ninguna  |

Tabla 50: Características técnicas de la interface EIB – Bluetooth Ref.: ESBG 2041.

### 3.1.2. GRABADOR SERVIDOR WEB DE VÍDEO

Se trata de un servidor de vídeo con 4 canales para conectar 4 cámaras CCD analógicas y el envío de estas imágenes en tiempo real por la red de Ethernet. Al mismo tiempo estas imágenes se guardan en un disco duro extraíble con capacidad de 120 Gbytes. De este modo se podrá acceder al visionado de las imágenes grabadas de forma remota a través de cualquier navegador de Internet desde la red local o desde el exterior siempre y cuando tengamos los privilegios de acceso necesarios.

- Las principales características del Grabador Servidor Web de Vídeo FlexWatch 5440 son:
- **Tx de imágenes de vídeo:** Este servidor Web de vídeo es capaz de transmitir en tiempo real una tasa máxima de 30 imágenes por segundo.
- **Grabación y reproducción de las imágenes:** Las fuentes de vídeo, procedentes del servidor Web de vídeo, pueden ser visionadas y grabadas a través de un navegador de Internet estándar utilizando la aplicación FW-Voyager.
- **Modos de grabación:** Grabación por agenda, detección de movimiento, activación por sensor, así como grabación forzada, fotos instantáneas. Todas estas opciones vienen integradas en la aplicación FW-Voyager.
- **Control de dispositivos PTZ:** Proporciona el control remoto para los dispositivos Pan/Tilt/Zoom, de modo que el usuario puede controlar fácilmente los dispositivos PTZ conectado al FlexWATCH a través de Internet sin necesidad de un teclado o controlador remoto.
- **Funciones de seguridad:** Su uso es de gran utilidad para evitar el acceso no autorizado al servidor FlexWATCH. Sólo podrán visualizar las imágenes en tiempo real aquellas personas que estén autorizadas.
- **Modo de encriptación:** Su función es la de evitar el acceso no autorizado a las imágenes de vídeo transmitidas por el servidor FlexWATCH a través de la red. Las imágenes pueden encriptarse activando este modo (Encryption mode) y para su posterior visualización deberá introducirse un código (Key code) para desencriptarlas.
- **Sensor de alarma:** Este sistema dispone de una conexión de I/O de sensor de alarma para aplicaciones de seguridad.
- **Función de filtro de IP:** Sólo podrán tener acceso al visionado de las imágenes aquellas direcciones IP o grupos de direcciones IP que estén autorizadas a ello.
- **Función de llamada saliente / entrante:** Con esta opción se puede realizar una llamada al servidor FlexWATCH desde un lugar remoto

utilizando una línea telefónica analógica y visionar las imágenes en directo. Asimismo, FlexWATCH puede establecer una conexión con el PC cliente o proveedor de servicios de Internet (ISP) para enviar al servidor FTP o a la dirección de correo electrónico especificada las imágenes grabadas por eventos o por agenda. Si el servidor FlexWATCH está registrado en un servidor AOIP (puerta de enlace de la IP para usuarios con IP dinámicas) y utiliza un servicio por línea analógica, puede configurar el servidor FlexWATCH para que se establezca una conexión con su ISP durante el tiempo definido por el usuario y, de este modo, conectarse con el servidor FlexWATCH en cualquier momento y desde cualquier lugar a través de la conexión con el servidor AOIP. Así no tendrá que realizar una llamada cada vez que quiera ver las imágenes de vídeo a través de la línea telefónica analógica.

- AOIP es la abreviatura de Always-On-IP. Se trata de un servicio proporcionado por Seyeon Technology que facilita el acceso de los usuarios al servidor FlexWATCH en cualquier lugar y en cualquier momento, aunque su servidor FlexWATCH esté conectado a una dirección IP dinámica. Su principal función es permitir al usuario de una IP dinámica a través de una línea de ADSL conectarse al servidor FlexWATCH y visionar las imágenes en tiempo real directamente a través del servidor AOIP. Para ello el servidor FlexWATCH debe estar registrado y conectado a este servidor de servicios AOIP.
- **Función FTP:** con esta opción se puede hacer que el servidor envíe las imágenes de vídeo, activadas por el sensor de alarma o por programación de agenda, al servidor FTP para que sean guardadas en la ubicación remota. (servidor AOIP o Empresa de seguridad o en PC de la red privada).



Fig.62: Servidor Web FlexWatch 5440.

## **3.2. CONDICIONES GENERALES**

### **3.2.1. LEGISLACIÓN DE APLICACIÓN A LAS INSTALACIONES DE DOMÓTICA**

RD 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

NORMAS TECNOLÓGICAS DE LA EDIFICACIÓN (NTE).

- IPP Instalación de Pararrayos
- IEP Puesta a tierra de edificios

### **3.2.2. REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN.**

#### *3.2.2.1. DE SEGURIDAD ENTRE INSTALACIONES*

Como norma general, se procurará la máxima independencia entre las instalaciones de domótica y las del resto de servicios.

Los requisitos mínimos de seguridad entre instalaciones serán los siguientes:

- La separación entre una canalización domótica con bus de telecomunicación y las de otros servicios será, como mínimo, de 10 cm para trazados paralelos y de 3 cm para cruces.
- La rigidez dieléctrica de los tabiques de separación de estas canalizaciones conjuntas deberá tener un valor mínimo de 15KV/mm (UNE 21.316). Si son metálicas se pondrán a tierra.
- Los cruces con otros servicios se realizarán preferentemente pasando las conducciones de domótica por encima de las del otro tipo.
- En caso de proximidad con conductos de calefacción, aire caliente, o de humo, las canalizaciones de domótica 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 domótica, 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 precauciones para protegerlas contra los efectos de estas condensaciones.

Las conducciones de control de la instalación de domótica, 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:

- La protección contra contactos indirectos está asegurada por algunos de los sistemas de la Clase A, señalados en la Instrucción MI BT 021 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, considerando a las conducciones no eléctricas, cuando sean metálicas como elementos conductores.
- Las canalizaciones de control de la instalación domótica estarán convenientemente protegidas contra los posibles peligros que puedan presentar su proximidad a canalizaciones y especialmente se tendrá en cuenta:
  - o La elevación de la temperatura, debida a la proximidad con una conducción de fluido caliente.
  - o La condensación.
  - o La inundación por avería en una conducción de líquidos. En este caso se tomarán todas las disposiciones convenientes para asegurar la evacuación de estos.
  - o La corrosión por avería en una conducción que contenga un fluido corrosivo.
  - o La explosión, por avería en una conducción que contenga un fluido inflamable.

#### *3.2.2.2. DE ACCESIBILIDAD*

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

#### *3.2.2.3. DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA*

##### *3.2.2.3.1. Tierra local*

El sistema general de tierra del inmueble debe tener un valor de resistencia eléctrica no superior a 10 Homs respecto a la tierra lejana.

El sistema de puesta tierra del armario de instalación domótica constará esencialmente de una barra colectora de cobre sólida, será fácilmente accesible y de dimensiones adecuadas, estará conectada directamente al

sistema general de tierra del inmueble 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.

El cable de conexión de la barra colectora al terminal general de tierra del inmueble estará formado por conductores flexibles de cobre de 25 mm<sup>2</sup> de sección. Los soportes, herrajes, bastidores, bandejas, etc. Metálicos de los RIT estarán unidos a la tierra local.

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

#### *3.2.2.3.2. Interconexiones equipotenciales y apantallamiento*

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

Todos los cables con portadores metálicos de domótica 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 2m de distancia.

#### *3.2.2.3.3. ACCESOS Y CABLEADOS*

Con el fin de reducir posibles diferencias de potencial entre sus recubrimientos metálicos, la entrada de los cables de domótica 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.

#### *3.2.2.3.4. Compatibilidad electromagnética entre sistemas*

Al ambiente electromagnético que cabe esperar en el cuadro de instalaciones domótico, la normativa internacional (E.T.S.I y U.I.T) le asigna la categoría ambiental Clase 2.

Por tanto, los requisitos exigibles a los equipamientos de domótica del cuadro de instalaciones domóticas con sus cableados específicos, por razón de la emisión electromagnética que genera, figuran en la norma ETS 300 386 del E.T.S.I. El valor máximo aceptable de emisión de campo eléctrico del equipamiento o sistema para un ambiente de Clase 2 se fija en 40dB $\mu$ V/m dentro de la gama de 30MHz-230MHz y en 47 dB $\mu$ V/m en la de 230MHz-1000MHz, medidos a 10m de distancia.

### 3.2.2.3.5. Cortafuegos

Se instalarán cortafuegos para evitar el corrimiento de gases, vapores y llamas en el interior de los tubos. En todos los tubos de entrada a envolventes que contengan interruptores, seccionadores, fusibles, relés, resistencias y demás aparatos que produzcan arcos, chispas o temperaturas elevadas. En los tubos de entrada o envolventes o cajas de derivación que solamente contengan terminales, empalmes o derivaciones, cuando el diámetro de los tubos sea igual o superior a 50mm.

Si en un determinado conjunto, el equipo que pueda producir arcos, chispas o temperaturas elevadas está situado en un compartimento independiente del que contiene sus terminales de conexión y entre ambos hay pasamuros o prensaestopas antideflagrantes, la entrada al compartimento de conexión puede efectuarse siguiendo lo indicado en el párrafo anterior.

En los casos que se precisen cortafuegos, estos se montarán lo más cerca posible de las envolventes y en ningún caso a más de 450mm de ellas.

Cuando dos o más envolventes que, de acuerdo con los párrafos anteriores, precisen cortafuegos de entrada estén conectadas entre sí por medio de un tubo de 900mm o menos longitud, bastará con poner un solo cortafuego entre ellas a 450mm o menos de la más alejada.

En los conductos que salen de una zona peligrosa a otra de menor nivel de peligrosidad, el cortafuegos se colocará en cualquiera de los dos lados de la línea límite, pero se instalará de manera que los gases o vapores que puedan entrar en el sistema de tubos en la zona de mayor nivel de peligrosidad no puedan pasar a la zona menos peligrosa. Entre el cortafuego y la línea límite no deben colocarse acoplamientos, cajas de derivación o accesorios.

La instalación de cortafuegos habrá de cumplir los siguientes requisitos:

- La pasta de sellado deberá ser resistente a la atmósfera circundante y a los líquidos que pudiera haber presentes y tener un punto de fusión por encima de 90° C.
- El tapón formado por la pasta deberá tener una longitud igual o mayor al diámetro interior del tubo y, en ningún caso, inferior a 16mm.
- Dentro de los cortafuegos no deberá hacerse empalmes ni derivaciones de cables; tampoco deberá llenarse con pasta ninguna caja o accesorio que contenga empalmes o derivaciones.
- Las instalaciones bajo tubo deberán dotarse de purgadores que impidan la acumulación excesiva de condensaciones o permitan una purga periódica.

- Podrán utilizarse cables de uno o más conductores aislados bajo tubo o conducto.

### **3.2.3. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**

#### *3.2.3.1. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN*

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- El estatuto de los trabajadores.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo. Vigente el art.24 y el capítulo VII del título II.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (RD 842/2002, de 2 de agosto).
- RD 1316/1989 de 27 de octubre. Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- RD 1407/92 de 20 de noviembre sobre regulación de las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de equipos de protección individual. Modificado por RD 159/1995 de 3 de febrero y la Orden 20/02/97.
- Ley 54/2003 de 12 de diciembre, de reforma del marco formativo de la prevención de riesgos laborales.
- Ley 31/1995 de 8 noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- RD 614/2001, de 18 de junio, sobre protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo electrónico.
- RD 39/1997 de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.
- RD 486/1997 de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- RD 1215/1997 de 18 de julio, sobre equipos de trabajo.
- RD 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

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

### 3.2.3.2. *CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD*

La ejecución de un proyecto de instalación domótica, tiene dos partes claramente diferenciadas que se realizan en dos momentos diferentes de la construcción. Así se tiene:

- Instalación de la infraestructura y canalización de soporte del sistema.
- Instalación de los elementos activos del sistema domótico.

#### 3.2.3.2.1. *Instalación de la infraestructura y canalización soporte*

Esta infraestructura consta de:

- Armarios de instalación domótica
- Una red de tubos que unen los armarios con los dispositivos de la instalación.

La instalación de esta infraestructura plantea riesgos específicos, que deben ser tenidos en cuenta además de aquellos inherentes del entorno en el que se realiza la misma.

Esta instalación se suele realizar durante la fase ALBAÑILERÍA Y CERRAMIENTOS de la ejecución de obra.

#### 3.2.3.2.2. *Instalación de los elementos activos del sistema domótico*

Esta instalación consiste en:

- La instalación en los cuadros domóticos de los diferentes módulos así como la instalación y conexionado de las estaciones remotas ubicadas en los registros pertinentes a lo largo del edificio.
- Una instalación eléctrica en el interior de los cuadros del sistema domótico, consiste en, cuadro de protección, enchufes y fuente de alimentación para los sensores.
- El tendido de los diferentes cables de conexión a través de los tubos y registros así como el conexionado de los mismos.

Normalmente se realiza durante la fase INSTALACIONES de la ejecución de obra.

### 3.2.3.3. *RIESGOS GENERALES QUE SE PUEDEN DERIVAR DEL PROYECTO DE INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DOMÓTICO.*

Teniendo en cuenta lo referido anteriormente no existen riesgos generales derivados de la instalación de este proyecto.

#### 3.2.3.3.1. *Riesgos debidos al entorno*

Teniendo en cuenta que los operarios transitan por zonas en construcción, se encuentran expuestos a los mismos riesgos debidos al entorno que el resto de operarios de la obra, siendo de señalar que los que esta presenta son:

- Atropamiento y aplastamiento en manos durante el transporte de andamios.
- Atrapamientos por los medios de elevación y transporte.
- Caídas de operarios al vacío.
- Caída de herramientas, operarios y materiales transportados a nivel y a niveles inferiores.
- Caída de materiales de cerramiento por mala colocación de los mismos.
- Caída de andamios.
- Desplome y hundimiento de forjados.
- Electrocuciiones o contactos eléctricos, directos e indirectos, con instalaciones eléctricas de la obra.
- Incendios o explosiones por almacenamiento de productos combustibles.
- Irritaciones o intoxicaciones: piel, ojos, aparato respiratorio, etc.
- Lesiones, pinchazos y cortes en manos y pies.
- Salpicaduras a los ojos de pastas y morteros.

#### 3.2.3.3.2. *Riesgos debidos a la instalación de infraestructura y canalización de soporte del sistema en el interior del edificio*

Los trabajos que se realizan en el interior son:

- Tendido de tubos de canalización y su fijación.

- Realización de rozas para conductos y registros.
- Colocación de los diversos registros.

Estos trabajos se realizan durante la fase de cerramiento y albañilería de la obra siendo los riesgos específicos de la actividad a realizar los siguientes:

- Caídas de escaleras o andamios de borriquetas.
- Proyección de partículas al cortar materiales.
- Electrocuciiones o contactos eléctricos, directos e indirectos, con pequeña herramienta.
- Golpes o cortes con herramientas.
- Lesiones, pinchazos y cortes en manos.

#### 3.2.3.3.3. *Riesgos debidos a la instalación de los elementos activos del sistema domótico.*

Esta tarea se realiza durante la fase de obra de Instalaciones.

El riesgo de estas unidades de obra no es muy elevado ya que se realizan en el interior del edificio. Los riesgos específicos de la actividad a realizar son:

- Debidos al vértigo en operarios propensos a sufrir estos efectos.
- Resbalones en las superficies inclinadas.
- Pérdida de equilibrio o caídas en caso de vientos superiores a 50 Km/h.
- Caída en altura de personal y materiales.
- Caídas de andamios o escaleras.
- Caídas por huecos de ventilación no cerrados.
- Golpes o cortes con herramientas.
- Electrocuciiones por contactos de antenas o elementos captadores con líneas de alta o baja tensión que discurran sobre la cubierta.
- Electrocuciiones por contactos directos con líneas de energía o directos o indirectos con pequeña maquinaria.
- Lesiones, pinchazos o cortes en manos y pies.

Especial cuidado y atención debe tenerse cuando se realicen trabajos de mantenimiento o sustitución de los elementos inicialmente instalados ya que puede haber cambios en los elementos de entorno, una vez realizada la instalación inicial que obliguen o aconsejen la toma de precauciones adicionales.

#### *3.2.3.3.4. Riesgos debidos a las instalaciones eléctricas en los cuadros domóticos.*

La instalación eléctrica en los cuadros domóticos consiste en:

- Canalización directa desde el cuadro de contadores hasta el cuadro de protección eléctrica.
- Instalación del cuadro de protección con las protecciones correspondientes.
- Montaje en el interior del mismo los interruptores magnetotérmicos y diferenciales.
- Instalación de alumbrado normal y de emergencia.
- Montaje de la red de alimentación de los equipos que así lo requieran.

Los riesgos específicos de la actividad a realizar son:

- Caída de andamios o escaleras.
- Golpes o cortes con herramientas.
- Electrocuciiones por contactos directos con líneas de energía o directos o indirectos con pequeña maquinaria.
- Lesiones, pinchazos y cortes en manos y pies.

#### *3.2.3.4. MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN*

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, podrá determinar medidas de prevención y protección complementarias cuando aparezcan elementos o situaciones atípicas, que así lo requieran.

#### *3.2.3.5. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN*

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose a su término y su uso nunca presentará un riesgo en sí mismo.

Serán desechadas y repuestas de inmediato todas las prendas o equipos de protección:

- Cuando, por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una prenda o equipo se repondrá inmediatamente, con independencia de la duración prevista o de la fecha de entrega.
- Cuando hayan sufrido un trato límite, es decir el máximo para el que fue concebido.
- Cuando, por su uso, hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante.

#### 3.2.3.5.1. *Protecciones personales*

Todos los elementos de protección personal deberán:

- Cumplir el RD 773/97.
- Disponer de la marca CE.
- Ajustar a las normas de homologación MT, del Ministerio de Trabajo (OM 17/05/74) BOE 29/05/74.

Cuando no exista norma de homologación publicada para un producto o prenda, esta será de la calidad adecuada a las prestaciones para las cuales ha sido diseñada.

#### 3.2.3.5.2. *Protecciones colectivas*

Las generales de aplicación a la obra de edificación serán enumeradas en el estudio básico de seguridad y salud de la obra.

### 3.2.3.6. *PROTECCIONES PARTICULARES*

El material específico para esta instalación, con independencia de que sea aportado por la obra general o por el contratista, deberá satisfacer las siguientes condiciones:

#### 3.2.3.6.1. *Plataformas de trabajo*

Tendrán como mínimo 60 cm de ancho y las situadas a más de 2 m del suelo estarán dotadas de barandillas a 90 cm de altura, listón intermedio y rodapié. No se utilizarán como lugares de acopio de materiales.

### 3.2.3.6.2. *Escaleras de mano*

- Deberán ir provistas de zapatas antideslizantes, estarán sujetas para evitar su caída.
- Deberán sobrepasar en 1 m la altura a salvar y no ser de altura superior a 3 m.
- La separación entre la pared y la base debe ser igual a  $\frac{1}{4}$  de la altura total.
- En caso de ser de tijera deben tener zapatas antideslizantes y tirantes.
- Si son de madera deberán estar compuestas de largueros de una sola pieza y con peldaños ensamblados, nunca clavados.

### 3.2.3.6.3. *Andamios de borriquetas*

Tendrán una altura máxima de 1,5 m y la plataforma de trabajo estará compuesta de tres tablones perfectamente unidos entre sí, habiéndose comprobado, previo a su ensamblaje, que no contengan clavos y que se hallen en buenas condiciones. La distancia entre apoyos no debe sobrepasar los 3,5 m.

### 3.2.3.7. *SERVICIOS DE PREVENCIÓN*

Serán los generales de la obra sin que sea necesario establecer ninguno específico para la obra de instalación del sistema domótico.

### 3.2.3.8. *COMITÉ DE SEGURIDAD E HIGIENE*

Será el de la obra sin que sea necesario establecer ninguno específico para la obra de instalación del sistema domótico.

### 3.2.3.9. *INSTALACIONES MÉDICAS*

Serán las generales de la obra sin que sea necesario establecer ninguna específica para la obra de instalación del sistema domótico.

### 3.2.3.10. *INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR*

Serán las generales de la obra sin que sea necesario establecer ninguna específica para la obra de instalación del sistema domótico.

### 3.2.3.11. *PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE*

Será el general de la obra al cual se incorporará este estudio específico de la instalación del sistema domótico.

En Castelldefels, a 5 de septiembre de 2006

**Fdo: Guillermo Calero González**

**Ingeniero Tec. de Telecomunicaciones**

**Colegiado nº**

### 3.3. PRESUPUESTO HOGAR DIGITAL

| <b>1. Partida Sistema EIB Marca: JUNG Ibérica</b>                               |                   |  |          |            |                   |
|---|-------------------|--|----------|------------|-------------------|
| <b>Nº</b>   | <b>Referencia</b> | <b>Descripción</b>                               | <b>U</b> | <b>€/u</b> | <b>Subtotal</b>   |
| 1.1   | EIB Cable         | Metro lineal de cable EIB                        | 1000     | 0,60 €     | 600,00 €          |
| 1.2   | 2002 REG          | Fuente Alimentación 640 mA con filtro            | 4        | 314,00 €   | 628,00 €          |
| 1.3   | DAS 4512          | Bateria acumuladora                              | 8        | 79,33 €    | 634,64 €          |
| 1.4   | 2141 REG          | Acoplador Línea/ Área                            | 4        | 330,20 €   | 1.320,80 €        |
| 1.5   | 2130 USB REG      | Módulo comunicación Carril DIN                   | 2        | 206,00 €   | 412,00 €          |
| 1.6   | 2050 RT SW        | Terminales conexión                              | 100      | 1,06 €     | 106,00 €          |
| <b>Total:</b>   |                   |  |          |            | <b>3.701,44 €</b> |
| <b>2. Partida Iluminación - Accionamiento y Regulación. Marca: JUNG Ibérica</b> |                   |  |          |            |                   |
| <b>Nº</b>   | <b>Referencia</b> | <b>Descripción</b>                               | <b>U</b> | <b>€/u</b> | <b>Subtotal</b>   |
| 2.1   | 2134.16 REG       | Actuador 4 Salidas, 16 A EIB.                    | 2        | 320,85 €   | 641,70 €          |
| 2.2   | 2116.10 REG       | Actuador 16 Canales, 230V, Carril DIN            | 2        | 600,30 €   | 1.200,60 €        |
| 2.3   | 3602 REG          | Actuador Dimmer Universal 210W., con 2 Salidas   | 2        | 370,20 €   | 740,40 €          |
| 2.4   | 2090 REG          | Regulador Fluorescente Carril DIN EIB            | 2        | 208,77 €   | 417,54 €          |
| 2.5   | 2071.01 LED       | Pulsador con acoplador, 1 Fase EIB               | 76       | 51,40 €    | 3.906,40 €        |
| 2.6   | 2071.02 LED       | Pulsador fijación media, con acoplador de 1 Fase | 6        | 57,60 €    | 345,80 €          |
| 2.7   | LS 981 WW         | Marco simple metal                               | 82       | 1,47 €     | 120,54 €          |
| 2.8   | LS 990 KO 5 WW    | Tecla control Visor estrecho Metal               | 82       | 4,20 €     | 344,40 €          |
| <b>Total:</b>   |                   |  |          |            | <b>7.717,18 €</b> |
| <b>3. Partida Cortinas, Persianas y Toldos. Sistema EIB Marca: JUNG Ibérica</b> |                   |  |          |            |                   |
| <b>Nº</b>   | <b>Referencia</b> | <b>Descripción</b>                               | <b>U</b> | <b>€/u</b> | <b>Subtotal</b>   |
| 3.1   | 2202 REG          | Actuador Persianas 2 Canales EIB                 | 2        | 204,50 €   | 409,00 €          |
| 3.2   | 2204 REGH         | Actuador Persianas, 4 Canales MAN y LED          | 6        | 286,90 €   | 1.721,40 €        |
| 3.3   | 2071.02 LED       | Pulsad. Fijac. Media, Con acoplador de 1 Fase    | 30       | 57,60 €    | 1.728,00 €        |
| 3.4   | LS 981 WW         | Marco simple metal                               | 30       | 1,47 €     | 44,10 €           |
| 3.5   | LS 990 KO 5 WW    | Tecla control visor estrecho Metal               | 30       | 4,20 €     | 126,00 €          |
| 3.6   | 2132.16 REG       | Actuador de 2 Salidas 16 A EIB                   | 2        | 240,00 €   | 480,00 €          |
| <b>Total:</b>   |                   |  |          |            | <b>4.508,50 €</b> |

| <b>4. Partida Detectores de Movimiento. Sistema EIB Marca: JUNG Ibérica</b> |               |                                      |    |          |                   |
|---|---------------|--------------------------------------|----|----------|-------------------|
| Nº  | Referencia    | Descripción                          | U  | €/u      | Subtotal          |
| 4.1   | LS 3180-1 AWW | Detector 180° Confort LS 990 Metal   | 12 | 107,95 € | 1.295,40 €        |
| 4.2   | LS 981 WW     | Marco simple metal                   | 12 | 1,47 €   | 17,64 €           |
| 4.3   | 2070 U        | Acoplador de Bus empotrable          | 12 | 69,20 €  | 830,40 €          |
| <b>Total:</b>   |               |                                      |    |          | <b>2.143,44 €</b> |
| <b>5. Partida Detectores de Presencia. Sistema EIB Marca: JUNG Ibérica</b>  |               |                                      |    |          |                   |
| Nº  | Referencia    | Descripción                          | U  | €/u      | Subtotal          |
| 5.1   | 3360-1        | Detector EIB de techo Confort        | 18 | 129,60 € | 2.332,80 €        |
| 5.2   | 2070 U        | Acoplador de bus empotrable          | 18 | 69,20 €  | 1.245,60 €        |
| 5.3   | PM-KAPPE      | Caja de superficie detector de techo | 18 | 8,44 €   | 151,92 €          |
| <b>Total:</b>   |               |                                      |    |          | <b>3.730,32 €</b> |
| <b>6. Partida Control de Clima. Sistema EIB Marca: JUNG Ibérica</b>         |               |                                      |    |          |                   |
| Nº  | Referencia    | Descripción                          | U  | €/u      | Subtotal          |
| 6.1   | 2132.16 REG   | Actuador 2 Salidas 16 A. EIB         | 2  | 240,00 € | 480,00 €          |
| 6.2   | 2116.10 REG   | Actuador 16 Canales 230V Carril DIN  | 2  | 600,30 € | 1.200,60 €        |
| 6.3   | RCD 2021 WW   | Termostato digital 3 Fases LS Metal  | 18 | 266,20 € | 4.791,60 €        |
| 6.4   | 2176 SV       | Cabezal de mando continuo PI         | 18 | 191,25 € | 3.442,50 €        |
| 6.4   | LS 982 WW     | Marco doble metal                    | 18 | 2,51 €   | 45,18 €           |
| <b>Total:</b>   |               |                                      |    |          | <b>9.959,88 €</b> |
| <b>7. Partida Via Radio. Sistema EIB Marca: JUNG Ibérica</b>                |               |                                      |    |          |                   |
| Nº  | Referencia    | Descripción                          | U  | €/u      | Subtotal          |
| 7.1   | 48 KFH        | Mando a distancia Confort            | 2  | 94,15 €  | 188,30 €          |
| 7.2   | 2700 AP       | Interfase vía RADIO / EIB            | 2  | 526,30 € | 1.052,60 €        |
| <b>Total:</b>   |               |                                      |    |          | <b>1.240,90 €</b> |
| <b>8. Partida Escenas. Sistema EIB Marca: JUNG Ibérica</b>                  |               |                                      |    |          |                   |
| Nº  | Referencia    | Descripción                          | U  | €/u      | Subtotal          |
| 8.1   | LS 2094 LZ WW | Teclado escenas Lumin. LS 990 Metal  | 2  | 106,50 € | 213,00 €          |
| 8.2   | 2070 U        | Acoplador de bus empotrable          | 2  | 69,20 €  | 138,40 €          |
| 8.3   | LS 981 WW     | Marco simple metal                   | 2  | 1,47 €   | 2,94 €            |
| <b>Total:</b>   |               |                                      |    |          | <b>354,34 €</b>   |

| <b>9. Partida Bluetooth. Sistema EIB Marca: JUNG Ibérica</b>                       |                     |   |   |            |                    |
|--|---------------------|---|---|------------|--------------------|
| Nº   | Referencia          | Descripción   | U | €/u        | Subtotal           |
| 9.1  | ESBG2041 WW         | Interfase EIB-KNX / Bluetooth, LS 990 Metal         | 2 | 522,70 €   | 1045,40 €          |
| 9.2  | ES 981 WW           | Marco Simple Metal                                  | 2 | 2,94 €     | 5,88 €             |
| <b>Total:</b>  |                     |   |   |            | <b>1.051,28 €</b>  |
| <b>10. Partida Minipanel de Visual. y Gestión. Sistema EIB Marca: JUNG Ibérica</b> |                     |   |   |            |                    |
| Nº   | Referencia          | Descripción   | U | €/u        | Subtotal           |
| 10.1   | MT 701              | Mini panel versión nueva y nuevo software           | 2 | 958,83 €   | 1.917,66 €         |
| 10.2   | R 24 AL             | Marco de aluminio para Mini Panel                   | 2 | 23,85 €    | 47,70 €            |
| <b>Total:</b>  |                     |   |   |            | <b>1.965,36 €</b>  |
| <b>11. Partida Central de Alarmas. Sistema EIB Marca: JUNG Ibérica</b>             |                     |   |   |            |                    |
| Nº   | Referencia          | Descripción   | U | €/u        | Subtotal           |
| 11.1   | CA-96-IC            | Central de Alarmas IP con Teclado p/zona EIB        | 2 | 760,73 €   | 1.521,46 €         |
| 11.2   | EIB-IC              | Interfase EIB Central Alarmas IP                    | 2 | 206,47 €   | 412,94 €           |
| 11.3   | GPRS-IC             | Módulo GPRS para Central Alarmas IP con Antena      | 2 | 248,16 €   | 496,32 €           |
| 11.4   | CA-SOFT-IC          | Software de programación para Central de Alarmas IP | 2 | 232,28 €   | 464,56 €           |
| <b>Total:</b>  |                     |   |   |            | <b>2.895,28 €</b>  |
| <b>12. Partida Pantalla Táctil. Sistema EIB Marca: JUNG Ibérica</b>                |                     |   |   |            |                    |
| Nº   | Referencia          | Descripción   | U | €/u        | Subtotal           |
| 12.1   | GP2500-TC41-24V-EIB | Pantalla Táctil, 10,4", Color TFT                   | 4 | 3.450,00 € | 13.800,00 €        |
| <b>Total:</b>  |                     |   |   |            | <b>13.800,00 €</b> |
| <b>13. Partida Estación Meteorológica. Sistema EIB Marca: JUNG Ibérica</b>         |                     |   |   |            |                    |
| Nº   | Referencia          | Descripción   | U | €/u        | Subtotal           |
| 13.1   | 2114 REG W          | Estación Meteorológica de 4 entradas, Carril DIN    | 2 | 586,00 €   | 1.172,00 €         |
| 13.2   | WS 10 H             | Sensor de Luminosidad para Estación Meteorológica   | 2 | 111,20 €   | 222,40 €           |
| 13.3   | WS 10 HT            | Transformador Calefactor Sensores Meteorológicos    | 2 | 106,20 €   | 212,40 €           |
| 13.4   | WS 10 R             | Sensor de Lluvia para Estación Meteorológica        | 2 | 242,60 €   | 485,20 €           |
| 13.5   | WS 10 T             | Sensor Temperatura Para Estación Meteorológica      | 2 | 117,60 €   | 235,20 €           |
| 13.6   | WS 10 W             | Sensor de Viento para Estación Meteorológica        | 2 | 385,00 €   | 770,00 €           |
| <b>Total:</b>  |                     |   |   |            | <b>3.097,20 €</b>  |

| <b>14. Partida Alarmas Técnicas Sistema EIB Marca: JUNG Ibérica</b>               |                   |   |          |            |                   |
|---|-------------------|---|----------|------------|-------------------|
| <b>Nº</b>   | <b>Referencia</b> | <b>Descripción</b>                        | <b>U</b> | <b>€/u</b> | <b>Subtotal</b>   |
| 14.1  | AE085/R220        | Detector Autónomo de Humo A 230V          | 16       | 72,45 €    | 1.159,20 €        |
| 14.2  | AE80/G8R          | Detector de Gas A 230V                    | 4        | 71,31 €    | 285,24 €          |
| 14.3  | AE98/INS          | Sondas para Detector de Inundación 230 V  | 6        | 8,10 €     | 48,60 €           |
| 14.4  | AE98/IN220        | Detector de Inundación A 230 V.           | 6        | 53,45 €    | 320,70 €          |
| 14.5  | 2076-2-T          | Entrada binaria compacta de 2 Canales EIB | 2        | 50,35 €    | 100,70 €          |
| 14.6  | 2076-4-T          | Entrada binaria compacta de 4 Canales EIB | 6        | 90,10 €    | 540,60 €          |
| 14.7  | 2132.16 REG       | Actuador de 2 Salidas 16 A. EIB           | 2        | 240,00 €   | 480,00 €          |
| <b>Total:</b>   |                   |   |          |            | <b>2.935,04 €</b> |
| <b>15. Partida Control de puertas y ventanas. Sistema EIB Marca: JUNG Ibérica</b> |                   |   |          |            |                   |
| <b>Nº</b>   | <b>Referencia</b> | <b>Descripción</b>                        | <b>U</b> | <b>€/u</b> | <b>Subtotal</b>   |
| 15.1  | 2076-4-T          | Entrada Binaria Compacta, 4 Canales, EIB  | 10       | 90,10 €    | 901,00 €          |
| 15.2  | FUS 4410 WW       | Contacto Magnético                        | 22       | 18,40 €    | 404,80 €          |
| 15.3  | FUS 4415 WW       | Sensor de rotura de Cristales             | 18       | 24,50 €    | 441,00 €          |
| <b>Total:</b>   |                   |   |          |            | <b>1.606,80 €</b> |
| <b>16. Partida Riego. Sistema EIB Marca: JUNG Ibérica</b>                         |                   |   |          |            |                   |
| <b>Nº</b>   | <b>Referencia</b> | <b>Descripción</b>                        | <b>U</b> | <b>€/u</b> | <b>Subtotal</b>   |
| 16.1  | 2154 REG          | Programador anual 4 Canales EIB           | 2        | 330,20 €   | 660,40 €          |
| 16.2  | 2134.16 REG       | Actuador 4 Salidas, 16 A EIB.             | 2        | 320,85 €   | 641,70 €          |
| <b>Total:</b>   |                   |   |          |            | <b>1.302,10 €</b> |

| <b>17. Partida Control IP. Sistema EIB Marca: JUNG Ibérica</b> |  |  |     |            |                    |
|--|--|--|-----|------------|--------------------|
| Nº   | Referencia   | Descripción  | U   | €/u        | Subtotal           |
| 17.1   | IPZ 1000 REG   | Central IP DIN-8 M. EIB                              | 2   | 945,00 €   | 1.990,00 €         |
| 17.2   | PROG IP  | Programación Central IP                              | 2   | 300,00 €   | 600,00 €           |
| <b>Total:</b>  |  |  |     |            | <b>2.590,00 €</b>  |
| <b>18. Partida Vídeo-Vigilancia</b>                            |  |  |     |            |                    |
| Nº   | Referencia   | Descripción  | U   | €/u        | Subtotal           |
| 18.1   | S130750  | Grabador Servidor Web de vídeo FlexWatch 5440.       | 2   | 1.557,62€  | 3.115,24 €         |
| 18.2   | S130275  | Cámara color de visión nocturna 60m                  | 2   | 252,36€    | 504,72€            |
| 18.3   | S130295  | Cámara color alta resolución con infrarrojos en DOMO | 6   | 141,26€    | 847,56 €           |
| <b>Total:</b>  |  |  |     |            | <b>4.467,52 €</b>  |
| <b>19. Partida dispositivos de Red Ethernet</b>                |  |  |     |            |                    |
| Nº   | Referencia   | Descripción  | U   | €/u        | Subtotal           |
| 19.1   | S160221  | Modulador de audio y vídeo MEGAVIDEO 55.             | 2   | 114,85 €   | 229,70 €           |
| 19.2   | 3C16475B5  | 3COM Switch BASELINE 2226 Plus                       | 2   | 224,40€    | 448,80 €           |
| 19.4   | 3CRWE776075-ME   | Punto de acceso Wireless 3COM 7760                   | 2   | 162,00 €   | 324,00 €           |
| 19.5   | RS 326-95505   | SAI 2kVA Elite en línea                              | 2   | 2.780,40   | 5.560,80 €         |
| 19.6   | HD-235   | Pasarela residencial HogarDigital                    | 2   | 1.950,00 € | 3.900,00 €         |
| <b>Total:</b>  |  |  |     |            | <b>10.463,30 €</b> |
| <b>20. Partida Megafonia</b>                                   |  |  |     |            |                    |
| Nº   | Referencia   | Descripción  | U   | €/u        | Subtotal           |
| 20.1   | RS 330-7477  | Amplificador de 35W PA 935                           | 2   | 193,96 €   | 387,92 €           |
| 20.2   | RS 5059006   | Altavoz para techo de 6W 8Ω                          | 10  | 83,93 €    | 839,30 €           |
| 20.3   | RS 240-6270  | Cable altavoz 129/0.15mm                             | 200 | 190,24 €   | 380,48 €           |
| 20.4   | 2134.16 REG  | Actuador 4 Salidas, 16 A EIB. JUNG Ibérica           | 2   | 320,85 €   | 641,70 €           |
| <b>Total:</b>  |  |  |     |            | <b>2.249,40 €</b>  |
| <b>21. Partida Montaje, programación y puesta en marcha</b>    |  |  |     |            |                    |
| Nº   | Descripción  |  |     |            | Subtotal           |
| 21.1   | Cableado de la red Ethernet, sistema EIB y red eléctrica ininterrumpida.   |  |     |            | 4.800,00 €         |
| 21.2   | Montaje de los dispositivos EIB y Ethernet así como su conexionado.  |  |     |            | 3.600,00 €         |
| 21.3   | Montaje y cableado del armario de red  |  |     |            | 960,00 €           |
| 21.4   | Programación de todo el sistema EIB (Pasarela residencial, pantallas táctiles, central de alarmas, etc.), y configuración de los dispositivos ethernet (Router ADSL, Switch, Grabador Servidor Web de vídeo, etc.,). |  |     |            | 20.000,00 €        |
| 21.5   | Puesta en marcha de la instalación   |  |     |            | 4.400,00 €         |
| <b>Total:</b>  |  |  |     |            | <b>33.760,00 €</b> |

| <b>PARTIDA POR VIVIENDA</b>   | <b>PRECIO</b>       |
|---|---------------------|
| 1. Partida Sistema EIB Marca: JUNG Ibérica                                  | 3.701,44 €          |
| 2. Partida Iluminación - Accionamiento y Regulación. Marca: JUNG Ibérica    | 7.717,18 €          |
| 3. Partida Cortinas, Persianas y Toldos. Sistema EIB Marca: JUNG Ibérica    | 4.508,50 €          |
| 4. Partida Detectores de Movimiento. Sistema EIB Marca: JUNG Ibérica        | 2.143,44 €          |
| 5. Partida Detectores de Presencia. Sistema EIB Marca: JUNG Ibérica         | 3.730,32 €          |
| 6. Partida Control de Clima. Sistema EIB Marca: JUNG Ibérica                | 9.959,88 €          |
| 7. Partida Vía Radio. Sistema EIB Marca: JUNG Ibérica                       | 1.240,90 €          |
| 8. Partida Escenas. Sistema EIB Marca: JUNG Ibérica                         | 354,34 €            |
| 9. Partida Bluetooth  | 1.051,28 €          |
| 10. Partida Minipanel de Visual. y Gestión. Sistema EIB Marca: JUNG Ibérica | 1.956,36 €          |
| 11. Partida Central de Alarmas. Sistema EIB Marca: JUNG Ibérica             | 2.895,28 €          |
| 12. Partida Pantalla Táctil. Sistema EIB Marca: JUNG Ibérica                | 13.800,00 €         |
| 13. Partida Estación Meteorológica. Sistema EIB Marca: JUNG Ibérica         | 3.097,20 €          |
| 14. Partida Alarmas Técnicas Sistema EIB Marca: JUNG Ibérica                | 2.935,04 €          |
| 15. Partida Control de puertas y ventanas. Sistema EIB Marca: JUNG Ibérica  | 1.606,80 €          |
| 16. Partida Riego   | 1.302,10 €          |
| 17. Partida Control IP  | 2.590,00 €          |
| 18. Partida Vídeo-Vigilancia  | 4.467,52 €          |
| 19. Partida dispositivos de Red Ethernet                                    | 10.463,30 €         |
| 20. Partida Megafonía   | 2.249,40 €          |
| 21. Partida Montaje instalación   | 33.760,00 €         |
| <b>SUMA:</b>  | <b>115.530,28 €</b> |
| <b>IVA 7%:</b>  | <b>8.087,12 €</b>   |
| <b>TOTAL:</b>   | <b>123.617,40 €</b> |

El presente proyecto de Hogar Digital para las viviendas unifamiliares adosadas al edificio asciende a la cantidad de CIENTO VEINTITRES MIL SEISCIENTOS DIECISIETE euros CON CUARENTA céntimos.

Castelldefels, 5 de septiembre de 2006

Fdo.: Guillermo Calero González  
Ingeniero de Telecomunicaciones  
Colegiado nº: xxxx

### **3.4. INSTRUCCIÓN ICT-BT-51 DEL R.E.B.T.**

A continuación se presenta la nueva instrucción ICT-BT-51 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, correspondiente al RD 842/2002 publicada el 2 de agosto de 2002 y que entró en vigor el 18 de septiembre de 2003. Esta lleva por título: “Instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios”.

#### **3.4.1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

Esta instrucción establece los requisitos específicos de la instalación de los sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios, también conocidos como sistemas domóticos.

El campo de aplicación comprende las instalaciones de aquellos sistemas que realizan una función de automatización para diversos fines, como gestión de la energía, control y accionamiento de receptores de forma centralizada o remota, sistemas de emergencia y seguridad de edificios, entre otros, con excepción de aquellos sistemas independientes e instalados como tales, que puedan ser considerados en su conjunto como aparatos, por ejemplo, los sistemas de elevación de puertas, persianas, toldos, cierres comerciales, sistemas de regulación de climatización, redes privadas independientes para transmisión de datos exclusivamente y otros aparatos, que tienen requisitos específicos recogidos en las directivas europeas aplicables conforme a lo establecido en el artículo 6 del Reglamento Electrotécnico para baja tensión.

Quedan excluidas también las instalaciones de redes comunes de telecomunicaciones en el interior de los edificios y la instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones a los que se refiere el Reglamento de Infraestructura Común de Telecomunicaciones (I.C.T.) aprobado por el RD 401/2003.

Igualmente están excluidos los sistemas de seguridad reglamentados por el Ministerio del Interior y Sistemas de Protección contra Incendios, reglamentados por el Ministerio de Fomento (NBE-CPI) y el Ministerio de Industria y Energía (RIPCI).

No obstante las instalaciones excluidas anteriormente, cuando formen parte de un sistema más complejo de automatización, gestión de la energía o seguridad de viviendas o edificios, se les aplicarán los requisitos de la presente instrucción además los requisitos específicos reglamentarios correspondientes.

### 3.4.2. TERMINOLOGÍA

**Sistemas de Automatización, Gestión de la Energía y Seguridad para Viviendas y Edificios:** Son aquellos sistemas centralizados o descentralizados, capaces de recoger información proveniente de unas entradas (sensores o mandos), procesarla y emitir órdenes a unos actuadores o salidas, con el objeto de conseguir confort, gestión de la energía o la protección de personas, animales y bienes.

Estos sistemas pueden tener la posibilidad de accesos a redes exteriores de comunicación, información o servicios, como por ejemplo, red telefónica conmutada, servicios Internet, etc.

**Nodo:** Cada una de las unidades del sistema capaces de recibir y procesar información comunicando, cuando proceda con otras unidades o nodos, dentro del mismo sistema.

**Actuador:** Es el dispositivo encargado de realizar el control de algún elemento del sistema, como por ejemplo, electroválvulas para el suministro de agua, gas, etc., motores para la apertura y cierre de persianas, puertas, etc., sistemas de alarma, reguladores de luz, etc.

**Dispositivo de entrada:** Sensor, mando a distancia, teclado u otro dispositivo que envía información al nodo.

Los elementos definidos anteriormente pueden ser independientes o estar combinados en una o varias unidades distribuidas.

**Sistemas centralizados:** Sistema en el cual todos los componentes se unen a un nodo central que dispone de funciones de control y mando.

**Sistema descentralizado:** Sistema en que todos sus componentes comparten la misma línea de comunicación, disponiendo cada uno de ellos de funciones de control y mando.

### 3.4.3. TIPOS DE SISTEMAS

Los sistemas de Automatización, Gestión de la energía y Seguridad considerados en el presente proyecto, se clasifican en los siguientes grupos:

- Sistemas que usan en todo o parte señales que se acoplan y transmiten por la instalación eléctrica de Baja Tensión, tales como sistemas de corrientes portadoras.
- Sistemas que usan en todo o en parte señales transmitidas por cables específicos para dicha función, tales como cables de pares trenzados, paralelo, coaxial, fibra óptica.

- Sistemas que usan señales radiadas, tales como ondas de infrarrojo, radiofrecuencia, ultrasonidos, o sistemas que se conectan a la red de telecomunicaciones.

Un sistema domótico puede combinar varios de los sistemas anteriores, debiendo cumplir con los requisitos aplicables en cada parte del sistema. La topología de la instalación puede ser de distintos tipos, tales como, anillo, árbol, bus o lineal, estrella o combinaciones de éstas.

#### **3.4.4. REQUISITOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN**

Todos los nodos, actuadores y dispositivos de entrada deben cumplir, una vez instalados, los requisitos de Seguridad y Compatibilidad Electromagnética que le sean de aplicación, conforme a lo establecido en la legislación nacional que desarrolla la Directiva de Baja tensión (73/23/CCE) y la Directiva de Compatibilidad Electromagnética (89/336/CCE). En el caso de que estén incorporados en otros aparatos se atenderán, en lo que sea aplicable, a los requisitos establecidos para el producto o productos en los que vayan integrados.

Todos los nodos, actuadores y dispositivos de entrada que se instalen en el sistema, deberán incorporar instrucciones o referencias a las condiciones de instalación y uso que deban cumplirse para garantizar la seguridad y compatibilidad electromagnética de la instalación, como por ejemplo, tipos de cable a utilizar, aislamiento mínimo, apantallamientos, filtros y otras informaciones relevantes para realizar la instalación. En el caso de que no se requieran condiciones especiales de instalación, esta circunstancia deberá indicarse expresamente en las instrucciones.

Dichas instrucciones se incorporarán en el proyecto o memoria técnica de diseño, según lo establecido en la ITC-BT-04.

Toda instalación nueva, modificada o ampliada de un sistema de automatización, gestión de la energía y seguridad deberá realizarse conforme a lo establecido en la presente instrucción y lo especificado en las instrucciones del fabricante, anteriormente citadas.

Lo relativo a la Compatibilidad Electromagnética, las emisiones voluntarias de señal, conducidas o radiadas, producidas por las instalaciones domóticas para su funcionamiento, serán conformes a las normas armonizadas aplicables y, en ausencia de tales normas, las señales voluntarias emitidas en ningún caso superan los niveles de inmunidad establecidos en las normas aplicables a los aparatos que se prevea puedan ser instalados en el entorno del sistema, según el ambiente electromagnético previsto.

Cuando el sistema domótico esté alimentado por muy baja tensión o la interconexión entre nodos y dispositivos de entrada este realizada en muy baja

tensión las instalaciones e interconexiones entre dichos elementos seguirán lo indicado en la ITC-BT-36.

Para el resto de los casos, se seguirán los requisitos de instalación aplicables a las tensiones ordinarias.

### **3.4.5. CONDICIONES PARTICULARES DE INSTALACIÓN**

Además de las condiciones generales establecidas en el apartado anterior, se establecen los siguientes requisitos particulares:

#### *3.4.5.1. REQUISITOS PARA SISTEMAS QUE USAN SEÑALES QUE SE ACOPLAN Y TRANSMITEN POR LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN*

Los nodos que inyectan en la instalación de baja tensión señales de 3 kHz hasta 148,5 kHz cumplirán lo establecido en la norma UNE-EN 50.065 -1 en lo relativo a compatibilidad electromagnética. Para el resto de frecuencias se aplicará la norma armonizada en vigor y en su defecto se aplicará lo establecido en el apartado 3.3.5.

#### *3.4.5.2. REQUISITOS PARA SISTEMAS QUE USAN SEÑALES TRANSMITIDAS POR CABLES ESPECÍFICOS PARA DICHA FUNCIÓN*

Sin perjuicio de los requisitos que los fabricantes de nodos, actuadores o dispositivos de entrada establezcan para la instalación, cuando el circuito que transmite la señal transcurra por la misma canalización que otro de baja tensión, el nivel de aislamiento de los cables del circuito de señal será equivalente a la de los cables del circuito de baja tensión adyacente, bien en un único o en varios aislamientos.

Los cables coaxiales y los pares trenzados usados en la instalación serán de características equivalentes a los cables de las normas de la serie EN 61.196 y CEI 60.189-2.

#### *3.4.5.3. REQUISITOS PARA SISTEMAS QUE USAN SEÑALES RADIADAS*

Adicionalmente, los emisores de los sistemas que usan señales de radiofrecuencia o señales de telecomunicación, deberán cumplir la legislación nacional vigente del “Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias de Ordenación de las Telecomunicaciones”: