

**Proyecto:  
IPTV Consell**



Alumno: Fco. Javier Palmer Padilla  
Primer semestre 2014/2015  
Universitat Oberta de Catalunya

## Contenido

Resumen: .....	7
Summary.....	8
Capítulo 1 .....	9
1.1 Justificación del tema: .....	9
1.2 Formulación del problema:.....	9
1.3 DAFO: .....	10
1.4 Objetivos:.....	10
1.5 Los resultados potenciales:.....	11
1.6 Esquema del proyecto:.....	11
Capítulo 2: .....	13
2.1 Estado del arte IPTV: .....	13
2.2 Estado del Arte GPON: .....	14
2.2.1 Las tecnologías y protocolos utilizados por las redes GPON.....	16
2.2.2 Recomendaciones UIT G.984.x.....	17
2.2.3 Características Técnicas. ....	18
2.4 Estado del arte de las fibras ópticas:.....	20
Capítulo 3 .....	21
3.1 Sobre Consell:.....	21
3.1.1 TDT .....	22
3.1.2 Fibra óptica:.....	22
3.2 Proyecto:.....	23
3.3 Protocolos y tecnología: .....	25
3.3.1 Señal de televisión:.....	25
3.3.2 Codificación de video:.....	26
3.3.3 Medios físicos:.....	27

3.4 Comparación de tecnologías.....	29
3.4.1 Comparación de codificación de video: .....	29
3.4.2 Comparación de medios físicos:.....	30
3.5 Análisis y elección.....	30
3.6 Dispositivos IPTV: .....	31
3.6.1 Dispositivos de captación y generación de señal: .....	32
3.6.2 Conversión e inyección de señal: .....	32
3.6.3 Distribución de señal (IPTV) sobre Fibra Óptica:.....	32
3.6.4 Recepción de señal: .....	33
3.7 Distribución de la red. ....	33
Capítulo 4 .....	35
4.1 Cálculos de señal. ....	35
4.1.1 Formulas: .....	35
4.1.2 Calculo del peor caso:.....	36
4.1.3 Calculo del mejor caso: .....	37
4.2 Especificaciones Técnicas: .....	38
4.2.1 Antena:.....	38
4.2.2 Cabecera: .....	38
4.2.3 Conversor analógico/digital:.....	39
4.2.4 Codificador: .....	39
4.2.5 Conversor señal IP:.....	40
4.2.6 Conversor señal Ehternet/Fibra Óptica: .....	40
4.2.7 PAU: .....	41
4.2.8 Splitter: .....	41
4.2.9 OLT: .....	41
4.2.10 ONT:.....	42

4.2.11 STB:.....	43
4.2.12 Fibra Óptica: .....	43
Capítulo 5 .....	45
5.1 Presupuesto.....	45
5.1.1 Ritus.....	45
5.1.2 Red de distribución.....	46
5.1.3 Red doméstica.....	47
5.1.4 Zanjas.....	47
5.1.5 Cronograma de tiempo: .....	49
5.1.6 Coste humano: .....	50
5.1.7 Total:.....	51
5.2 Plan de viabilidad .....	51
5.2.1 Ingresos por los usuarios: .....	51
5.2.2 Ingresos por publicidad: .....	52
5.2.3 Ingresos por subvención: .....	52
5.2.4 Ingresos por servicios: .....	52
5.3 Calculo VAN .....	53
5.3.1 VAN 1.....	53
5.3.2 VAN 2.....	54
5.3.3 VAN Final .....	56
5.4 Alternativa coaxial.....	57
Capítulo 6 .....	60
6.1 Análisis requisitos.....	60
6.2 Certificación de red. ....	61
6.2.1 Pruebas a realizar:.....	62
6.2.2 Verificación del proyecto .....	64

Capítulo 7 .....	66
7.1 Futuro del proyecto.....	66
Conclusiones:.....	68
Anexo A Plan de contingencia Versión 1.0.....	71
1 Plan de contingencia:.....	71
1.1 Recursos materiales: .....	71
1.2 Personas implicadas en el cumplimiento del plan: .....	71
1.3 Responsabilidades de las personas. ....	71
2 Descripción:.....	72
3 Análisis de riesgos:.....	72
4 Costo corte del servicio: .....	73
5 Prioridades de recuperación: .....	74
6 Plan de respaldo:.....	75
6.1 Recinto de telecomunicaciones: .....	75
6.2 Red de distribución:.....	76
6.3 Dispositivos de recepción:.....	76
7 Plan de emergencia:.....	77
7.1 Recinto de telecomunicaciones: .....	77
7.1.1 Fallo suministro eléctrico: .....	77
7.1.2 Inundación: .....	77
7.1.3 Incendio: .....	78
7.1.4 Terremoto: .....	78
7.1.5 Otros: .....	79
7.1.6 Recinto estación:.....	79
7.1.7 Análisis: .....	79
7.2 Red de distribución:.....	79

7.3 Red doméstica: .....	80
8 Plan de recuperación:.....	80
8.1 Recinto de telecomunicaciones: .....	80
8.1.1 Análisis: .....	80
8.1.2 El recinto principal se puede recuperar de forma inmediata: .....	81
8.1.3 El recinto principal se puede recuperar tomando medidas correctoras: .....	81
8.1.4 El recinto principal no se puede recuperar de forma inmediata, pero si el recinto de BACKUP. ....	81
8.1.5 Ninguno de los dos recintos es recuperable de forma inmediata. ....	82
8.2 Red de distribución:.....	83
8.2.1 Corte de fibras: .....	83
8.2.2 Deterioro de fibra óptica:.....	83
8.3 Red doméstica: .....	84
8.4 Conclusión:.....	84
9 Tiempo de Recuperación objetivo:.....	85
10 Revisión y Mantenimiento del Plan de contingencia: .....	86
10.1 Documentos:.....	86
10.2 Acciones .....	87
11Aclaraciones: .....	87

## **Lista de Imágenes:**

- Imagen 1 ejemplo de red en árbol. pág. 13
- Imagen 2 Cobertura TDT. pág. 21
- Imagen 3 Mapa Consell. pág. 22
- Imagen 4 Red de distribución. pág. 34
- Imagen 5 Diagrama de radiación de la antena. pág. 38
- Imagen 6 Diagrama de codificador. pág. 40
- Imagen 7 Cronograma del proyecto. pág. 49
- Imagen 8 Diagrama de Gantt sobre el proyecto. pág. 49

## Lista de tablas:

Tabla 1 Análisis DAFO.	pág. 10
Tabla 2 Datos Consell.	pág. 21
Tabla 3 ancho de banda en red coaxial.	pág. 27
Tabla 4 Ventajas y desventajas de la codificación de video.	pág. 29
Tabla 5 Ventajas y desventajas de coaxial y fibra óptica.	pág. 30
Tabla 6 Especificaciones técnicas de la antena.	pág. 38
Tabla 7 Datos técnicos del transceiver.	pág. 41
Tabla 8 Datos técnicos OLT.	pág. 42
Tabla 9 Datos técnicos ONT.	pág. 42-43
Tabla 10 Información fibra óptica.	pág. 44
Tabla 11 Presupuesto ritu.	pág. 45
Tabla 12 Presupuesto distribución.	pág. 46
Tabla 13 Presupuesto red doméstica.	pág. 47
Tabla 14 Presupuesto zanjas.	pág. 48
Tabla 15 Presupuesto de trabajadores.	pág. 50
Tabla 16 Presupuesto Total.	pág. 51
Tabla 17 Calculo VAN a.	pág. 54
Tabla 18 calculo VAN b.	pág. 55
Tabla 19 calculo VAN c.	pág. 56
Tabla 20 Presupuesto coaxial.	pág. 58
Tabla 21 Presupuesto distribución coaxial.	pág. 58 59
Tabla 22 presupuesto total.	pág. 59

## Resumen:

El proyecto se ha solicitado para solventar el problema presentado al canal local, que aun emite en analógico, ante el apagón analógico, ya que a partir de ahora todas las emisiones se realizaran en digital, y los canales pequeños no tendrán canal asociado para poder emitir.

Para ello se ha creído conveniente crear una red de fibra óptica, ya que además el pueblo no cuenta con redes de nueva generación, para así además en un futuro poder ampliar el número de servicios. Sobre esta red daremos un servicio de TDT y el canal local sobre IPTV. Que consiste en la retransmisión de los canales en streaming en una red privada.

Además para realizar este trabajo se ha seleccionado la arquitectura GPON, redes de fibra óptica pasivas, no necesitan amplificadores en la red de distribución, que nos dan la posibilidad de llegar a velocidades superiores a 1 Giga, que como hemos

dicho anteriormente nos dará opción a prestar servicios en un futuro de Triple Play, teléfono, internet y televisión.

Por último se han estudiado todas las posibilidades para la instalación de la fibra óptica, mediante zanjas, microzanjas y por el alcantarillado.

En definitiva el proyecto se basa en trabajar IPTV sobre una red GPON.

## Summary

For this project has sought solve the problem with the local television channel, which broadcasts in analogical system, but in this moment has an analogical blackout. This causes that all channels must broadcast the signal in digital system. And the little local channels can't broadcast.

For this reason the project create an optical fiber network, other reason is the town has not a new generation network. This network will can new projects or options in the future. In this network can send TDT broadcast a local channel broadcast worked on IPTV. IPTV channels broadcast in streaming in a private network, this is the difference with streamming on internet.

In addition for realize the work the architecture selected is GPON, passive optical fiber network, it have not amplifiers in distribution network, this network arrive up to 1 Giga, this network may offer new services in the future, including a triple play, television, telephone and internet.

Ultimately it has been studied all possibilities for the installation the optical fiber, trenches, micro trenches and sewerage.

Definitely the project is based on IPTV and GPON network.



## Capítulo 1

En este capítulo se realizara la presentación del proyecto y del documento que vamos a realizar.

### 1.1 Justificación del tema:

Se ha seleccionado este tema para estudiar el funcionamiento de lo que se cree el futuro y presente de la televisión, o incluso de otros servicios mediante la instalación de una red de fibra óptica, que nos permita conexiones de más de 1 Giga. Resulta interesante conocer las alternativas, que se usan comúnmente en muchas ciudades, y como poder aplicarlas a entonos que no tienen la posibilidad de poseerla.

La relevancia es inmensa, aunque el proyecto solo estudia la retrasmisión de la televisión, puede ofrecernos la posibilidad de romper la brecha digital en algunas poblaciones, que por el interés de las compañías no ofrecen estos servicios a los ciudadanos, ampliando diariamente la brecha digital en las pequeñas poblaciones.

### 1.2 Formulación del problema:

El ayuntamiento de Consell y su televisión local, que emite martes, viernes y domingos, en el canal 56 UHF, nos han solicitado un proyecto para poder solucionar los problemas derivados del apagón analógico, lo cual impedirá emitir a dicha televisión.

El problema viene dado por la Ley 10-2005, Medidas urgentes para el impulso de la TDT y la liberación de la televisión por cable, que modificó el Real Decreto-Ley 1/1998, la ley obliga a la eliminación de todos los canales analógicos y la emisión en digital. El año siguiente, la Orden CTE/1077/2006, establece el procedimiento a seguir en las instalaciones colectivas de recepción de TDT. Por último, por mandato europeo el 1 de enero de 2015, se debe cumplir la liberación de las frecuencias de la banda de 790MHz a 862MHz en favor de la tecnología 4G. El Real Decreto 677/2014 define ayudas directas a RTVE y las TV autonómicas para adaptarse a estos cambios, pero no a las televisiones locales, que se ven condenadas a desaparecer.

### 1.3 DAFO:

Se realizara un análisis DAFO sobre el proyecto que se quiere plantear al ayuntamiento. El análisis DAFO permitirá analizar y encontrar las diferentes, debilidades, fortalezas, oportunidades y amenazas del proyecto.

<b>Debilidades</b>	<b>Fortalezas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coste elevado.</li> <li>- Dificultades técnicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proyecto innovador.</li> <li>- Pensar en futuras opciones.</li> <li>- Ofrecer buena relación calidad-precio.</li> <li>- Ayuda a la búsqueda de financiación.</li> <li>- Cesión de la red.</li> </ul>
<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- No existe una red de Fibra.</li> <li>- Necesidad social de mejorar la conexión.</li> <li>- Permitir mantener el canal local.</li> <li>- Subvenciones públicas.</li> <li>- Interés de empresas privadas.</li> <li>- La superficie a cubrir es reducida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Crisis económica.</li> <li>- Otra empresa, instale su fibra óptica.</li> <li>- Molestias de las obras.</li> <li>- Vecinos contrarios a la instalación.</li> </ul>

Tabla 1. Análisis DAFO

### 1.4 Objetivos:

- 1- Permitir la supervivencia y la retransmisión del canal local de Consell.
- 2- Crear una red de IPTV que permita después aplicar otras tecnologías o servicios.
- 3- Dotar al pueblo de una red neutra de fibra óptica.
- 4- Permitir al ayuntamiento utilizar la red de fibra óptica para otros proyectos, wifi municipal, cámaras ...

## **1.5 Los resultados potenciales:**

El resultado esperado del proyecto es la creación de una red de alta velocidad de nueva generación, basada en fibra óptica, y dar un servicio que permita mantener la televisión local en funcionamiento.

Al trabajar para un ayuntamiento, no se cree necesario un importante rendimiento económico, pero si un rendimiento que pueda beneficiar a la población. Aunque se buscaran soluciones y harán cálculos, para que el proyecto sea viable económicamente. Por lo que se busca que la nueva estructura pueda soportar nuevos servicios, y pueda interconectarse con otros sistemas.

Por ultimo parte del resultado es la formación para las personas que el ayuntamiento designara para mantener el servicio y la infraestructura en correcto funcionamiento, para así poder asegurar una independencia de la red, y el ayuntamiento pueda realizar con ella lo que desee.

## **1.6 Esquema del proyecto:**

El proyecto se dividirá en diferentes apartados, el primero se hará un análisis del estado del arte del proyecto, explicando el estado de actual de la temática y sus avances. En el siguiente apartado se explicara la solución seleccionada para el proyecto, en la cual se extenderá sobre el estudio de la situación actual de la población y la tecnología disponibles.

En el siguiente punto nos centraremos en el sistema GPON, Gigabit Passive Optical Network, red pasiva de fibra óptica con capacidad de Gigabit, ya que será el punto central del proyecto.

También se incluirá un apartado sobre la infraestructura necesaria y los dispositivos que serán necesarios para llevar a cabo el proyecto.

Se incluída un apartado con los cálculos de la señal, para confirmar que los dispositivos seleccionados y las condiciones son las necesarias para el correcto funcionamiento del proyecto. Para ello además se contara con un apartado que explicara las especificaciones técnicas.

Contaremos con un apartado económico, que se presentara el presupuesto, el cálculo del VAN del proyecto y una comparación con la alternativa coaxial.

Además se incluirá el análisis de los requisitos, la verificación del proyecto y la certificación de la red y por ultimo hablaremos sobre el futuro del proyecto y sus posibilidades.

Incluiremos el Anexos plan de contingencias.

## Capítulo 2:

En este capítulo se estudiarán las tecnologías que vamos a utilizar en el proyecto, además de realizar un análisis comparativo entre las diferentes tecnologías.

### 2.1 Estado del arte IPTV:

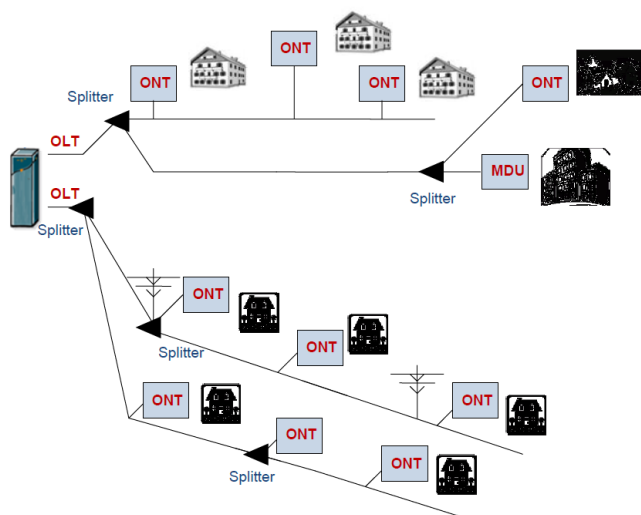
En este apartado se analizará el estado del arte IPTV (Internet Protocol Televisión). En estos momentos muchas compañías ISP (Internet Services Providers) están invirtiendo en esta tecnología, además de muchos investigadores.

Además esta tecnología suele ir asociada a los servicios triple play, televisión, teléfono e internet de alta velocidad, ya que usan la misma arquitectura.

Esta tecnología debe ofrecer una calidad aceptable al usuario final, lo que supone un gran ancho de banda, retardo reducido y disponibilidad.

Actualmente los sistemas IPTV codifican la señal en MPEG2 o MPEG4/H.264, fragmentando y encapsulando en paquetes para ofrecerlos a la red IP de distribución. El ancho de banda del sistema IPTV puede estar protegido de otros consumos de datos para mantener un nivel apropiado de QoS, Quality Of Service. Las tecnologías físicas de conexión al domicilio pueden ser mediante fibra, coaxial, cobre u otras tecnologías.

La señal puede ser distribuida sobre una red con arquitectura de estrella, árbol o malla.



Img 1 Ejemplo de red en árbol.

Como se puede ver en el dibujo, contamos con un OLT, Terminación de línea Óptica, realiza la conexión entre el servidor y la red de distribución, ONT es la terminación de la línea en la parte del cliente. En la imagen se puede ver los diferentes splitters, creando la estructura de árbol.

En definitiva, como se ha comentado el acceso a las nuevas tecnologías y la inclusión de los servicios triple play, hace que de cara al futuro la IPTV sea una alternativa completamente viable, y que ya está siendo aplicada. Compañías como ONO o Movistar están utilizando grandes redes de fibra óptica para soportar este tipo de servicios.

Durante el proceso de búsqueda de soluciones hemos encontrado diferentes trabajos y tesis de estudiantes de otras universidades, “ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE TELEVISIÓN A TRAVÉS DE REDES DE COBRE A BASE DE TECNOLOGÍA DSL” y “IMPLEMENTACIÓN DE IPTV A TRAVÉS DE ENLACES DE INTERNET DE BANDA ANCHA”, en estos dos casos el estudio se ha realizado mediante líneas de cobre, usando el sistema ADSL.

En nuestro caso ya que se debe crear una red nueva de distribución se instalara una red de fibra óptica, que no afecta al funcionamiento de la IPTV, pero puede ofrecer grandes beneficios al proyecto.

## **2.2 Estado del Arte GPON:**

Como hemos dicho anteriormente nuestro proyecto IPTV se distribuirá sobre fibra óptica, en los últimos años las compañías han empezado a invertir en redes de fibras ópticas para obtener mayor ancho de banda y mejores velocidades.

En Mallorca ONO ha sido la pionera en la instalación de redes de fibras ópticas, durante muchos años ha sido la única empresa que ofrecía una red de fibra óptica en la isla, en los últimos años, el resto de compañías han empezado a desplegar redes de fibra óptica, Movistar, Vodafone y Orange.

En cuestión de las GPON, Gigabite Passive Optical Network, es una implementación de una red de fibra óptica con elementos pasivos.

En 1995 se crea FSAN (Full Service Acces Network), primer organismo encargado de dictar normas de interoperabilidad y funcionamiento a los distintos suministradores y operadores de la tecnología de PON.

Los componentes de la red son:

- Red Óptica de Acceso (OAN, Optical Acces Network), conjunto de enlaces que dan acceso a la información a transmitir.
- Red de Distribución Óptica (ODN, Optical Distribution Network), red que brinda las comunicaciones entre un OLT y el ONT y viceversa.
- Terminación de Línea Óptica (OLT, Optical Line Termination), brinda la interfaz de red entre la OAN y la ODN.
- Splitter(Divisor Óptico Pasivo) es el dispositivo que retransmite la señal óptica sin necesidad de alimentación externa multiplexando y/o demultiplexando la señal.
- Unidad de Red Óptica (ONU, Optical Network Unit) elemento que actúa como vínculo entre el usuario y la OAN, conectada a la ODN.

Estos dispositivos conforman la arquitectura para el soporte de ATM por las redes PON.

La operación en el envío de la señal se cataloga en dos sentidos, ascendente y descendente. Para la primera se utiliza el protocolo de acceso TDMA, para combinarlas y hacer más segura la transmisión, mientras para la segunda se aplica el esquema de broadcasting.

Ventajas del estándar GPON:

- Rango de alcance 20Km entre el proveedor y el cliente final.
- Se puede reducir la cantidad de tendido de fibra óptica.
- Se manejan elevados niveles de ancho de banda para sus servicios.
- No exige la necesidad de implementar elementos activos de la red.

Definido como una innovación del conjunto de estándares PON, la red con capacidad gigabit GPON utiliza las recomendaciones ITU-T G.984.X.

La red permite un rango entre 1.25 Gbps y 2.5 Gbps en sentido ascendente y 2.5Gbps en sentido descendente, pudiendo llegar bajo ciertas configuraciones a entregar 100 Mbps por usuario.

Las diferencias con los antecesores son:

- Soporte completo para voz.
- Alcance nominal de 20Km.
- Soporte de varias velocidades.
- Alto nivel de funciones de Operación, Administración. Mantenimiento y suministro OAM&P.
- Seguridad en el tráfico debido a la operación en modo de radiodifusión.

Para la conexión entre la OLT y las diferentes ONT, se las enlaza por medio de fibra óptica, con señales asignadas en diferentes longitudes de onda, para evitar colusiones en el envío de datos, ya sea de forma ascendente o descendente. La función que tienen los divisores ópticos principalmente es repartir y destinar la señal proveniente desde la OLT hacia los terminales ópticos en una cantidad de hasta 128ONT como se puede observar en las características de nuestros dispositivos.

### **2.2.1 Las tecnologías y protocolos utilizados por las redes GPON.**

En la transmisión de la información se cuenta con la aprobación del uso de la tecnología TDM (Time Division Multiplexing) para el envío descendente de la información con periodos de transmisiones fijos y TDMA (Time Division Multiple Acces) en sentido ascendente que posibilita la ausencia de colisiones. GPON debido a su topología en estrella o árbol, utiliza broadcasting para enviar la señal a todos los miembros de la red, que cuentan con la capacidad de discriminar la información a la que tienen acceso utilizando técnicas de seguridad AES( Advanced Encryption Standard), brindando mayor confiabilidad.



Además utiliza de forma eficiente el ancho de banda a disponer de este en los instantes en el cual hay tráfico y ampliando la capacidad de los usuarios en forma individual gracias a la técnica conocida como DBA (Dynamic Bandwidth Allocation).

Transporte de datos mediante el estándar ATM (Asynchronous Transfer Mode) y GEM (GPON Encapsulation Method), este método resulta de una adaptación del GFP (Generic Frame Procedure) definido en la recomendación ITU-T G.4041

### **2.2.2 Recomendaciones UIT G.984.x**

Debido la necesidad de brindar al usuario mejores costos, competitividad y diversidad de marcas, se han propuesto un conjunto de recomendaciones que regulan las diferentes características de los equipos desarrollados para el soporte estándar GPON.

- UIT-T G.984.1: características generales de funcionamiento y constitución, con el fin de llegar a la convergencia de equipos.
- UIT-T G.984.2: Conjunto de especificaciones para el manejo de la capa dependiente de los medios físicos PMD (Physical Media Dependent) sistemas y además explica el manejo simétrico y asimétrico de la señal. La señal se considera ascendente ONU -> OLT y descendente OLT-> ONU. Además incluye por parte de la OLT el algoritmo de corrección de errores en la recepción FEC (Forward Error Correction) en el sentido descendente.
- UIT-T G.984.3 Especificación de la capa de convergencia de transmisión TC( Transmission Convergence), expone los formatos de trama, el método de control de acceso, el método ranging, la funcionalidad OAM y la seguridad en redes GPON. Esta referenciada a los aspectos de la fibra óptica, describiendo las características de las redes PON, en base a las distancias, funcionalidad y seguridad.
- UIT-T G.984.4 Especificación de la interfaz de control y gestión OMCI (ONT Management and Control Interface) de la terminación de red óptica ONT, donde el análisis se enfoca en los recursos y servicios procesados de una base de información de gestión o manejo MBI (Managment Information Base) independiente del protocolo de comunicación entre OLT y ONT. El protocolo OMCI sirve para que la OLT tenga el control sobre las ONT, permite pedir

información de configuración y estado de la calidad de operación e informar sin necesidad de intervenciones ajenas las posibles fallas en los enlaces.

- UIT-T G.984.5 Recomendación que sugiere el rango de bandas y longitudes de onda que se reservan para en un futuro, implementar señales de nuevos servicios, usa la técnica de multiplexación de información(WDM), para aprovechar de mejor manera en el caso de nuevas redes ópticas pasivas, en virtud del manejo recomendable de las ODN.

### 2.2.3 Características Técnicas.

El estándar GPON es una solución de acceso de alta capacidad para servicios triple-play(voz, video y datos).

En sentido descendente como ascendente la información viaja en la misma fibra óptica. Para lo que se utiliza una multiplexación WDM (Wavelength Division Multiplexing). Es una técnica de transmisión por fibra óptica. Consiste en multiplexar diferentes longitudes de onda en una simple fibra.

Los canales actúan como si fueran fibras independientes. Esta propiedad hace posible el soporte de varios formatos de datos y servicios en forma simultánea en la misma red. Esto da paso al soporte para futuros protocolos de transmisión así como los ya existentes.

En nuestro caso su función es que la fibra se comparte entre una oficina central y unidades de red óptica, entre las cuales se establecen una conexión bidireccional en estructura de árbol, con control centralizado y enrutamiento en la oficina central.

Niveles de potencia y alcance, la atenuación máxima que soporte un sistema que utilice el estándar GPON estará dado por la potencia máxima garantizada por la OLT menos la potencia mínima capaz de percibir el ONT, como calcularemos en el capítulo 4.

La velocidad binaria del enlace en sentido descendente es de 1244.16Mps o 2488.32Mbps, en sentido ascendente es 155.52, 622.08, 1244.16 o 2488.32 Mbps.

La arquitectura de la red óptica de acceso, las redes PON permiten distancias de 20 Km desde la central, se puede utilizar la topología árbol que resulta más eficiente que

las topologías físicas típicas (Punto a Punto). Todas las tecnologías PON usan fibra óptica monomodo para el despliegue. El canal ascendente de la PON es una red multipunto – Punto en las que múltiples ONT's transmiten a un solo OLT, como ya se mencionó, trabajando sobre fibra óptica monomodo de manera de optimizar los sentidos de las transmisiones ascendentes y descendentes se usan longitudes de onda y tiempos diferentes aplicando DWDM.

La utilización de multiplexación TDMA para que en momentos temporales determinados por la OLT, los equipos ONT envíen su trama en canal ascendente, de manera equivalente la cabecera OLT puede también usar TDMA para enviar en diferentes canales la información del canal descendente que selectivamente deben recibir los equipos del usuario.

El OLT es un elemento activo del cual parten de las redes de fibra óptica, tienen una capacidad para dar servicio a miles de consumidores.

A más de lo citado anteriormente agrega el tráfico proveniente de los clientes y lo encamina hacia la red de agregación, el OLT desempeña funciones de enrutador para ofrecer todos los servicios.

Está ubicado en las dependencias del operador y consta varios puertos de línea GPON.

Para la conexión de datos OLT con la ONT se emplea un cable de fibra óptica para transportar una longitud de onda de bajada (Downstream). Con el uso de un divisor pasivo. Los datos de subida (upstream) desde la ONT hasta la OLT, son distribuidos en una longitud de onda distinta para evitar colisiones en la transmisión downstream son agregados por la misma unidad divisora pasiva, que hace las funciones de multiplexar en la dirección upstream del tráfico. Esto permite que el tráfico sea recibido desde la OLT sobre la misma fibra óptica que se envía el tráfico downstream.

Para el tráfico downstream se realiza un envío general de paquetes (Broadcast), cada ONT será capaz de procesar el tráfico que le corresponda, gracias a las técnicas de seguridad AES. Para el tráfico upstream los protocolos basados en TDMA aseguran la transmisión sin colisiones desde la ONT hasta la OLT. Además mediante TDMA solo se transmite cuando es necesario.

El ONT es el elemento situado en casa del usuario donde termina la fibra óptica y ofrece interfaces del usuario.

Para conseguir que los sistemas GPON sean totalmente compatibles se recomienda que el OLT y el ONT sean de la misma marca, para así ser compatibles en los diferentes protocolos.

## 2.4 Estado del arte de las fibras ópticas:

En este punto se analizará la estandarización de la fibra óptica, para saber qué tipo de fibra óptica se seleccionará para la instalación.

- UIT-T G.652 fibra monomodo cuya longitud de dispersión nula está situada en la longitud de onda de 1310nm, pudiéndose usar en la región de 1550nm.
- UIT-T G.653 fibra monomodo con dispersión desplazada. Dispersión nula nominal cercana a 1550nm y un coeficiente de dispersión que aumenta monotonamente con la longitud de onda. Su optimización en la ventana de 1550nm pero puede usarse en la longitud de onda 1310nm, se efectúan arreglos para el soporte de velocidades de transmisión a longitudes de onda superiores, menor o igual 1625nm.
- UIT-T G.654 Característica de la fibra y los cables de fibra monomodo con corte desplazado, la longitud de onda de dispersión nula está situada en las proximidades a 1300nm, cuya atenuación menor y longitud de onda de corte desplazado se halla en 1550nm. Su aplicación en sistemas de transmisión digital a larga distancia como sistemas en línea terrestres y submarinos con amplificadores ópticos se debe a su muy baja atenuación.
- UIT-T G.655 Dispersión desplazada no nula, una fibra con una dispersión cromática cuyo valor es mayor o diferente a cero en todas las longitudes de onda. Elimina el efecto no lineal generado por la mezcla de cuatro ondas, que pueden incidir en la multiplexación por División de Onda Densa (DWDM).

En el siguiente capítulo teniendo en cuentas los estados del arte de las diferentes tecnologías, se comenzará a analizar y concretar el proyecto.

### Capítulo 3

Después de comprobar el estado del arte se analizara la situación de la población de Consell y las diferentes tecnologías para así poder definir correctamente el proyecto.

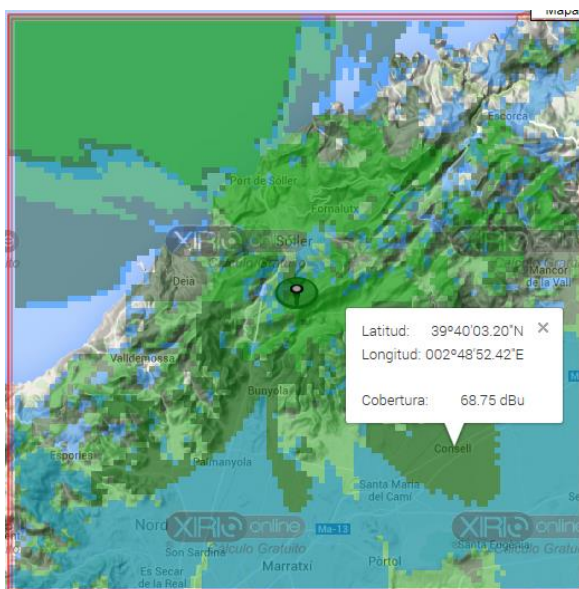
#### 3.1 Sobre Consell:

Población	3834 Habitantes
Superficie	13.70 Km <sup>2</sup>
Densidad	280 Hab/Km <sup>2</sup>
Ubicación	Latitud: 39°39'55.59'' Longitud: 2°49'09,72''

Tabla 2 Datos Consell.

Para plantear la solución se ha hecho un pequeño análisis de la cobertura de la TDT y Fibra Óptica. La antena que da cobertura de TDT al pueblo de Consell, es la torre de Alfabia, situada en la sierra de tramontana, podemos ver la situación en la que se encuentra en el mapa. Para calcular la cobertura de la TDT hemos utilizado la herramienta XIRIO online, hemos obtenido los valores de ubicación, altura y potencia de diversas webs.

TDT:



Img 2 Cobertura TDT

### 3.1.1 TDT

Según lo previsto en el apartado 4.5 del Anexo I, del Reglamento aprobado por el Real Decreto 401/2003, en el que se indican los niveles de calidad para el servicio de TDT el nivel de señal nivel COFDM – TV dB $\mu$ V 45 – 70.

Como se puede ver en la imagen 2 la zona verde marca la cobertura de 45 a 75 dBu, por lo que se puede observar que la mayor parte de Consell tiene señal suficiente de TDT, aunque esto no es seguridad de que le llegue correctamente la señal, por otro lado vemos que en el punto donde debemos añadir la antena se encuentra a 68dBu, suficientes para cumplir con la cobertura exigida por reglamento.

### 3.1.2 Fibra óptica:

Consell se encuentra en la zona del Pla de Mallorca, entre los pueblos de Binisalem, Alaro, Santa Maria y Sencelles. El pueblo de Consell no cuenta con red de fibra óptica, posiblemente por ser un pueblo de tan solo 4000 habitantes, los pueblos de Alaro y Sencelles, tampoco cuentan con fibra óptica.

Por otro lado, los pueblos vecinos de Santa Maria y Binisalem, cuentan con una red de fibra óptica, provista por ONO, en estos momentos la mayor inversión en este tipo de redes son de Movistar, aunque de momento se centra en capitales, ya que consigue un mayor número de abonados con la menor inversión, debido a la penetración y a la concentración de habitantes.

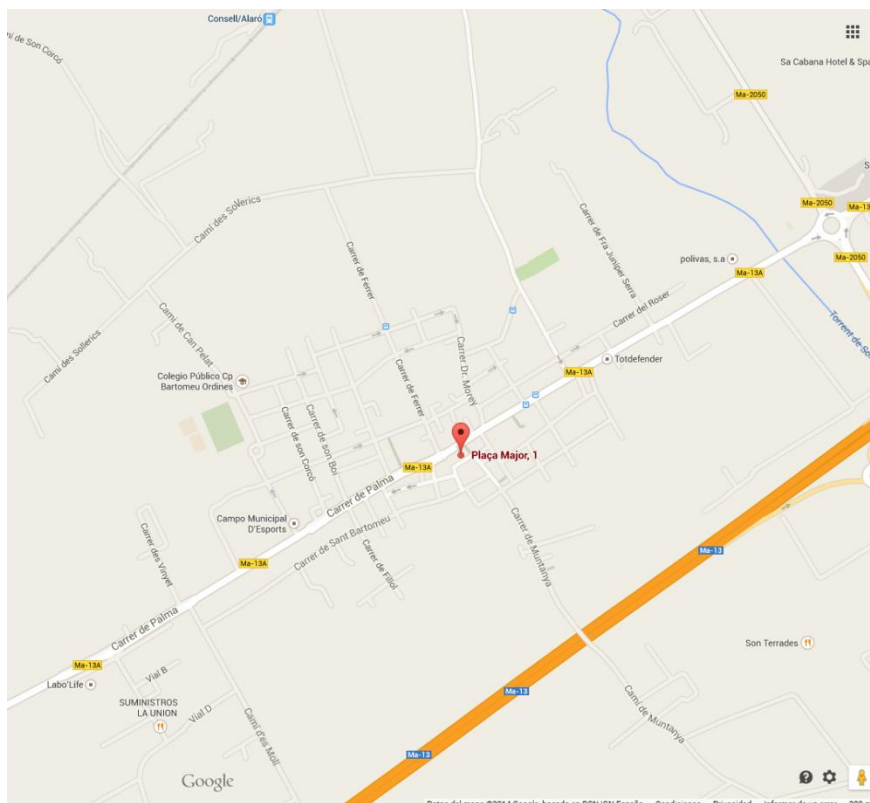
Como queremos tener la oportunidad en un futuro interconectar nuestra red con las redes de ONO o Movistar, o en su defecto, con algún proveedor de servicios, que nos permitiera ampliar los servicios prestados. Creemos necesarios la posibilidad de dejar una línea de fibra óptica de conexión con la entrada a Consell desde Santa Maria o Binisalem.

Por el análisis que hemos realizado de la situación, creemos que no hay posibilidades que en los próximos años, ninguna empresa privada, haga una fuerte inversión para la instalación de una red de fibra óptica.

### 3.2 Proyecto:

Una vez realizado el análisis del problema y de las posibles soluciones, la solución que se quiere aportar al ayuntamiento y a la televisión local es el siguiente:

- Creación de un RITU( Recinto de instalaciones de telecomunicaciones único)
- En el RITU se incluirea en estos momentos:
  - Una antena de TDT
  - Un mezclador para añadir el canal local.
  - Además de todos los dispositivos activos y pasivos necesarios.
- Instalar una red de fibra óptica en el centro urbano de la población de Consell.
- Al instalar la red, se dejaran tubos para poder ampliar, interconectar o permitir a otra compañía crear su propia red.
- Instalar descodificadores en las viviendas o negocios que lo deseen.



Img 3 Mapa Consell

Como se puede ver la televisión y el ayuntamiento se encuentran en el centro de la calle principal, por lo que se creara el RITU, según legislación en el ayuntamiento, o una instalación cercana.

El motivo para crear un RITU, se basa en el futuro de la red de fibra óptica, por legislación nos obliga a tener una sala con las características adecuadas para poder ofrecer los diferentes servicios TriplePlay (teléfono, internet y Televisión), además como hemos visto el RITU es la cabecera de la red de fibra óptica y recepción de la TDT.

Además al tener un RITU en un futuro si se quisiera interconectar con otros operadores, se tendría una sala lo suficientemente grande para añadir los equipos necesarios.

En el mapa se puede ver que por el norte de Consell, están las vías de tren, y se encuentra la estación, compartida con la población de Alaro, que también cuenta con televisión local y tampoco tiene red de fibra óptica, podría ser caso de estudio una ampliación a la población de Alaro, pero el proyecto se centrara en la población de Consell.

La fibra óptica que se instalara llegara a los dos extremos de la carretera principal, y se hara llegar una conexión hasta la estación de tren, por lo que estos pueden ser puntos de interconexión, también se hara llegar una línea de fibra óptica hasta el inicio de un camino de viviendas unifamiliares. Por otro lado como la instalación que se realizara, dejara tubos vacíos, podrían ser utilizados para interconectarse al RITU o a nuestra red.

La idea de crear una IPTV parte de tener una alternativa viable al apagón analógico y al no poder comprar un canal TDT. Por ello se planteó la opción de crear una televisión por internet o una IPTV. La decisión de crear una IPTV es porque se cree que en estos momentos, aunque no sea la opción más barata, seguramente será la opción con más alternativas de futuro y además se podran solicitar diversas subvenciones para la creación de la red.

A nivel de red, se ha optado por la fibra óptica hasta casa, y así, al igual que con la idea del IPTV, poder ofrecer en el futuro nuevos servicios. Como se puede ver en el



mapa, aunque no muestre las distancias, desde el ayuntamiento a los dos extremos son aproximadamente 1.2 Km y hasta la estación son 1.5Km aprox.

Los vecinos deberán incluir en su casa un receptor de fibra óptica, que además se encargara de convertir la señal a señal eléctrica para poder ser transmitida por WIFI o Ethernet. Además incluiremos un descodificador, que nos permitirá que cualquier televisor, pueda recibir esta señal.

Para poder realizar esta instalación deberemos contar con dos enchufes de corriente, uno en el punto que conectemos el receptor, y otro en el punto del descodificador. Los dispositivos y los instaladores se encargaran de la instalación y de los cables necesarios para el correcto funcionamiento.

En definitiva el usuario solo nos deberá facilitar puntos de luz y la colocación de los dispositivos. Además de pagar la cuota de alquiler y mantenimiento del dispositivo y el servicio prestado.

El precio de los dos dispositivos es de 138.67€ en total, aunque algunos vecinos son reticentes, al ofrecerlos en alquiler por un precio aproximado de 4 € incluyendo el mantenimiento la gran mayoría del municipio están dispuestos a contratar el servicio.

### **3.3 Protocolos y tecnología:**

#### **3.3.1 Señal de televisión:**

**TDT:** Televisión Digital Terrestre, señal de audio y video que viaja en formato digital. Utiliza el estándar DVB-T. Las ventajas de esta tecnología son, la compresión de la información, esto hace que se puedan enviar más canales en el mismo ancho de banda. Al igual que las señales analógicas, es una señal que se puede distorsionar por campos electromagnéticos.

**DVB-T:** Difusión de Video Digital – Terrestre, transmite los datos de video y audio en MPEG2, usando modulación COFDM. Mejora los resultados de imagen, cuando hay interferencias a costa de la velocidad de transmisión.

**IPTV:** no es un protocolo en si mismo, es la televisión sobre protocolo IP, se ha desarrollado basándose en video streaming. Este sistema potencia el video bajo

demanda y el pago por visión. Puede mejorar la efectividad de la publicidad. Se puede bloquear el contenido de algunos canales que no se crean apropiados. Se pueden retransmitir canales convencionales y canales específicos.

Los requisitos que necesita para el correcto funcionamiento son, para un canal SDTV 1.5 Mbps, en caso de HDTV necesitamos 8Mbps en compresión MPEG4, un margen señal ruido mayor a 13dB y una atenuación inferior a 40 dB

**COFDM:** Code Orthogonal Frequency Division Multiplexing, modulación de banda ancha para transmitir información digital, combina potentes métodos de codificación más el entrelazado para la corrección de errores del receptor. Modula la información en múltiples frecuencias portadoras ortogonales donde cada una está modulada en fase y amplitud. Está diseñado para combatir los efectos multitrayectoria y otros tipos de interferencias que afectan a receptores.

### 3.3.2 Codificación de video:

**MPEG2:** Moving Pictures Expert Group, es un estándar de codificación de audios y videos. La sintaxis del MPEG-2 tiene dos categorías, una sintaxis no escalable que incluye la sintaxis MPEG1, lo que lo hace compatible con este y una sintaxis escalable la cual permite una codificación por capas de la señal de video. Método de compresión basado en:

- Compensación de movimiento.
- Estimación de movimiento.
- Transformada DCT
- Cuantificación.
- Codificación RLE y Huffman.

**MPEG4:** Moving Pictures Expert Group, es un estándar de codificación de audios y videos. Entre sus características contamos con la representación de unidades de audio, video y audiovisuales, que reciben el nombre de “Media Objects”, describir la composición de estos objetos, multiplexar y sincronizar los datos asociados con los media objects e interactuar con la escena audiovisual generada en el receptor fina.

Intenta satisfacer las necesidades de autores, proveedores y usuarios. Los autores permiten la reutilización de contenidos dedicando una parte importante a los derechos de autor, los proveedores permiten un manejo fácil de la información para su uso en redes heterogéneas y para los usuarios finales le ofrece poder interactuar con el contenido.

Comparación entre el MPEG4 y MPEG2, la calidad de MPEG2 es impecable, pero no está realizado para aplicaciones multimedia en la red. Por lo que la calidad de video transmitida por la red en formato MPEG2, se puede ver comprometida. Mientras que MPEG4 ha sido desarrollada para aplicaciones en streaming, la codificación en este formato da una mejor calidad de audio y video, permitiendo la videoconferencia.

Los archivos están más comprimidos en MPEG4 con respecto a MPEG2, esto provoca que la compresión en MPEG4 sea más complicada que en MPEG2.

**H.264**, es una mejora del estándar MPEG4 es un códec de video digital con el principal objetivo de compresión de datos, con respecto a MPEG2 la reduce en un 50% manteniendo la calidad de imagen. Este códec que nos permite un amplio rango de dispositivos, desde móviles a Blu-Ray está sustituyendo a estándares anteriores.

### 3.3.3 Medios físicos:

**Red coaxial:** el cable coaxial es utilizado para transportar señales eléctricas de alta frecuencia que posee dos conductores concéntricos, el central por el que viaja la información y una malla que hace de tierra y retorno de la corriente. El núcleo suele ser de cobre sólido, utilizado para la transmisión de banda ancha (TV) y redes ARCNET.

Usado en la conexión antena- televisión, televisión por cable e internet, conexión transmisor – antena, líneas de distribución de señal de video, en antiguas redes Ethernet en versiones 10BASE2 y 10 BASE5, en redes urbanas y en los cables submarinos.

Se utilizaba la multiplicación por división de frecuencia (FDM) o por división de tiempo (TDM) consiguiendo transmitir 7000 canales de 64kbps.

Ancho de banda:

Ancho de banda	100 kHz	1 MHz	20 MHz	100 MHz
En categoría 3	2 km	500 m	100 m	no existe
En categoría 4	3 km	600 m	150 m	no existe
En categoría 5	3 km	700 m	160 m	100 m

Tabla 3 Ancho de banda en red coaxial.

Vemos que a grandes frecuencias se reduce mucho la distancia de la señal, por lo que para cubrir las distancias del proyecto no nos ha sido útil.

**Red de Fibra Óptica:** es un medio de transmisión, usado habitualmente en redes de datos, la fibra está construida sobre un hilo muy fino de material transparente, vidrio o material plástico, por los que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir. Se propaga y se contiene en el interior de la fibra, se puede usar laser o LED para enviar la señal.

Se utiliza en sistemas de telecomunicación debido al gran ancho de banda a grandes distancias, con velocidades similares a las de radio y superiores a cable convencional, Ethernet o coaxial. Además es inmune a las interferencias electromagnéticas y también se utilizan para redes locales que necesiten las ventajas de transmisión.

Entre las ventajas que tiene la red de Fibra Óptica tenemos las siguientes, gran ancho de banda, pequeño tamaño, gran flexibilidad (radio de cobertura de hasta 1CM), inmunidad a las perturbaciones, gran seguridad, no produce interferencias, conexiones de hasta 70 km sin tener que regenerar la señal, gran resistencia mecánica, coste menor respecto al cobre y facilidad de encontrar los cortes.

Entre las desventajas contamos con la fragilidad de las fibras, transmisores y receptores más costosos, difícil de realizar empalmes, en especial sobre el terreno, tener que realizar conversión electricidad – óptica, el agua corroe la superficie del vidrio e incipiente normativa internacional sobre algunos aspectos.

La fibra óptica se puede diferenciar entre monomodo y multimodo.

Una fibra monomodo tiene habitualmente un núcleo de 8 micrones y una cubierta de 125 micrones de diámetro. La fuente de luz utilizada para las fibras ópticas monomodo es un láser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation). Este laser es generado por un diodo laser semiconductor. La distancia máxima para un enlace de fibra óptica monomodo es de 20km.

Una fibra multimodo tiene un núcleo de 50 ó 62,5 micrones y una cubierta de 125 micrones de diámetro. La fuente de luz que suele utilizarse con las fibras multimodo es un LED (Light Emitting diode). La distancia máxima para un enlace de fibra óptica multimodo (62.5/125) es de 3 km.

### 3.4 Comparación de tecnologías

#### 3.4.1 Comparación de codificación de video:

En este apartado se analizara los estándares de codificación que hemos definido anteriormente, para después poder seleccionar el más conveniente para el proyecto.

<b>MPEG2</b>	<b>MPEG4</b>	<b>H.264</b>
<b>Pros</b>	<b>Pros</b>	<b>Pros</b>
Más sencillo de comprimir	Mayor compresión que MPEG2	Es una mejora del MPEG4
Optimizado para calidad de difusión de video digital.	Permite el envío por red.	Utilizados en dispositivos móviles y BluRAY.
	Permite comprimir texto, imágenes, texturas ...	Transmisión en tiempo real.
	No hay decodificadores MPEG4	El doble de eficiente que el MPEG4
	Compatible Apple y android.	Fácil de integrar.
<b>Contras</b>	<b>Contras</b>	<b>Contras</b>
Pagar licencia para emitir.	No admite interacción	Acuerdos de licencia

		complicados
		Tiempo mayor.      codificación

Tabla 4 Ventajas y desventajas de la codificación de video.

### 3.4.2 Comparación de medios físicos:

En este apartado se compara los medios físicos más típicos para este tipo de instalaciones, coaxial y fibra óptica.

<b>Coaxial</b>	<b>Fibra Óptica</b>
<b>Pros</b>	<b>Pros</b>
Menor coste.	Inmunidad a interferencias Electromagnéticas.
	Mayor distancia
	Mayor capacidad de datos.
	Mayor seguridad.
<b>Contra</b>	<b>Contra</b>
Mayor atenuación.	Coste
Ruido térmico.	Mayor dificultad en las uniones de fibras.
Ruido de intermodulación.	

Tabla 5 Ventajas y desventajas de coaxial y fibra óptica.

### 3.5 Análisis y elección

Una vez se ha realizado el análisis de las diferentes tecnologías que se podrán utilizar en nuestro sistema, se tendrá que decidir la mejor opción para este proyecto analizando diferentes soluciones.

Para empezar se cuenta con que en la vida actual cada vez hay más dispositivos móviles o conectados a la red, y el servicio que se quiere ofrecer es IPTV, lo que se

necesitara poder transmitir el mayor número de canales con el menor consumo de ancho de banda y manteniendo una buena calidad, como hemos podido ver en la tabla 4 la mejor opción es H.264, mejora de la codificación MPEG4.

Esto permitirá tener los canales en alta definición utilizando el menor ancho de banda, pero manteniendo la calidad.

En la cuestión de los medios físicos, después de analizar las diferentes topologías de red y las necesidades, se cree conveniente la utilización de fibra óptica, ya que permite una topología en estrella sin necesidad de elementos activos en la red, ahorrando consumo eléctrico, y los cables necesarios para el correcto funcionamiento.

Se debe tener en cuenta además, la atenuación del cable coaxial puede ser muy elevada y tener un ancho de banda limitado, lo que limitaría los avances del futuro.

Por este motivo se cree necesaria la utilización de la fibra óptica, ya que nos permitirá en un futuro ampliar los servicios y dar un mayor ancho de banda a nuestros usuarios.

Después de realizar el análisis, se considera que la mejor opción es utilizar una red GPON, red pasiva de fibra óptica, una red que permite velocidades gigabit, con distancias de hasta 20 Km, sin utilización de dispositivos para mejorar la señal, porque no es necesario. Como se explica en el punto correspondiente sobre redes GPON.

### **3.6 Dispositivos IPTV:**

Para definir los dispositivos se dividira la red en 4 zonas:

- Captación/generación de señal, comprende los dispositivos que captan la señal de la TDT y FM, tenemos que tener en cuenta que la señal de la televisión local nos llega de manera analógica, mediante cable a pocos metros.
- Conversión/inyección de señal, en este punto obtendremos la señal y la convertiremos y comprimiremos (IPTV) para su transporte.
- Distribución de señal (IPTV), esta parte de la red va desde el RITU hasta los descodificadores, se basa en tecnología de fibra óptica.
- Recepción de señal (IPTV), serán los dispositivos necesarios para recibir la señal y distribuirla en cada hogar.

### **3.6.1 Dispositivos de captación y generación de señal:**

En este proyecto, se cuenta inicialmente con dos tipos de señal, la señal DVB-T de la TDT y la señal analógica de la televisión local. La televisión local llegará a través de un cable proveniente del estudio de la televisión local. La señal DVB-T llegará a través de la antena y serán tratadas a través de la cabecera para obtener la señal para el IPTV.

Antena TDT: ref.149901 DAT BOSS 790 UHF (embalaje individual)

Mástil: ref.3075 liso 3m

Cabecera TDT: Digital To TV (DTTV), Modulo: DT-312

Con estos dispositivos se obtendrá la recepción de la señal, se ha obtenido las referencias del catálogo de Televes 2013/2014 y Promax. En el siguiente apartado se realizará el análisis de los dispositivos.

### **3.6.2 Conversión e inyección de señal:**

En esta parte de la red que también se encuentra en el RITU recibirá la señal y la convertirá y comprimirá en un formato adecuado para la IPTV, en este caso utilizaremos módulos de (DTTV).

Convertor Analógico Digital: módulo DT-504B

Codificador Modulo DT-511:

Convertor de señal a IP: Modulo DT-511

En este punto tenemos una señal para poderla enviar en formato Ethernet codificado en H.264.

### **3.6.3 Distribución de señal (IPTV) sobre Fibra Óptica:**

En este punto, la primera tarea será convertir la señal Ethernet en señal de fibra óptica, después la instalación necesaria de Fibra Óptica, y la llegada hasta el punto de entrada en el hogar o comercio correspondiente.



IPTV Consell- Fco Javier Palmer Padilla

Conversor de medio Ethernet Fibra Óptica: Conversor de Medio 10/100/1000 SMI-1110-SFP

Repartidor Óptico: Huawei SmartAX MA5600T1, con módulo H803GPFD.

Fibra Óptica FIBRA ÓPTICA MONOMODO SMF – NZDS Multitubo 64 líneas.

Pau: PAU de FO hasta 2 adaptadores SC-Hembra (incluidos) Medidas (Anc x Al x Pr): 80 x 80 x 25

Splitter Serie SPL1101 de unidades de splitter óptico con forma de caja 1:2 2:64

Aunque el PAU sea un punto interior, se tomará como el final de la red de distribución, una vez en este punto el siguiente paso sería llegar al descodificador, y una vez allí distribuir la señal en el interior.

#### **3.6.4 Recepción de señal:**

Una vez llegados al interior, tendremos que convertir la señal de fibra óptica para que se pueda distribuir en televisiones, incluso podemos aprovechar y que sea visible en los diferentes dispositivos de la casa, que tengan conexión a la red.

Conversor de medios: Huawei HG8245 ONT GPON.

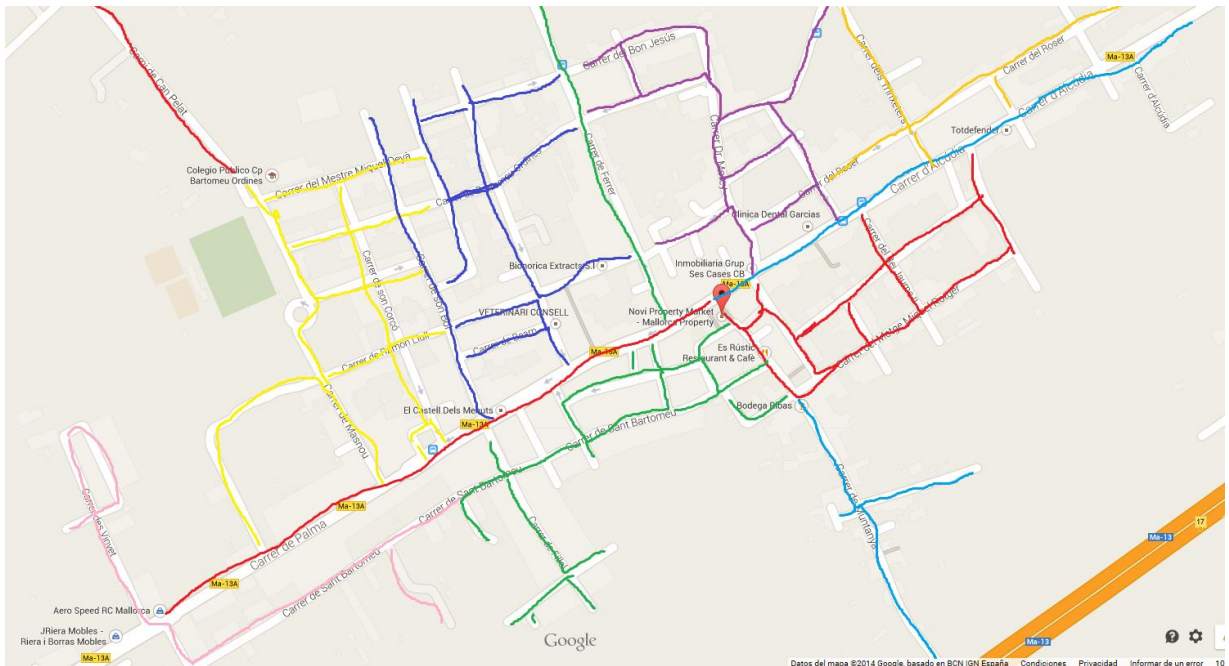
STB descodificador: ALCAD STB-030

### **3.7 Distribución de la red.**

En este punto se especificara la red de distribución, después de haber seleccionado los dispositivos necesarios en el punto 3.6.3. En el núcleo urbano se cuenta con un número aproximado de 600 viviendas y 30 comercios por lo que será necesario unos 10 tubos de 64 fibras monomodo, en este caso se instalaran 11 tubos para mantener un 10% de fibras de repuesto, por ampliación o por problemas.

La mayor parte de la instalación se hará soterrada pero, también se realizara la instalación en fachada, sobre todo si conseguimos los consentimientos de los usuarios. Es importante recordar que además se dejara para posibles interconexiones 4 líneas extras que están disponibles para una futura interconexión o ampliación de la red.

El mapa de la instalación es el siguiente:



Img 4 Red de distribución

Cada color representa lo que cubre cada grupo de fibra óptica. La fibra óptica más larga de la red de distribución será menor de 4Km.

En el siguiente capítulo se calculará la señal y se revisará que los datos técnicos de los equipos cumplen con los requisitos necesarios.

## Capítulo 4

En un primer apartado se estudiara el cálculo de la señal necesaria para cumplir con los requisitos de las redes GPON y así asegurar el nivel de señal del proyecto para conseguir un correcto QoS. En el segundo apartado se especificaran las características técnicas de los dispositivos seleccionados y así poder confirmar la correcta selección de dispositivos.

### 4.1 Cálculos de señal.

Al haber elegido una red de fibra óptica, las perdidas por distancia son mínimas, por lo que facilita los cálculos, a estas pérdidas se deben añadir, las perdidas por fusión de fibras, que serán una o dos por fibra, la perdida por los conectores y si fuera necesario deberíamos añadir perdidas por elementos pasivos en la red, como pudiera ser un splitter, como las distancias son mínimas, los splitter se encontraran junto a la cabecera, y ayudaran a ahorrar en los dispositivos de distribución de señal.

#### 4.1.1 Formulas:

Calculo de atenuación del cable:

$$at = L \cdot aL + ne \cdot ae + nc \cdot ac + arL + eP$$

L = longitud del cable en Km.

aL = coeficiente de atenuación en dB/Km

ne = número de empalmes

ae = atenuación por empalme

nc = número de conectores

ac = atenuación por conector

ar = reserva de atenuación en dB/Km

eP= atenuación elementos pasivos.

La reserva de atenuación (margen de enlace), permite considerar una reserva de atenuación para empalmes futuros (reparaciones) y la degradación de la fibra en su vida útil (mayor degradación por absorción de grupos OH).

La magnitud de la reserva depende de la importancia del enlace y particularidades de la instalación, se adopta valores entre 0.1 dB/Km y 0.6 dB/Km.

Las pérdidas en los empalmes se encuentran por debajo de 0.1 dB/Km no superan 0.5 dB/Km.

Margen de potencia:

$$PM = Pt - Pu$$

Dónde:

PM = Margen de potencia en dB (máxima atenuación permisible)

Pt = Potencia del transmisor en dB

Pu = Potencia de umbral en dB (dependiente de la sensibilidad del receptor)

Margen del Enlace:

$$Me = Pm - at$$

PM= Margen de potencia en dB.

aT= Reserva de atenuación

Me= Margen del enlace.

#### 4.1.2 Calculo del peor caso:

Atenuación de la línea:

L= 4Km; aL= 0.4 dB; ne=2; ae=0.1dB; nc=2; ac=0.5dB; ar=0.3 dB

$$at = LaL + neae + ncac + arL + eP = 4*0.4+2*0.1+2*0.5+0.3+0.5+21.5= 25.1dB$$

eP= En este caso se contara con una atenuación del PAU de 0.5dB + la perdida por el splitter de 21.5dB.

Potencia necesaria para el correcto funcionamiento:

$$PM = Pt - Pu$$

$$PM = 5\text{dB} - (-28\text{dB}) = 33\text{dB}$$

$$PM = 5\text{dB} - (-8\text{dB}) = 13\text{dB}$$

$P_u$  = La potencia umbral de recepción, se encuentra entre -8dB y -28dB de bajada.

$P_t$  = La potencia de emisión se encuentra entre 1.5dB y 5dB

Margen del enlace:

$$Me = P_m - at = 33\text{dB} - 21.5\text{dB} = 11.5\text{dB}$$

Por lo que en el peor de los casos, se tendrá un margen de 11.5dB.

Por lo que no será necesaria la instalación de sistemas de regulación de señal.

Si realizamos los cálculos del mejor caso contaríamos únicamente con la reducción de la distancia y el número de enlaces:

$$at = LaL + neae + ncac + arL + eP = 1*0.4 + 1*0.1 + 2*0.5 + 0.3 + 0.5 + 21.5 = 24.6\text{dB}$$

Por lo que la señal será la necesaria para poder realizar el enlace.

#### 4.1.3 Calculo del mejor caso:

Atenuación de la línea:

$$L = 0.5\text{Km}; aL = 0.4\text{ dB}; ne = 2; ae = 0.1\text{dB}; nc = 2; ac = 0.5\text{dB}; ar = 0.3\text{ dB}$$

$$at = LaL + neae + ncac + arL + eP = 0.5*0.4 + 2*0.1 + 2*0.5 + 0.3 + 0.5 + 21.5 = 23.7\text{dB}$$

$eP$  = En este caso se dispondrá con una atenuación del PAU de 0.5dB + la pérdida por el splitter de 21.5dB.

Como se puede comprobar ver la diferencia entre el mejor y el peor caso, es de aproximadamente 1.4dB, ya que la mayor pérdida en nuestra red de fibra óptica es la del splitter.

## 4.2 Especificaciones Técnicas:

### 4.2.1 Antena:

En el proyecto la cabecera obtiene la señal de TDT mediante una antena, para ello se ha seleccionado la antena, DAT BOSS 790 UHF, esta antena es direccional. Como hemos visto en el análisis de la señal de TDT, vemos que el nivel de señal es correcto, además hemos seleccionado una antena que nos permite estar actualizados a las nuevas bandas, evitando que la nueva banda de LTE puede afectar a nuestro sistema.

Referencia	149901/02		
Modo de trabajo del BOSStech	OFF	ON	
Canales	21-60		
Ganancia máx.	dB	17	32
Nivel de salida	dBµV	-	Auto
Figura de ruido típ.	dB	-	2
Nivel de señal de recepción recomendado	dBµV	> 75	< 75
Tensión de alimentación	V <sub>dc</sub>	0	12...24
Consumo máx.	mA	-	40
Longitud	mm	1112	
Carga al viento	800 N/m <sup>2</sup>	N	120
	1100 N/m <sup>2</sup>	N	165
Condiciones del viento			
Altura de la antena	m	≤ 20	> 20
Presión	N/m <sup>2</sup>	800	1100
Velocidad	Km/h	130	150

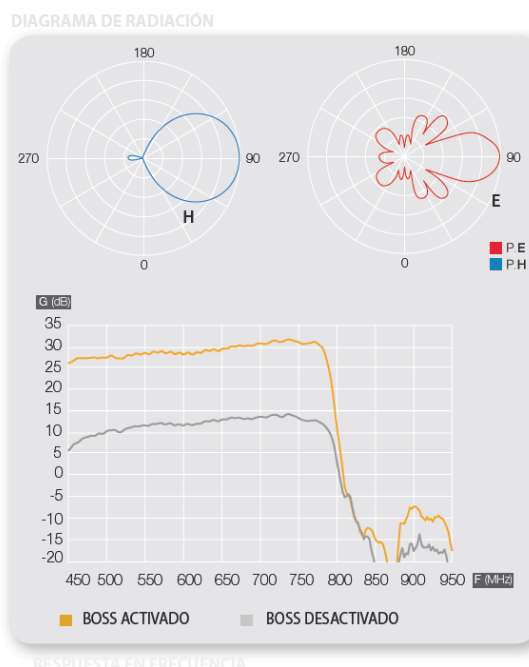


Tabla 6 Especificaciones técnicas de la antena.

Img 5 Diagrama de radiación de la antena.

Como se puede ver los valores de recepción de la antena son inferiores a 75 con el amplificador activo. Por otro lado en la imagen se ve el diagrama de radiación, se puede comprobar como la antena es direccional, y además corta la señal 4G, que como se ha indicado en la introducción, es la señal a partir de los 800 MHz, que debe ser liberada de la TDT para su uso en 4G.

### 4.2.2 Cabecera:

El sistema de cabecera seleccionado es el Digital To TV (DTTV), ya que permite integrar los diversos módulos y contener así todo en una única cabecera.

Como receptor se ha seleccionado el modulo: DT-312, cuenta con dos entradas RF (DVB-T) con un nivel de entrada de 45 – 100dBuV y un margen de frecuencias de 170 a 980 MHz. Compatible con la emisión DVD-T en España. Cuenta con dos salidas TS DVB-ASI.

La cabecera cuenta con dos entradas DVB-T, este preparado para la recepción de la TDT.

#### **4.2.3 Conversor analógico/digital:**

Para poder incluir la televisión analógica de Consell será necesario un conversor que convierta la señal para poderla adaptar al sistema, en combinación con la cabecera se dispondrá de la mezcla de los canales TDT y la televisión local. Módulo DT-312.

Este módulo cuenta con 4 entradas AV independientes, 3 con conector RCA hembra para cada entrada, 1 conector de video compuesto y dos conectores de audio, L y R, compatibles con el formato PAL NTSC.

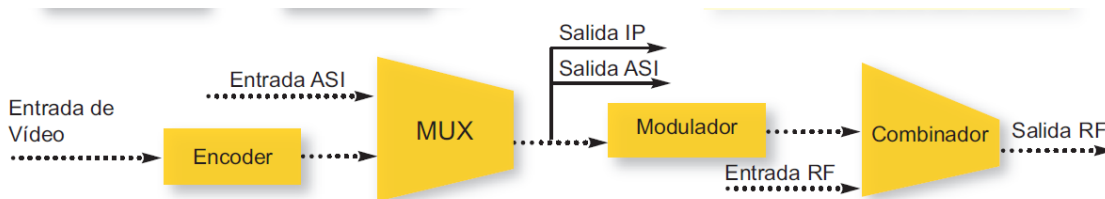
Codificador de señal a MPEG-2, según parámetros de modulación DVB-T, convirtiéndolo en compatible con el sistema que contamos. Posee dos salidas una del tipo TS y una salida de RF compatible con DVB-T como se ha mencionado. En los dos casos con la potencia recomendada para el funcionamiento del sistema, incluyendo un atenuador de 0 a 33 dB en pasos de 1dB.

#### **4.2.4 Codificador:**

Como se ha explicado anteriormente, necesitamos convertir la señal para emitirla, y ocupar el menor ancho de banda posible. Para ello contamos con el codificador DT-511.

Las especificaciones técnicas del codificador, muestran como el codificador devuelve la señal en H.264, y cuenta con la entrada necesaria para convertir la señal y entregarnos una salida en streaming IP

Diagrama de flujo del codificador:



Img 6 Diagrama de codificador.

#### 4.2.5 Conversor señal IP:

El modulo es el mismo modulo que en caso anterior, DT-511, como se puede ver en el diagrama de flujo, obtenemos una salida IP vía Ethernet.

#### 4.2.6 Conversor señal Ehternet/Fibra Óptica:

Parámetro	Especificación
Conectores	Rj 45 10/100/1000Base-T
Puerto de consola	RS232
Conector SFP	Slot vacío para 1000 Base-X or 100 Base-X Monitor óptico digital (DOM) Interface de diagnóstico (DMI) Posibilidad de conectar y desconectar en caliente.
Filtro	1024 Direcciones MAC
Buffer	1000 kbits
Tamaño	Máximo tamaño de trama 10.240 bytes Gigabit Máximo tamaño de trama 2048 bytes FastEthernet.
Emisiones	FCC part 15 Class A En55022 Clas A CISPR 22 Class A En61000-3-2
Seguridad	UL 60950-1



eléctrica	EN60950 CE
Seguridad	EN 60825-1-2007
laser	Requerimientos de seguridad laser IEC-60285 FDA/CDRH

Tabla 7 Datos técnicos del transceiver.

El conversor de señal Ethernet a fibra óptica cumple con los requerimientos de la unión Europea. Soporta gigaethernet y nos permite la transmisión en gigabit sobre fibra óptica.

#### 4.2.7 PAU:

Se ha seleccionado el PAU con REF 2315, que tiene una atenuación de 0.5 dB.

#### 4.2.8 Splitter:

El Splitter seleccionado es Serie SPL1101 del tipo 1:2 2:64, con una atenuación de 21.5 dB.

#### 4.2.9 OLT:

Como OLT, o repartidor de señal se ha seleccionado con un Huawei SmartAX MA5600T. Se añadirá el módulo H803GPF, para obtener 24 puertos GPON en total.

Parámetro	Especificación
Tasa de Transmisión	Transmisión (Tx): 2.5Gbit/s Recepción (Rx): 1.5Gbit/s
Tipo de Conector	SC/PC
Distancia Máxima de Transmisión	20Km
Longitud de onda central	Tx: 1490nm Rx: 1310nm
Potencia de Transmisión óptica	1.5dBm a 5dBm
Radio de Extinción	10 dB
Sensitividad máxima de recepción	-28dBm
Potencia de Sobrecarga	-8dBm
Estándar	ITU-T G.984.2 CLASE B+

Tabla 8 Datos técnicos OLT.

Se puede ver que el OLT que se ha seleccionado transmite en 1490 nm y recibe en 1310nm, compatible con el ONT, nos permite un nivel de transmisión de 2.5 Gbit/s y recepción 1.5 Gbit/s. La potencia de transmisión se encuentra entre 1.5 y 5 dBm, con una recepción de 28 dBm. Nos permite una conexión de hasta 20 Km.

#### 4.2.10 ONT:

El receptor de la señal, es de la misma marca de la OLT, Huawei HG8245 ONT GPON, lo que asegura que los dos dispositivos son compatibles. Además como se ha visto en el punto 4.1 en los cálculos de señal, permitirá la interconexión entre los dos dispositivos, manteniendo la red GPON, sin tener que introducir elementos que fortalezcan la señal.

Parámetro	Especificación
Longitud de onda	Tx: 1310nm Rx: 1490nm
Potencia de transmisión	+0.5 dBm a +5 dBm
Sensitividad máxima de recepción	-28dBm

Potencia de sobrecarga	-8 dBm
Estándar	ITU-T G.984.2 Clase B+

Tabla 9 Datos técnicos ONT.

Además de contar con un bajo consumo, tan solo 9w, tiene un tamaño de 19.5 cm x 17.4 cm x 3.4 cm.

Por otro lado el dispositivo ONT soporte, VOIP, enrutamiento NAT, Ethernet, USB 2.0 y conexión WI-FI N, lo que permitirá conectar todo tipo de dispositivos, al ONT y ofrecer internet y voz sobre IP a todos los usuarios, en un futuro.

Lo que significa que al ampliar los servicios, no se deberá de modificar los dispositivos, de casa del usuario y se podrán ampliar los servicios triple play, como se comentara en el plan de futuro, que trataremos en el capítulo 7.

#### 4.2.11 STB:

El descodificador seleccionado ALCAD STB-030. Este descodificador, permite la conexión con el ONT a 100 Mb, y una conexión HDMI para poder tener calidad HD en los canales de video que nos llegan por IPTV.

El STB cuenta con un consumo menor de 10W, cuenta con un conector de fast Ethernet que ofrece una conexión de 100Base-TX, además de un receptor de mini JACK y un adaptador de IR. Posee una conexión USB 2.0, una HDMI 1.3 y video compuesto.

#### 4.2.12 Fibra Óptica:

La fibra óptica seleccionada es la FIBRA ÓPTICA MONOMODO SMF – NZDS, se ha seleccionado una fibra óptica que nos permita un correcto funcionamiento en las longitudes de onda de 1310 y 1490.

PROPIEDADES ÓPTICAS		G.655 & G.656
Diámetro Campo Modal ( $\mu\text{m}$ )	1310 nm	----
	1550 nm	$9.2 \pm 0.5$
Coeficiente Atenuación (dB/Km)	1310 nm	$\leq 0.40$
	1383 nm	$\leq 1.00$
	1550 nm	$\leq 0.25$
	1625 nm	$\leq 0.28$
Dispersión Cromática (ps/nm.Km)	1310 nm	-6
	1550 nm	8
	1625 nm	12
	1530 – 1565 nm	De 5.5 a 10
	1565 – 1625 nm	De 7.5 a 13.8
	1285 – 1330 nm	De -10 a -3
Longitud Onda Cero Dispersión (nm)		$\leq 1440$
Pendiente Dispersión (ps / nm <sup>2</sup> Km)	1550 nm	0.052
Área Efectiva ( $\mu\text{m}^2$ )		63
Índice Refracción	1310 nm	1.4682
	1550 nm	1.4683
Longitud Onda Corte Cable (nm)		$\leq 1300$
PMD (ps / (ps/ $\sqrt{\text{Km}}$ ))	1550 nm	$< 0.2$

Tabla 10 Información fibra óptica.

Una vez que ya se ha confirmado los dispositivos necesarios se estudiara el tiempo del proyecto necesario y se realizara los cálculos del presupuesto total.

## Capítulo 5

Una vez seleccionado todos los dispositivos y teniendo claro el proyecto se procederá a realizar el presupuesto, dividido por partes de infraestructura.

### 5.1 Presupuesto

#### 5.1.1 Ritus.

<u>Concepto</u>	<u>Unidad</u>	<u>Precio</u>	<u>Total</u>
Acondicionamiento	1	5500€	<b>5500€</b>
Antena TDT	3	47.97€	<b>143.91€</b>
Mástil	2	15.98€	<b>31.96</b>
Antena FM	2	15.87€	<b>31.74€</b>
Cabecera DT312	2	1600€	<b>3200€</b>
Convertor A/D DT-504B	2	2200€	<b>4400€</b>
Codificador DT-511	2	2200€	<b>4400€</b>
Fuente de alimentación DT-800B	2	600€	<b>1200€</b>
Fuente redundante DT-802	2	1200€	<b>2400€</b>
Cable Coaxial CAT21	100	21.50 / 100m	<b>21.50€</b>
<b>Total</b>			<b>21.329,11€</b>

Tabla11 Presupuesto ritu.

La preparación de los dos Ritus y de los componentes de la cabecera para los dos Ritus nos daría un total de 21.329.11 €.

**5.1.2 Red de distribución.**

<b><u>Concepto</u></b>	<b><u>Unidad</u></b>	<b><u>Precio</u></b>	<b><u>Total</u></b>
Convertor de medios	2	98€	<b>196€</b>
Repartidor Óptico Huawei SmartAX MA5600T1	2	2500€	<b>5000€</b>
Módulo H803GPFD	2	500€	<b>1000€</b>
PAU	800	11€	<b>8800€</b>
Splitter	40	150€	<b>6000€</b>
Latiguillo RJ45 Cat.6 10/100/1000 UTP AWG24 Gris 3m	6	1.90€	<b>7.9€</b>
Cable de fibra óptica FC a FC monomodo simplex 9/125 de 1 m	50	3.67€	<b>183.5€</b>
Fibra Óptica Monomodo 64 fibras	45000	2.22€	<b>99900€</b>
Conectores fibra óptica	2000	0.86€	<b>1720€</b>
<b>Total</b>			<b>122.807,4€</b>

Tabla12 Presupuesto distribución.

Se ha calculado que serán necesarios alrededor de unos 35Km de fibra óptica, por lo que se recomienda comprar 45 Km por varios motivos, además se debía tener en cuenta el tamaño de la bonina, se tenía que seleccionar entre 30Km o se debía comprar la de 45Km. Por otro lado no se puede comprar la fibra justa, por si hubiera fallos de cálculos o problemas con alguna de las fibras y se tuviera que sustituirlas.

Por el mismo motivo, se ha comprado 2000 conectores, ya que es posible que realizando las conexiones se puedan cometer fallos. También se ha incluido los PAUS como parte de la red de distribución.

Por todo esto el precio de la red de distribución es de 122.807,40€.

**5.1.3 Red doméstica.**

<b><u>Concepto</u></b>	<b><u>Unidad</u></b>	<b><u>Precio</u></b>	<b><u>Total</u></b>
ONT Huawei HG8245	1	60€	60€
Cable de fibra óptica FC a FC monomodo simplex 9/125 de 1 m	1	3.67€	3.67€
ALCAD STB-030	1	75€	75€
<b>Total</b>			<b>138.67€</b>

Tabla 13 Presupuesto red doméstica.

Los equipos instalados en cada casa costarían 138.67€, sin contar la mano de obra.

Teniendo en cuenta que el objetivo es conseguir 630 abonados, se obtendría un precio total de: 87.362,10€

Esta parte del presupuesto podría quedar cubierta o reducida, cobrando la instalación o un alquiler por los equipos, aunque lo veremos más adelante.

**5.1.4 Zanjas.**

A nivel zanjas se ha contratado una subcontrata que realizara su parte del proyecto y se nos ha presentado tres presupuestos:

- Zanjas 32 € por metro de zanja, incluyendo canalización. La obra duraría aproximadamente 8 meses.
- Micro zanja el presupuesto es de 12 euros por metro. El proyecto tardaría aproximadamente 2 meses.
- Alcantarillado, esta empresa haría una instalación utilizando el alcantarillado del ayuntamiento de Consell 15 euros por metro y tardaría aproximadamente 35 días.

Aunque el proyecto más barato es el de micro zanja, se cree que es más conveniente el proyecto utilizando el alcantarillado público, primero se evitaran molestias a los vecinos, uno de los problemas que se encontraba en el análisis DAFO.

Realiza la instalación más rápida y además se pueden añadir los tubos que se ha indicado en la descripción del proyecto fácilmente.

Presupuesto Zanja:

<b><u>Concepto</u></b>	<b><u>Unidad</u></b>	<b><u>Precio</u></b>	<b><u>Total</u></b>
Canalización	30000m	15€/m	450000€
<b>Total</b>			<b>450.000€</b>

Tabla 14 Presupuesto zanjas.

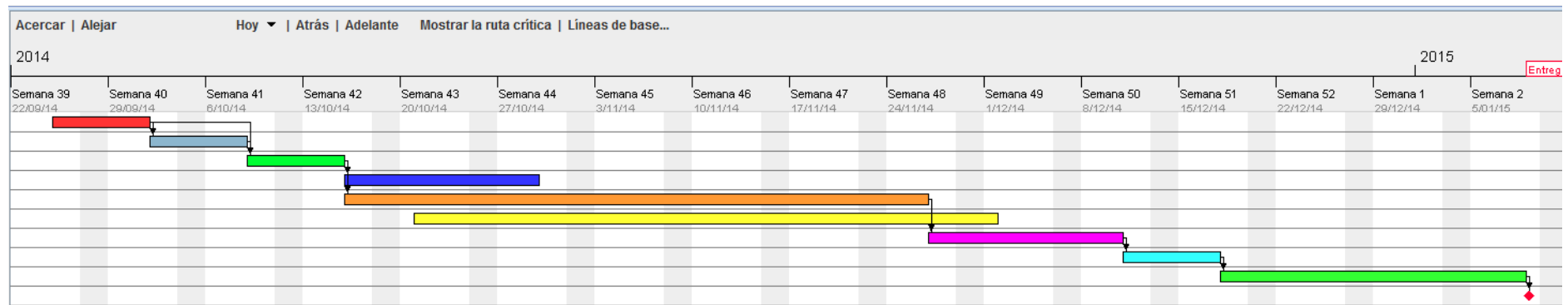
La empresa encargada de la instalación de la canalización y de pasar la fibra óptica es citynet, empresa que ya ha realizado proyectos similares para otras poblaciones.



### 5.1.5 Cronograma de tiempo:

Nombre	Fecha de inicio	Fecha de fin
• Analisis y definición	25/09/14	1/10/14
• Calculo de señal	2/10/14	8/10/14
• Busqueda de dispositivos	9/10/14	15/10/14
• Instalacion del RITU	16/10/14	29/10/14
• Instalacion Fibra Optica	16/10/14	26/11/14
• Instalacion Descodificadores	21/10/14	1/12/14
• Prueba Piloto	27/11/14	10/12/14
• Puesta en marcha	11/12/14	17/12/14
• Memoria y pliego de condiciones	18/12/14	8/01/15
• Entrega del proyecto	9/01/15	9/01/15

Img 7 Cronograma del proyecto



Img 8 Diagrama de Gantt sobre el proyecto.

**5.1.6 Coste humano:**

<b><u>Concepto</u></b>	<b><u>Unidad</u></b>	<b><u>Precio</u></b>	<b><u>Total</u></b>
Análisis y definición	40	30€	1200€
Cálculos de señal	30	25€	750€
Búsqueda de dispositivos	40	25€	1000€
Instalación RITU	200	incluido	0€
Zanjas	2500	incluido	0€
Instalación Fibra Óptica (6 técnicos)	1680	15€	25200€
Instalación Fibra Óptica ( 2 encargados)	560	30€	16800€
Instalación descodificadores (4 Técnicos)	960	15€	14400€
Prueba Piloto (2 Técnicos)	160	15€	2400€
Prueba Piloto( 1 Ingeniero)	80	30€	2400€
Puesta en marcha(2 Técnicos)	60	15€	900€
Puesta en marcha(1 Ingeniero)	30	30€	900€
Memoria y pliego	128	30	3840€
<b>Total</b>			<b>69.790€</b>

Tabla 15 Presupuesto de trabajadores.

Se puede ver que la suma de todos los técnicos e ingenieros que se incluyen en el proyecto es 69.790€. El precio por empleado incluye el material que deben realizar para sus funciones.

Tanto en la instalación de los descodificadores como en la instalación de fibra óptica se seguirán los procedimientos necesarios para la certificación de fibra óptica.

**5.1.7 Total:**

<b><u>Concepto</u></b>	<b><u>Total</u></b>
<b>RITU</b>	<b>21.329,11€</b>
<b>Red de distribución</b>	<b>122.807,4€</b>
<b>Red domestica</b>	<b>87.362,10€</b>
<b>Zanja</b>	<b>450.000€</b>
<b>Empleados</b>	<b>69.790€</b>
<b>Total</b>	<b>751.198,61 €</b>

Tabla 16 Presupuesto Total.

Al total del proyecto se debe añadir un curso de formación para 2 técnicos del ayuntamiento que darán el soporte sobre las incidencias que puedan surgir día a día. El curso de formación costara 1.500€.

El presupuesto total del proyecto es 752.698,61€, como se puede ver es un presupuesto elevado, aunque después con el plan de viabilidad y con las opciones de futuro que puede tener la inversión, se podrá ver que el proyecto es realizable por la administración.

La selección de material, productos y subcontratas han sido seleccionadas y adjudicadas por su calidad, presupuesto y ventajas sobre otros proyectos.

**5.2 Plan de viabilidad**

El plan de viabilidad se puede dividir en 4 apartados, ingresos de los usuarios, ingresos por publicidad, ingresos por subvenciones e ingresos por servicios.

**5.2.1 Ingresos por los usuarios:**

En el apartado de ingresos de los usuarios se puede incluir diversos modelos para conseguirlos, entre ellos se podría incluir el cobro de un impuesto para la televisión local, el alquiler de los aparatos, el servicio de instalación o la compra por parte de los usuarios de los diferentes equipos.

Con un alquiler de 5 euros, se tardaría 28 meses en recuperar los 138.67€. También es verdad que se puede cobrar por mantener un servicio de mantenimiento y soporte técnico.

Si se optara por la compra de los equipos por parte de los usuarios, se podría optar por una opción subvencionada o íntegra, pudiendo recuperar en el momento el coste de los aparatos.

Si se deseara cobrar la instalación, se podría reducir parte del coste de los técnicos que ofrecen el servicio de instalación de los codificadores.

### **5.2.2 Ingresos por publicidad:**

Una de las posibilidades que nos ofrecen los equipos asociados, es la integración de publicidad en la señal de la IPTV, por lo que se podría recuperar parte de la inversión del proyecto en publicidad.

### **5.2.3 Ingresos por subvención:**

La unión europea está apostando fuerte por la instalación de redes de fibras ópticas, para acabar con la fractura digital, [http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-05-398\\_es.htm?locale=en](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-05-398_es.htm?locale=en), Ayuda estatal: La Comisión aprueba la financiación pública de las comunicaciones de banda ancha en zonas rurales y aisladas de España, podemos leer el proyecto del siguiente documento:

[http://ec.europa.eu/competition/consultations/2012\\_broadband\\_guidelines/es.pdf](http://ec.europa.eu/competition/consultations/2012_broadband_guidelines/es.pdf)

Esta subvención puede suponer una fuerte recuperación del dinero invertido en el proyecto.

### **5.2.4 Ingresos por servicios:**

En este apartado se incluiría sobre todo los planes de futuro, podríamos distinguir los servicios en dos tipos, los servicios dedicados a las empresas o los servicios dedicados a los usuarios.

Por ejemplo, se podría alquilar o incluso vender la red a las empresas de telecomunicaciones para recuperar la inversión.

A los usuarios se podría ampliar servicios, televisión de pago, internet, teléfono u otros servicios, que podría suponer una cuota que ayudaría a las arcas municipales a recuperar la inversión.

Este apartado lo ampliaremos en el siguiente capítulo sobre el futuro de la red.

### 5.3 Calculo VAN

Para saber si el proyecto puede ser realmente rentable se necesitara calcular el VAN, Valor Actual Neto. El VAN es un método de valoración de inversiones en la que partimos de la rentabilidad mínima que queremos obtener (i). Con esta rentabilidad mínima se calculara el valor actualizado de los flujos de caja (diferencia entre cobros y pagos) de la operación. Si es mayor que el desembolso inicial la inversión es aceptable.

A = desembolso inicial

$Q_s$  = Flujo de caja del momento s

n = nº de años que dura la inversión

i = rentabilidad mínima que le exigimos a la inversión

$$V.A.N. = -A + \sum_{s=1}^n \frac{Q_s}{(1+i)^s}$$

#### 5.3.1 VAN 1

Cuota = 4.75€ +IVA

Publicidad= 1000€ al mes de publicidad.

A= 752.698,61

QS= se cuenta con los ingresos 630 por la cuota, que será de 6 euros con IVA incluido, por lo que el ingreso completo será de 4.75 €. También con los ingresos por publicidad de la televisión local, que será de 1000 euros mensuales. Por ultimo contaremos con unos gastos de mantenimiento de 2000 euros anuales.

Por lo que el flujo de caja será de  $630 \cdot 4.75 \cdot 12 + 12000 - 2000 = 47910 - 2000 = 45910€$

N= Se calculara el número de años del 1 al 15

I=0, el ayuntamiento no busca tener beneficios, solo poder sufragar los gastos del servicio.

Calculo del VAN	Ingresos	gastos	Flujo de Caja	VAN
0		752.698,61		
1	47910	2000	45910	-706.788,61
2	47910	2000	45910	-660.878,61
3	47910	2000	45910	-614.968,61
4	47910	2000	45910	-569.058,61
5	47910	2000	45910	-523.148,61
6	47910	2000	45910	-477.238,61
7	47910	2000	45910	-431.328,61
8	47910	2000	45910	-385.418,61
9	47910	2000	45910	-339.508,61
10	47910	2000	45910	-293.598,61
11	47910	2000	45910	-247.688,61
12	47910	2000	45910	-201.778,61
13	47910	2000	45910	-155.868,61
14	47910	2000	45910	-109.958,61
15	47910	2000	45910	-64.048,61

Tabla 17 Calculo VAN a.

### 5.3.2 VAN 2

Cuota = 4.75 +IVA

Publicidad= 1000€ al mes de publicidad

Subvención = 300000€.

Si se obtuviera la subvención de 300000 euros, cambiaría bastante el panorama, ya que se reduciría drásticamente el pago inicial.

Calculo del VAN	Ingresos	gastos	Flujo de Caja	VAN
0	300000	752.698,61	452.698,61	
1	47910	2000	45910	-406.788,61
2	47910	2000	45910	-360.878,61
3	47910	2000	45910	-314.968,61
4	47910	2000	45910	-269.058,61
5	47910	2000	45910	-223.148,61
6	47910	2000	45910	-177.238,61
7	47910	2000	45910	-131.328,61
8	47910	2000	45910	-85.418,61
9	47910	2000	45910	-39.508,61
10	47910	2000	45910	6.401,39
11	47910	2000	45910	52.311,39
12	47910	2000	45910	98.221,39
13	47910	2000	45910	144.131,39
14	47910	2000	45910	190.041,39
15	47910	2000	45910	235.951,39

Tabla 18 calculo VAN b.

Se puede comprobar como en este caso con una subvención de menos del 50% del presupuesto recuperamos la inversión en 10 años, pudiendo obtener beneficios para reinvertir en la localidad de 235.951.39.

### 5.3.3 VAN Final

Inversió = 752.698,61€

Subvenció = 300.00,00€

Publicidad= 12.000€

Mantenimiento= 12.000€

Cuota= 4€ + IVA por usuario/mes

Calculo del VAN	Ingresos	gastos	Flujo de Caja	VAN
0	300000	752.698,61	452.698,61	
1	42240	12000	30240	-422.458,61
2	42240	12000	30240	-392.218,61
3	42240	12000	30240	-361.978,61
4	42240	12000	30240	-331.738,61
5	42240	12000	30240	-301.498,61
6	42240	12000	30240	-271.258,61
7	42240	12000	30240	-241.018,61
8	42240	12000	30240	-210.778,61
9	42240	12000	30240	-180.538,61
10	42240	12000	30240	-150.298,61
11	42240	12000	30240	-120.058,61
12	42240	12000	30240	-89.818,61
13	42240	12000	30240	-59.578,61
14	42240	12000	30240	-29.338,61
15	42240	12000	30240	901,39

Tabla 19 calculo VAN c.



Con este último cálculo, se puede observar que en 15 años es posible recuperar la inversión, con un beneficio justo de 901.39€, con una cuota por usuario de 4€ + IVA por mes. Si se consiguiera una mayor subvención sería posible reducir la cuota del usuario, si además, se obtuviera una mayor publicidad o alquiler de la infraestructura o de la propia red, también se podría reducir la cuota de los usuarios.

Por último se podrían añadir nuevos servicios, como podría ser la visión de canales privados, internet o TV deberíamos incluir nuevos gastos, pero también nuevos ingresos, por lo que se debería recalcular los gastos del VAN.

Por otro lado el ayuntamiento cuenta con un presupuesto de 3.2 millones de euros, por lo que es una inversión algo importante, aunque para este proyecto además de la subvención de la unión europea, se contaría con inversiones del Consell de Mallorca o el Govern Balear, incluso con el Plan Avanza, facilitando créditos a interés cero. Por lo que el ayuntamiento podría ir pagando el proyecto en diversos años sin ser una inversión tan fuerte para el consistorio.

## 5.4 Alternativa coaxial

Este punto es simplemente como ejemplo del coste de la red si se hubiera decidido realizarla sobre tecnología Coaxial. Si se tuviera que realizar la conexión sobre tecnología coaxial, el proyecto sufriría algunos cambios:

- La cantidad de cable se verá reducida, ya que utilizaríamos una tipología del tipo árbol en lugar de una topología en estrella.
- Los dispositivos de cabecera, tendrán un coste muy similar, se deberán cambiar los distribuidores de fibra por los repartidores de coaxial, pero la captación, transformación de señal será muy similar, ya que se mantendría la codificación H.264.
- Por otro lado, deberemos añadir distribuidores de señal y amplificadores, además de incluir líneas eléctricas para dar soporte a estos dispositivos, que se podría obtener de la red pública,
- Este cambio posiblemente haría cambiar la forma de instalar las canalizaciones en el pueblo, pudiendo provocar un aumento de gasto de esta.

- El transformador de señal en casa no haría falta, por lo que nos bastaría con un descodificador coaxial.

Después de este análisis se contaría con un presupuesto similar:

<b><u>Concepto</u></b>	<b><u>Total</u></b>
<b>RITU</b>	<b>21.329,11€</b>
<b>Red de distribución</b>	<b>¿¿??</b>
<b>Red domestica</b>	<b>47.255€</b>
<b>Zanja</b>	<b>450.000€</b>
<b>Empleados</b>	<b>69.790€</b>
<b>Total</b>	<b>¿¿??</b>

Tabla 20 Presupuesto coaxial.

Como se puede observar, sin realizar nuevos cálculos de zanja, se nos reduce la red doméstica casi en 40.000 euros para 630 dispositivos, al poder prescindir del conversor.

Por ultimo quedaría analizar el coste de la red de distribución, por lo que seria necesario saber el precio del cable coaxial, cable eléctrico, distribuidores de señal y amplificadores de señal. Se utilizara una atenuación media de 0.06 dB, más la atenuación obtenida de los pasos por los diferentes distribuidores.

Se ha calculado el número de distribuidores dividiendo el número de PAUS por las salidas de cada distribuidor, y aumentándolo, para posibles ampliaciones. La atenuación de cada distribuidor es de 18 dB, la salida desde cabecera es de alrededor de unos 100dB y la señal mínima en un PAU debe ser de 45dB, y el cable cada 100 metros es de 6 dB, si se realizan los cálculo al pasar del Km, aun sin distribuidores, la señal será menor de 40 dB, por lo que se deberán incluir amplificadores.

El cálculo aproximado, se necesitaran unos 40 amplificadores.

<b><u>Concepto</u></b>	<b><u>Unidad</u></b>	<b><u>Precio</u></b>	<b><u>Total</u></b>
Coaxial	20000	0.92€	18400
Cable eléctrico 6mm	21000	0.78€	16380
Distribuidores 1/8	90	5.40€	486€
Amplificadores.	40	40€	1600€
Conectores	2500	1.03€	2.575€
<b>Total</b>			<b>39441€</b>

Tabla 21 Presupuesto distribución coaxial.

Por lo que el presupuesto total sobre coaxial, seria aproximadamente:

<b><u>Concepto</u></b>	<b><u>Total</u></b>
<b>RITU</b>	<b>21.329,11€</b>
<b>Red de distribución</b>	<b>39.441€</b>
<b>Red domestica</b>	<b>47.255€</b>
<b>Zanja</b>	<b>450.000€</b>
<b>Empleados</b>	<b>69.790€</b>
<b>Total</b>	<b>627.815,11 €</b>

Tabla 22 presupuesto total.

Como se dijo en el análisis DAFO, y en otros apartados del proyecto, si se hubiera realizado la red de distribución en coaxial, ahorraríamos 123.381,5€, pero la limitación tecnológica, que impondría el cable coaxial, no compensaría, este ahorro en el futuro. También nos limitaría el acceso a la subvención Europea, y se estaria instalando una red seguramente desfasada.

## Capítulo 6

### 6.1 Análisis requisitos.

Como todos los proyectos técnicos se debe comprobar que cumple los requisitos necesarios. Igualmente la mayoría de proyectos tecnológicos deben cumplir con los estándares internacionales o europeos, o como mínimo con sus recomendaciones.

Por esto se analizara los requisitos necesarios en las redes GPON que como hemos visto en el punto 2.3 de redes GPON, serían los relacionados con ITU-T G.980, encontraríamos los siguientes requisitos:

- Los dispositivos deben ser compatibles con la normativa, en este caso tanto el ONL y ONT cumplen con el estándar ITU-T G.984.2 Clase B+.
- Se recomienda un ratio de splitter 1:64, aunque se pueden llegar a 1:128, nuestro proyecto mantiene el ratio 1:64.
- El siguiente requisito es una distancia inferior a los 20 Km, sin tener regeneración de señal. Como se ha hablado en puntos anteriores nuestro proyecto la distancia más larga en estos momentos no llegaría a los 4Km de distancia.
- Niveles de señal, los niveles de señal deben estar comprendidos entre los parámetros correctos de recepción. Como se ha podido ver en los cálculos de la señal que se han realizado se cumplen, incluso dejándo margen.
- La fibra debe ser monomodo y permitir el correcto funcionamiento en las longitudes de onda que indican los dispositivos, como se ha podido ver en el análisis técnico, permite el correcto funcionamiento tanto en 1310nm y 1490nm.
- La topología debe ser modo árbol – estrella, lo que además permite cumplir con la seguridad, prevenir que otros usuarios puedan descodificar fácilmente los datos de bajada, prevenir que otros usuarios puedan enmascaras a otros usuarios ONU/ONT.
- Además se dispone con FTTH, la fibra óptica llega hasta casa del usuario.
- Tener una latencia máxima de 1.5ms, sin tener en cuenta el retardo introducido por la adaptación tales como simulación de circuitos, no cuentan a este dato.

- Contar con velocidades: 1.2 Gbit/s subida, 2.4 Gbit/s bajada o 2.4 Gbit/s subida, 2.4 Gbit/s bajada.

## 6.2 Certificación de red.

Una vez realizada la instalación de fibra óptica, se realizara una verificación/certificación de la red, se realizaran pruebas piloto y por ultimo un control de calidad con los usuarios.

El primer paso será verificar durante la instalación que no hay problemas con la fibra óptica, para ellos los técnicos instaladores deberán ir con cuidado y revisar si pueden detectar posibles fallos. Además de haber estudiado anteriormente las curvaturas de la instalación, para evitar posibles problemas con la fibra óptica.

Los instaladores, sobre todo el encargado de realizar las diferentes fusiones, vigilara en todo momento que los enlaces son los más limpios posibles, para así evitar posibles fallos en la fibra y/o una pérdida de potencia. Para ello se aconsejara a la empresa instaladora la utilización de microscopios portátiles para revisar las uniones de fibra. Los técnicos usaran kits de limpieza especializados para fibra óptica.

Una vez instalada la fibra se realizara la medición de la pérdida de la fibra monomodo y por último se daría paso a la certificación, si la fibra da el resultado correcto, si no diese un valor valido, se deberá probar con otra línea. Si las dos fibras dan valores negativos para la certificación se revisara dónde puede estar el fallo, en caso de que no se pueda localizar será necesario comprobar todo el cableado, si se consiguen que alguna fibra funcione correctamente y no fuera posible el funcionamiento correcto de las otras fibras, indicariamos como línea muerta y quedaría constancia en la memoria del proyecto.

Las certificaciones se deberán hacer siguiendo las normativas marcadas por IEEE, TIA/EIA o ISO/IEC. La certificación completa del cableado de fibra óptica incluye dos partes:

- Nivel 1: Régimen básico de control. Se realiza mediante un medidor de potencia y una fuente luminosa, o un conjunto de comprobación de perdida óptica.

- Nivel 2: Régimen extendido de control. En este caso deberá medir con un OTDR.

La certificación de enlaces de fibra óptica requiere el equipo de comprobación adecuado, conocimientos exhaustivos de los estándares de instalación y de aplicación y capacidad para documentar los resultados de la comprobación.

Las magnitudes importantes para tener en cuenta son para el nivel 1, la atenuación, longitud y polaridad. En el caso de nivel 2 usando el OTDR, Optical Time Domain Reflectometer, el OTDR realiza un trazado que es una firma grafica de la atenuación y su longitud.

Uno de los aparatos recomendados para la realización de la medición será el siguiente: <http://es.flukenetworks.com/datacom-cabling/Versiv/CertiFiberPro>

Una vez realizada toda la instalación y estando certificada, se realiza la conexión de los primeros equipos de usuario, y empezara la emisión en prueba piloto, por lo que se comprobara el correcto funcionamiento de los canales y el funcionamiento correcto del sistema. Confirmar la correcta recepción del canal local y del resto de canales de la TDT.

Una vez verificado el correcto funcionamiento de la prueba piloto, comprobando la velocidad, la capacidad de transmisión y la correcta recepción de los canales daríamos por finalizada la prueba piloto.

Se entraría en la tercera fase de la verificación de la red, empezaría la puesta en marcha de todo el proyecto, y se dará la opción de poder hacer comentarios a través de una página web, del servicio técnico o del propio ayuntamiento, para poder detectar anomalías en los sistemas y poderlas subsanar a la mayor brevedad posible.

### **6.2.1 Pruebas a realizar:**

Como se puede observar ver muchas recomendaciones vistas en el punto 6.1, se pueden medir o tener en cuenta en la redacción del proyecto. Por otro lado, inicialmente se deben cumplir todos los parámetros. Pero por otro lado hay datos que se deberán medir o comprobar con los aparatos indicados en el apartado anterior.

Por lo tanto en la prueba piloto deberan comprobar:

- Correcto funcionamiento de la conversión analógico a digital.
- Correcto funcionamiento de la inclusión vía IPTV de la señal del canal local y de la TDT.

Estas dos pruebas deberán realizarlas conectando un ONT en la salida del OLT antes de empezar la implantación de la red de distribución. Es necesario observar que se ven todos los canales que se desean y con la calidad que se debe ofrecer. Por lo tanto los canales de HD deben poderse ver correctamente.

Una vez realizada esta prueba, se deba ir ampliando el radio de la prueba piloto a las diferentes casas de los usuarios.

Estas medidas son de carácter visible, por tanto para confirmar el funcionamiento correcto, bastaría con conectar el ONT y comprobar si se ven correctamente los diferentes dispositivos.

Otra parte importante como hemos comentado es cumplir con las recomendaciones indicadas por la ITU, como hemos podido comprobar cumplimos con ellas.

Por ultimo las pruebas para la certificación y prueba piloto deberan cumplir:

- Retardo máximo de 1.5ms.
- Velocidad de subida o bajada de 1.2 Gbit/s o 2.4 Gbit/s.
- Análisis de comportamiento en longitudes de onda.
- Correcto nivel de señal.

En el momento de la certificación se deberán analizar todos las fibras ópticas monomodo, como hemos visto en el punto 6.2, se tienen los dispositivos que permiten realizar las comprobaciones necesarias.

Por tanto se haran una doble verificación, una primera los técnicos que instalen las fibras ópticas, deberán comprobar que cumplen con la perdida de señal y no pueda después perjudicar el sistema. Después se realizara una segunda verificación en la instalación de los PAUS, se conectará el fluker en la central y en los extremos, y se realizará el análisis de los datos.

Se guardarán los resultados del fluker para adjuntarlos en el proyecto.

Igualmente el fluker daría los datos del resto de características necesarias, lo que daría la posibilidad de comprobar que se cumplen la correcta Recepcion de señal, el comportamiento de la fibra con respecto a las longitudes onda, el retardo y la velocidad.

Se deberá analizar los latiguillos de fibra óptica, no se guardaran los datos, pero se verificara el correcto funcionamiento con el sistema.

### **6.2.2 Verificación del proyecto**

Una vez realizado todos los análisis técnicos y comprobaciones que la red cumple con los requisitos del ITU y comprobada la correcta digitalización del canal local del ayuntamiento de Consell, y la correcta inclusión de los canales de TDT se podrá certificar que la red instalada cumple con los requisitos del proyecto.

Junto al proyecto se entregará un pliego de condiciones, donde se confirmara la certificación de la red para el correcto funcionamiento de nuestra red. Además del correcto visionado en los ONT instalados en los diversos hogares y empresas.

Como hemos podido ver a lo largo del proyecto se contara:

- Confirmación de la conversión del canal de televisión local a digital.
- Certificación de red, lo que permitirá confirmar que la red cumple con los requisitos necesarios.
- Confirmación de que la recepción es correcta en los hogares.
- Análisis de viabilidad del proyecto.

En definitiva una vez comprobado que la red GPON es viable y cumple con todos los requisitos del ITU y además la transmisión de la señal del canal local es correcta, se cumplirá los objetivos del proyecto.

Dichos objetivos son:

- Permitir la supervivencia y la retransmisión del canal local de Consell, como se ha dicho se cumple ya que el canal llega a los diversos hogares del municipio, además de poder ofrecer nuevos servicios en el futuro, dado a la capacidad de la red.



- Crear una red de IPTV que permita después aplicar otras tecnologías o servicios, la red GPON es una red triple play que permitirá nuevas tecnologías y servicios.
- Dotar al pueblo de una red neutra de fibra óptica, la red que hemos creado en un principio es neutra, aunque puede acabar transformándose si el consistorio lo considera oportuno.
- Permitir al ayuntamiento utilizar la red de fibra óptica para otros proyectos, wifi municipal, cámaras, como veremos en el siguiente capítulo mostraremos el futuro del proyecto.

Así que en definitiva después de las pruebas piloto podemos confirmar que hemos cumplido los objetivos que se nos plantearon en un principio, que principalmente es la supervivencia del canal local.

## Capítulo 7

### 7.1 Futuro del proyecto

La ventaja de apostar por las tecnologías más actuales es que nos permiten asegurar no perder la oportunidad de la innovación y el avance tecnológico. Por ello es importante la fuerte inversión por estas tecnologías, no solo por lo que ofrecen ahora, si no por todo lo que permitirá ofrecer de base a este proyecto, o con algunas modificaciones.

Las primeras modificaciones, será la posibilidad de añadir canales a nuestra IPTV, como se puede ver, la cabecera seleccionada, cuenta con lector de tarjetas CAM, lo que permite descodificar los canales codificados en TDT, lo que ofrece la posibilidad de ofrecer, claro está llegando a un acuerdo con la empresa que lo gestiona, los servicios de GOLTV o AXN que se ofrecen con este método.

Sin entrar en contacto con otra compañía que suministren servicios por cable, se podría incluir canales vía satélite, ya que se pueden incluir en la misma cabecera o si fuera necesario ampliarla para un futuro.

Esto además sumando la opción de contar para los ciudadanos la posibilidad de ver los canales y tenerlos actualizados en su casa y poderlo ver en cualquier dispositivo que lo deseen.

Otras posibilidades es la opción de usar las fibras para dotar de servicios a los ciudadanos, incluir wifi publica en la calle, como ha pasado en nueva york, que se incluyen puntos de alta velocidad, que son costeados en base a la publicidad, la posibilidad de crear una red de carga de vehículos inteligentes y tener ya la red de fibra para el control extendida, la mejora de los servicios de seguridad, y muchas otras opciones que permitirían crear una smart city.

Otra mejora, implicaría la conexión con otra red, pudiendo ofrecer conexión de internet a los usuarios en casa, diferentes compañías como pueden ser ONO o Movistar, o compañías del tipo wi-fi Baleares, ib-red podrían ofrecer internet a los usuarios, incluso internet y teléfono.

Con la interconexión con las redes de Telefónica y ONO, o el resto de compañías que ofrecen los servicios 3PLAY (Internet, televisión y teléfono), se podría incluir estos servicios, ofreciendo nuestra red en alquiler o vendiendo la red a estos operadores.

En caso de que esto no sea posible, o no les interese, se podría optar como último recurso en ser el propio ayuntamiento el proveedor de servicios a los ciudadanos. Tenemos como ejemplo diversos pueblos:

El ejemplo Canadiense, un pequeño pueblo, Olds, es de las primeras zonas rurales de Canadá en ofrecer un 1 giga a los usuarios. Ellos mismos han creado el proveedor O-NET para mejorar los problemas que tienen con los servicios actuales de internet. Al realizar la inversión y que ningún operador se interesase en la red, invirtieron más para comprar los equipos necesarios y así poder ofrecer un servicio de IPTV e internet por 57\$ al mes.

<http://www.cbc.ca/news/technology/small-alberta-town-gets-massive-1-000-mbps-broadband-boost-1.1382428>

El caso español es muy similar, Centelles en Cataluña, creó una red neutra municipal, el caso similar al que se propone a Consell, como en el caso de Olds ningún operador se ha interesado, por lo que crearon un operador AD-HOC para explotar sus recursos, incluyen servicios de telefonía fija, móvil e internet.

[http://www.elconfidencial.com/tecnologia/2014-03-11/centelles-el-pueblo-que-gestiona-su-propia-red-de-fibra-optica\\_99837/](http://www.elconfidencial.com/tecnologia/2014-03-11/centelles-el-pueblo-que-gestiona-su-propia-red-de-fibra-optica_99837/)

## Conclusiones:

Para comenzar con las conclusiones se revisaran los objetivos que se marcó al principio del proyecto, estos objetivos se han tenido en cuenta y en el fondo se han cumplido satisfactoriamente.

El primer objeto era la posibilidad de permitir la supervivencia de la televisión local y su retransmisión, al ser la base del proyecto se cumple, al convertir la señal analógica en la que emite la televisión local a señal DVB-T, que después es codificada mediante H.264 para retransmitirla por nuestra red IPTV.

El segundo objetivo trataba de remarcar que la red que se instalara tuviera una aplicación de futuro, que como se puede observar en el proyecto, este objetivo se tiene en cuenta, primero por la posibilidad de ampliar los servicios a triple play, mediante una empresa externa o creando un ente público que pudiera ofrecer estos servicios.

Mientras el tercer objetivo es similar al anterior, dotar de una red neutra al ayuntamiento, mientras el ayuntamiento no decida venderla, la red de fibra óptica, es de su propiedad, por lo que le permite ser el propietario y poderla ofrecer o utilizar de la manera que crea más conveniente.

El último objetivo al tener fibras sobrantes en el proyecto, se podría utilizar para permitir al ayuntamiento realizar nuevos proyectos, como podría ser ofrecer wifi municipal, instalación de cámaras y cualquier proyecto que deseara el ayuntamiento y fuera viable.

También se ha analizado el tema económico, en el cual se puede ver que mediante las ayudas y subvenciones de diferentes estamentos, sería posible el proyecto y la ampliación de servicios. Lo ideal que al ser una red neutra, que fueran ingresos públicos, pero que también se podrían obtener ingresos privados, que ayudaría al ayuntamiento a recuperar la inversión, o tener beneficios que pudieran repercutir en el pueblo.

Se puede ver que las grandes empresas, por otra parte lógico, no les interesa ofrecer fibra a todo el mundo, por eso en algunos casos las entidades públicas deben realizar esfuerzos, para reducir la brecha digital.

En los últimos días se puede ver que la CNMT trata de que la instalación de fibra óptica de Movistar sea obligatoriamente abierta para otras compañías. En este caso Movistar, no está de acuerdo e indica que si es así, no seguirá expandiendo su red.

Si analizáramos el DAFO, se puede comprobar cómo hemos tratado de evitar algunas de las debilidades o amenazas, el coste aunque elevado, creemos que se vería absorbido por la subvención europea y las dificultades técnicas, parecen menores de lo que se podría prever.

Además la crisis económica, como en la cultura China, puede verse como una oportunidad para aumentar el nivel de vida de los ciudadanos e incluso poder generar beneficios para el propio pueblo. Una vez analizado, en estos momentos tampoco existe la posibilidad de que otra empresa cree una nueva red, además de la posibilidad de ceder la red nuestra para su uso.

Las dos últimas amenazas, era el descontento de la población, por las molestias de las obras o la instalación de la fibra óptica en fachadas y aunque la segunda parte será difícil de evitar, las molestias de las obras las hemos reducido al mínimo, al igual que el daño visual, al utilizar una instalación por el alcantarillado del pueblo.

A nivel personal además de servirme para aplicar los conocimientos obtenidos en el resto de asignaturas del grado, he descubierto las diferencias entre IPTV y televisión por internet, entre ellas se encuentra la calidad, superior en IPTV y el alcance, mientras la televisión por internet es mundial y con programación diversa, mientras que el IPTV está limitada a su infraestructura y a los canales que pertenecen a la zona geográfica.

Por otro lado he conocido y he podido indagar más sobre las redes de fibras ópticas, descubriendo el concepto de red GPON, en el cual se ha basado en el proyecto. Estas redes resultan muy interesantes para la aplicación en reducidas zonas geográficas, aunque actualmente pueden llegar hasta 20Km, y posiblemente en un futuro no muy lejano será aún mayor.

La posibilidad de crear ciudades inteligentes basadas en este tipo de redes podría ser de gran ayuda, sobre todo por el reducido consumo, y al disminuir los posibles fallos en la red de distribución.

Al intentar investigar sobre la tecnología de fibra óptica en la CMT, comisión del mercado de telecomunicaciones, he podido observar que muchos datos están ocultos, por lo tanto para los ingenieros que quieren investigar o conocer el estado real, resulta costoso y dificultoso.

En definitiva el proyecto ha servido para aumentar los conocimientos además de aplicar los conocimientos adquiridos durante estos años. Además hemos conseguido cumplir los objetivos del proyecto y hemos analizado las diferentes opciones seleccionando la más adecuada para el problema propuesto.

## **Anexo A Plan de contingencia Versión 1.0.**

### **1 Plan de contingencia:**

#### **1.1 Recursos materiales:**

Los recursos materiales necesarios serán las infraestructuras con las que cuenta el ayuntamiento, los 2 RITU definidos en el proyecto, el generador, los dispositivos de Backup que hemos obtenido en el proyecto, herramientas de medición, fibra óptica y fusionadoras de fibras.

#### **1.2 Personas implicadas en el cumplimiento del plan:**

Las personas implicadas en el plan son:

- Técnicos que realizaron el proyecto.
- Técnicos de soporte del ayuntamiento.
- Responsable técnico del ayuntamiento.
- Personal del ayuntamiento.
- Usuarios.
- Responsable del proyecto.

#### **1.3 Responsabilidades de las personas.**

Los técnicos que realizaron el proyecto y los técnicos de soporte del ayuntamiento serán los encargados de revisar las instalaciones, analizar los posibles fallos y solucionarlos.

El responsable técnico del ayuntamiento y el responsable del proyecto, serán los encargados de realizar el seguimiento de las incidencias surgidas, y analizar el plan de contingencia y actualizarlo.

Los usuarios y personal del ayuntamiento serán los encargados, además del resto de personal involucrado en el proyecto, de avisar de los posibles fallos en el sistema.

## 2 Descripción:

Las funcionalidades de nuestra red cuentan con la recepción de los canales de TDT y redistribuirlos junto al canal digitalizado del propio ayuntamiento. La antena receptora de TDT se encuentra en el ayuntamiento, al igual que el local de la televisión local que se encuentra en la sala junto a la sala que nos hará de recinto de telecomunicaciones.

La red de distribución es una red de fibra óptica pasiva, por lo que no lleva electricidad y no cuenta con otros dispositivos. La red cuenta, algunas fibras, que no serán utilizadas para Backup. Además cuenta con 4 conjuntos de 64 fibras que van desde el recinto de telecomunicaciones hacia los dos extremos del pueblo, una llega a un segundo recinto de telecomunicaciones y un tercero va hacia la salida del pueblo.

Otro de los puntos clave que cuenta el proyecto son los dispositivos en la casa de los usuarios, el ONT y el descodificador.

Además como hemos dicho contamos con un segundo recinto de telecomunicaciones, que será utilizado de backup, y además contara con un backup de todos los dispositivos de la cabecera.

Para ver la red revisar la imagen 4 en la que se muestra la red de distribución.

## 3 Análisis de riesgos:

Los riesgos pueden ser debidos a causas naturales, problemas de la instalación o una mala gestión de los sistemas de los que disponemos.

Entre los desastres naturales se pueden incluir entre los más probables, tormentas eléctricas, y otros menos probables como incendios o terremotos. La tormenta eléctrica puede provocar fallos eléctricos o roturas de dispositivos electrónicos. Mientras el incendio, podría provocar igualmente fallos eléctricos y perdidas de dispositivos electrónicos, incluso perdida de infraestructuras, mientras que en el caso de los terremotos seria especialmente perdida de infraestructuras o posibles cortes de la red. Los incendios si se produjeran en zonas de la red de distribución, podrían provocar



cortes en la fibra, también pueden afectar las inundaciones, pudiendo provocar fallos eléctricos.

Entre los fallos de la instalación, puede ser que los dispositivos, no estén bien sujetos y puedan caerse y romperse, que la canalización se desprenda y pueda provocar la rotura de fibras, mala instalación eléctrica, pudiendo provocar cortocircuitos.

Entre la mala gestión de los dispositivos, podría ser o por los usuarios, que intenten actualizar o “craquear” dispositivos para conseguir más servicios o un acceso ilícito a la información. Por parte de los operarios, una mala configuración de los dispositivos puede provocar la caída del sistema o posibles descuidos en el uso de aparatos electrónicos.

Además de poder entrar en juego otro personal no autorizado y provocar daños en las instalaciones.

También puede haber causas externas, como puede ser un fallo en la torre de Alfabia, torre que nos da cobertura TDT o un fallo en la televisión local, que deje de suministrar la señal analógica.

#### **4 Costo corte del servicio:**

El corte de servicio puede provocar la pérdida de confianza de los usuarios, y además de poder reducir la cuota de mantenimiento, se podrían perder nuevos clientes o los que ya tenemos podrían dejar de usar el servicio.

Esto aunque parezca algo pequeño puede dejar una red de fibra óptica inutilizada, lo que sería la pérdida total de la inversión.

Por otro lado, podría provocar una pérdida en los ingresos por publicidad, ya que si no se tuviera un sistema fiable, las empresas no les interesara invertir en la señal, para publicar sus servicios.

A parte del coste económico, si nadie utiliza este servicio, la televisión local podría llegar a desaparecer, perdiendo puestos de trabajo y una plataforma de publicidad y comunicación del ayuntamiento.

Los fallos que provoquen pérdida de dispositivos o de elementos de la red comportaran un gasto para restaurar el elemento de la red.

## **5 Prioridades de recuperación:**

Ante un fallo total del sistema se necesitase recuperar el servicio en el menor tiempo posible.

El servicio de IPTV necesitaría recuperar por orden de prioridad:

- Red de distribución.
- Captación de la señal TDT
- Empaquetar y enviar TDT
- Captación de la señal del Canal Local.
- Empaquetar y enviar Canal Local.
- Introducción de la publicidad.

Se ha seleccionado este orden por motivo, que lo primordial de una red es recuperar es la red de distribución, ya que aunque se disponga señal, si no se tiene la red de distribución no se podrá hacer nada con ella.

El motivo para recuperar antes la señal TDT que la señal de la televisión local, es porque los canales de TDT tienen una mayor audiencia, y en estos momentos la televisión local tiene un horario específico de emisión, posiblemente en futuras revisiones, podría alterarse este orden si fuera necesario.

Una vez que se recuperara la señal, seria necesario empaquetar y enviarla, como en el caso anterior en el momento que dispongamos la señal TDT nos aseguraremos de que sea posible enviarla, y empezar a transmitir, una vez transmitida la TDT empezariamos con la señal del canal local.

Finalmente se volvería a introducir la publicidad, aunque sea una fuente de ingresos, creemos que puede ser más perjudicial perder a los clientes que los publicistas.

## **6 Plan de respaldo:**

### **6.1 Recinto de telecomunicaciones:**

Para empezar en el recinto de telecomunicaciones es donde se encuentran todos los dispositivos actuales de la IPTV. Para fortalecer el plan de respaldo, todos los dispositivos con los que cuenta el recinto del ayuntamiento se tendrán almacenados y listos para usar en el recinto de la estación.

Del plato de la televisión local no se tiene respaldo, pero es posible emitir desde una cámara conectándola a la cabecera IPTV.

El recinto de telecomunicaciones, que en el proyecto se menciona RITU, Recinto de Telecomunicaciones Único, daremos por nombre RITU1, el recinto del ayuntamiento y RITU2 el recinto de la estación de tren.

El RITU1 contara con un generador, que es utilizado por el ayuntamiento y la televisión local, para asegurar el correcto funcionamiento, se revisaran los niveles de combustible 1 vez al mes y se pondré en marcha una vez al semestre, esto lo realizaran los operarios de mantenimiento del ayuntamiento, indicando los resultados al responsable del proyecto. También se contara con los térmicos necesarios para evitar sobretensiones.

Los técnicos de mantenimiento además revisaran las tomas eléctricas y el cableado una vez al semestre, en caso de detectar alguna anomalía, deberán repararla y confirmar en el plazo de un mes que no se ha reproducido.

Los técnicos del ayuntamiento encargados del proyecto, revisaran una vez al mes la señal recibida de la TDT, la calidad y el nivel de emisión.

En el RITU2 estarán los dispositivos desconectados para evitar que una sobrecarga pudiera afectar a estos sistemas, una vez cada trimestre se conectaran los dispositivos y encenderán, y se comprobara la recepción y emisión de señal.

Los dos recintos contarán con dos extintores cada uno, uno preparado para fuegos eléctricos y otro general, colocados en la entrada uno a cada lado de la puerta. Se seguirá la normativa vigente en cuestión de revisión y recargas.

El acceso a los dos recintos será permitido solo a los técnicos que tengan que realizar funciones dentro, y se llevara un registro de todo aquel que entra en los recintos. Se contara con cámaras para revisar que se realiza dentro del recinto.

En el RITU1 contaremos con suelo técnico, para así poder colocar los cables fácilmente y tener una elevación de todos los componentes eléctricos del piso.

En los recintos estará prohibido fumar y habrá detectores de humo, para la detección temprana en caso de un posible incendio.

Una cosa muy importante, es que cuando se reciba el proyecto, se deberá realizar un análisis completo del sistema para poder pasar a garantía los posibles fallos.

## **6.2 Red de distribución:**

Una vez al año los responsables del alcantarillado revisaran la canalización que no tenga problemas, y los técnicos del proyecto comprobaran la señal en las tomas que no se están usando, además de realizar control en aproximadamente el 5% de PAUS, locales o viviendas.

La ventaja con la que contamos en este proyecto es que es una red pasiva, por lo que si no se ven daños exteriores y el análisis de la señal es correcto no deberíamos tener mayores problemas.

Sobre todo desde el departamento técnico que autoriza las obras, tendrá que contar y ofrecer los documentos y mapas necesarios para evitar que las posibles obras o actividades puedan perjudicar la red de fibra óptica.

Se contara con aproximadamente un mínimo de 2000 metros de fibra óptica, para poder realizar sustituciones parciales.

## **6.3 Dispositivos de recepción:**

Los dispositivos de recepción de la señal serán responsabilidad de los usuarios, a los cuales se les entregada un decálogo de buenas prácticas y comprobaciones básicas.

Por otro lado los técnicos estudiaran las actualizaciones de firmware, y la posibilidad de implantarlas remotamente, si no fuera posible, solo se actualizarían de

forma manual en caso de que pudieran ofrecer un problema grave de seguridad o perjudicar el servicio.

Cuando se revisen los PAU, también se comprobaran los dispositivos del usuario, por si se detectara un deterioro o fallo que pudieran ser reproducibles en otros dispositivos.

## **7 Plan de emergencia:**

En el plan de emergencia se analizara los posibles fallos que se puedan encontrar, una vez que el plan de respaldo haya fallado o no se haya podido evitar el problema.

### **7.1 Recinto de telecomunicaciones:**

#### **7.1.1 Fallo suministro eléctrico:**

En este caso lo primero que se haría seria analizar el motivo del fallo eléctrico, si ha sido un fallo en el suministro o un corte de corriente no programado encenderíamos el generador, si fuera programado, ya tendríamos el generador encendido.

Si el fallo eléctrico viene dado por un incendio, inundación u otro motivo que desaconseje encender el generador eléctrico, se intentara aislar el recinto, y si es posible desconectar la corriente, para evitar que una suida de tensión pueda provocar la pérdida del sistema.

#### **7.1.2 Inundación:**

Se analizara porque se está provocando la inundación, si fuera por una rotura de tubería, se trataría de cortar el suministro de agua hasta que quede solucionado.

Si fuera imposible detener la entrada de agua, se cerrara el recinto y si el agua pudiera llegar al nivel de los cables eléctricos o de los aparatos, deberíamos desconectar la corriente del recinto.

En caso de que la inundación sea provocada por causas naturales o un filtrado dentro del recinto de telecomunicaciones, si fuera cerca de los aparatos, habría que apagar los dispositivos y si es posible sacarlos del recinto para evitar su pérdida.

**¡IMPORTANTE: Nunca se pondré en riesgo la salud de un técnico, cualquier dispositivo se puede reemplazar!**

### **7.1.3 Incendio:**

En caso de incendio, si fuera un incendio en cualquier parte del ayuntamiento, se analizará si es posible apagarlo por el responsable de los responsables en caso de incendio, si no fuera posible, lo primero sería evacuar completamente el edificio, y una vez que lleguen los bomberos si nos aseguran el acceso entraríamos a comprobar el recinto.

Si el incendio fuera exterior del ayuntamiento, sería evacuado todo el personal no esencial, y se esperaría al aviso de los bomberos o las autoridades, aunque aun así si el fuego se acercara aun sin tener aviso de las autoridades, desalojaríamos completamente el ayuntamiento.

En caso de detectar humo o en el recinto, los encargados de prevención de incendios del ayuntamiento, tratarán de ver desde las cámaras si es posible acceder al recinto, si no fuera posible, se espera a la llegada de los bomberos, si es posible detectar con la cámara que se puede acceder, se entraría y se usarían los extintores. Antes desactivaríamos la corriente de los dispositivos.

### **7.1.4 Terremoto:**

En caso de terremoto se deben seguir las indicaciones del personal de prevención, colocando a todo el personal debajo de las mesas o en los marcos de las puertas. Una vez pasado se seguirán las indicaciones indicadas por las autoridades.

Si hubiera habido derrumbes se vaciara enseguida que sea posible el ayuntamiento.

### **7.1.5 Otros:**

Si hubiera cualquier otro imprevisto, la premisa es asegurar al personal del ayuntamiento, obedeciendo las recomendaciones del personal encargado de riesgos laborales y de las autoridades competentes.

Una vez asegurado el personal se comprobaría si se tuviera que realizar una acción de emergencia en el recinto para evitar daños mayores.

### **7.1.6 Recinto estación:**

Este recinto se encuentra separado aproximadamente 1,5 Km, en este espacio no se contara con técnicos desplazados, ni personal del ayuntamiento en un principio. Se realizara vigilancia desde el ayuntamiento, si fuera necesario se desplazaría un técnico de prevención del ayuntamiento junto con un técnico del proyecto y realizaran las medidas necesarias para conseguir el menor daño posible.

### **7.1.7 Análisis:**

Una vez realizadas las actuaciones de emergencia y pasado el riesgo, se deberá regresar el sistema a su normalidad y evaluar los daños, si esto no fuera posible se comenzara con el plan de recuperación.

## **7.2 Red de distribución:**

La red de distribución no puede verse afectada, en un principio por cortes eléctricos ni por inundaciones, a no ser que puedan provocar que se estropee la canalización o provoque roturas en los cables. Además esta red se encuentra en una parte publica, cualquier incendio, terremoto u otra catástrofe natural, deberá ser analizada y solucionada por los servicios de emergencia.

Por lo que en este punto el plan de emergencia, se basa en seguir las indicaciones de las autoridades encargadas del problema.

En caso de tratarse un fallo por una obra o acción intencionada, se deberá detener la obra o acto que está provocando el fallo, analizar lo que ha provocado el fallo, depurar responsabilidades y tomar las decisiones en el plan de recuperación.

### **7.3 Red doméstica:**

Estos dispositivos son responsabilidad del cliente mantenerlos en correcto funcionamiento y encargarse del plan de emergencia. La responsabilidad se limitaría a un fallo de software propio de los aparatos o de software malicioso, que puedan afectar al servicio.

Si se detectara desde la central, un fallo que pudiera extenderse, deberíamos cortar la conexión de este sistema, aunque ya en un principio el sistema, por seguridad, no permite la interconexión entre dispositivos.

## **8 Plan de recuperación:**

En el plan de recuperación se tratara las tareas necesarias que deberemos realizar para recuperar el sistema de la forma más rápida posible.

### **8.1 Recinto de telecomunicaciones:**

#### **8.1.1 Análisis:**

Una vez finalizada la emergencia y habiendo asegurado las instalaciones, el primer paso sería analizar el estado en el que se encuentra el recinto de telecomunicaciones tanto el del ayuntamiento, como el de la estación de tren.

Una vez analizado los dos recintos, nos podríamos encontrar con diversas situaciones:

- El recinto principal se puede recuperar de forma inmediata.
- El recinto principal se puede recuperar tomando medidas correctoras.
- El recinto principal no se puede recuperar de forma inmediata, pero si el recinto de BACKUP.
- Ninguno de los dos recintos es recuperable de forma inmediata.



### **8.1.2 El recinto principal se puede recuperar de forma inmediata:**

Después de la emergencia que ha provocado el fallo y una vez solucionada, se probarán los sistemas, si estos entran en funcionamiento de forma normal, y cumplen los requisitos del sistema, se dara por finalizado el plan de recuperación.

### **8.1.3 El recinto principal se puede recuperar tomando medidas correctoras:**

Como en el caso anterior una vez finalizada la emergencia, analizaremos el sistema, se comprobará los posibles fallos.

Si hay un fallo eléctrico y con el generador del ayuntamiento no se puede recuperar, los técnicos de mantenimiento deberán revisar fusibles, cableado y tomas. Hay que tener en cuenta que la cabecera tiene fuente redundante, por lo que habría que confirmar que las dos fuentes estén funcionando correctamente.

Si al final no hay un fallo eléctrico, se traerá el equipamiento de backup, que se encuentra en el recinto de la estación, se conectara y si funciona, se deberá revisar el equipamiento sustituido y comprobar si se puede pasar a garantía, reparar o se deberá adquirir un nuevo equipamiento.

Si el equipamiento se ve claramente afectado por causas debidas al siniestro, se realizara como primera opción el cambio por los dispositivos de backup, y mientras se traen los dispositivos se comprobaran los cuadros eléctricos y cableados.

Si una vez cambiado los dispositivos no funcionasen, pasaríamos al siguiente punto del plan de recuperación.

Antes de devolver el servicio se comprobara, que la señal tanto de TDT como de la televisión local, llegan correctamente y pueden ser retransmitidas por nuestra red.

Se dará la intervención por finalizada, cuando se haya asegurado el sistema y haber recuperado los dispositivos de backup.

### **8.1.4 El recinto principal no se puede recuperar de forma inmediata, pero si el recinto de BACKUP.**

Si al analizar el recinto principal, es inviable la recuperación, se activaría de inmediato el sistema de backup, en este caso se deberá tener en cuenta que las

conexiones de cableado deberán utilizar la línea de backup y llegaran a la caja donde se encuentran los splitters del recinto del ayuntamiento, si esto no fuera posible, se debería ver donde se podría reconectar el sistema y verificar la viabilidad de realizar esta conexión. Se tratara en el punto de plan de recuperación sobre la red cableada.

Los dispositivos del recinto de backup están desconectados de la red eléctrica, por lo que se deberán conectar a la corriente, en este punto inicialmente solo se dispondría de la señal de TDT que se debería confirmar el correcto funcionamiento.

Por otro lado si el recinto principal no es recuperable, se deberá realizar el cambio de dispositivos del canal local, para poder retransmitir desde el recinto de telecomunicaciones, o en directo o mediante programas pregrabados.

### **8.1.5 Ninguno de los dos recintos es recuperable de forma inmediata.**

En este caso, lo primero que se deberá analizar es cuál de los dos recintos se puede recuperar de forma más rápida y efectiva.

En este caso es posible que se deba encargar nuevos equipamientos y configurarlos para su correcto funcionamiento.

Aunque es una situación poco probable, se debería conseguir en la mayor brevedad posible todos los equipamientos necesarios.

En el caso de que el fallo sea solo de infraestructuras, pero se pudiera conseguir un dispositivo de cada uno del equipamiento necesario, se podría optar por encontrar un recinto provisional, al cual deberemos interconectar por fibra óptica con la red de distribución.

En caso de que no fuera posible encontrar los dispositivos necesarios, se deberá pedir de manera urgente el dispositivo que hiciera falta.

Una vez conseguido los dispositivos necesarios o un recinto alternativo, o incluso las dos opciones, se deberán comprobar los niveles de señal de recepción de la antena TDT y del canal analógico. Después se comprobarán los niveles de emisión después de la codificación.

Si los niveles son correctos, se centraran en recuperar las infraestructuras, dispositivos y dispositivos de backup, para recuperar la normalidad y volver a disponer de los dos recintos y dispositivos de backup.

## **8.2 Red de distribución:**

La red de distribución, como se ha comentado anteriormente, se encuentra en el alcantarillado de la población, por lo que se encuentra en zona publica, y se puede acceder a la mayoría del trazado sin tener que realizar obras.

### **8.2.1 Corte de fibras:**

Si la fibra por culpa de la emergencia ha sufrido un corte, se deberán analizar las posibles soluciones.

En primer lugar si es un corte y se puede acceder fácilmente al cableado, se realizara una fusión, después se comprobara la perdida de señal de todas las tomas que se vean afectadas, para confirmar el correcto funcionamiento.

Si el corte se realizada en una zona con difícil acceso, se buscaría la mejor solución entre las siguientes opciones:

- Cortar la fibra y sustituir el tramo afectado, después se analizara el nivel de señal.
- Conseguir acceso a la zona afectada de la fibra, fusionarla y comprobar los niveles de la señal.

Los técnicos del ayuntamiento dedicados al proyecto deberán, después de realizar las tareas para la recuperación de la fibra, certificar nuevamente el cableado, si no fuera posible deberían contactar con una empresa que pueda realizar esta función.

Una vez solucionada la avería de la fibra óptica, y verificada, se dará por finalizada la recuperación del sistema.

### **8.2.2 Deterioro de fibra óptica:**

En caso que la emergencia o el deterioro de la fibra óptica haya afectado a una zona amplia de la red, se analizara si es suficiente sustituir un trozo de la fibra o se deberá afrontar una sustitución parcial o completa de la red.

Si las zonas afectadas son de fácil acceso y son pequeñas, se sustituirá los fragmentos de fibra por fragmentos que tenemos de backup. Si no fuera suficiente, se debería solicitar un nuevo pedido de fibra suficiente para realizar esta acción.

Si en este caso fueran pequeñas pero de difícil acceso, se sustituirá el tramo necesario para el correcto funcionamiento.

Si por último la extensión fuera demasiado amplia y dificultosa para los técnicos del ayuntamiento se deberá subcontratar el proyecto a una empresa especializada.

Una vez recuperada la red de distribución se certificará las diversas tomas y comprobar el correcto funcionamiento, además de sustituir la fibra de backup.

### **8.3 Red doméstica:**

En este caso, si hubiera un fallo general de dispositivos, se trataría de actualizar el firmware de forma masiva o uno por uno, y comprobar si esto soluciona la avería, si no funcionase, se tendría que sustituir los diferentes dispositivos.

Una vez comprobado que la solución ha restaurado el comportamiento correcto del sistema, se dará por finalizada el plan de recuperación

### **8.4 Conclusión:**

Una vez que se han realizado todas las funciones correctoras, se mantendrá el estado de recuperación hasta volver al funcionamiento estable del sistema, además de recuperar los dispositivos de backup.

En esta fase los técnicos responsables del proyecto, serán los encargados del seguimiento de las tareas de recuperación y las tareas necesarias para la sustitución del material necesario.

Por ultimo serán los encargados de verificar y confirmar la finalización del plan de recuperación.

Cada tarea del plan será realizada por personal con la formación adecuada y siempre con la máxima seguridad para el personal del ayuntamiento o de las subcontratas que afronten las tareas.

## 9 Tiempo de Recuperación objetivo:

El tiempo de recuperación objetivo, es el tiempo estimado para recuperar el sistema, este tiempo debe ser coherente con la avería y con la cantidad de tareas a realizar.

Por lo que se definirán varios tiempos de recuperación, hay fallos externos o averías grandes que serán difícilmente solucionables dentro del tiempo objetivo.

### Tiempos de Recuperación Objetivo (TOR):

- TOR cuando el recinto del ayuntamiento no sufre daños y no hay que modificar los dispositivos: 1 hora.
- TOR cuando es necesario traer los dispositivos de BACKUP 2 horas.
- TOR para activar el recinto de la estación 2 horas.
- TOR cuando se ha perdido los dos recintos 24 horas, debido al tener que buscar una nueva situación y prepararlo para que funcione correctamente, ya que si por hacerlo con prisas provocamos que falle de nuevo el sistema, puede provocar mayores pérdidas.
- TOR si se han estropeado los dispositivos y dispositivos de backup críticos 48 horas, ya que deberemos solicitar en envío de nuevos dispositivos y los solicitaremos por envío urgente.
- Cortes de fibras ópticas, si los cortes se puede solucionar en base a fusión de fibras 8 horas. Aunque es relativo al número de fibras que se deban recuperar.
- Sustitución de parte de las fibras 16 horas. Al igual que el caso anterior dependerá del número de fibras ópticas.
- Sustitución de fibras ópticas, cuando no nos baste las fibras de backup, 72 horas, recordar que es posible realizar parches con las fibras que tenemos disponibles en la canalización.
- Fallo de los dispositivos de los clientes, 48 horas, debido al número de dispositivos con los que contamos en el sistema.

En caso de fallos externos, como puede ser el fallo en la emisión del TDT no se podrá tener un TOR definido, pero exigiremos a los responsables que sea inferior a las 24 horas, al igual que los fallos eléctricos externos al ayuntamiento.

## 10 Revisión y Mantenimiento del Plan de contingencia:

Para conseguir que el plan de contingencia este actualizado y tenga los procedimientos adecuados y actualizados será necesario en análisis de las diferentes contingencias.

Para ello después de cada problema se solicitaran unos documentos y después se realizara un análisis de lo sucedido.

### 10.1 Documentos:

Los documentos necesarios para finalizar el plan de contingencia serán:

- Cada vez que se realizan medidas preventivas, un informe con el resultado, con las anomalías encontradas y las recomendaciones para mejorar o recuperar el estado correcto del sistema.
- En caso de una emergencia, que se haya recuperado sin poner en marcha el plan de recuperación, este documento incluirá información sobre el problema ocurrido, a que es debido y como se ha solucionado. Además si los técnicos que han revisado el sistema lo creen conveniente, posibles mejoras para evitar de nuevo los problemas ocurridos.
- Por ultimo si debemos actuar siguiendo el plan de actuación, se deberá entregar un informe con:
  - o Las personas que han participado.
  - o Las funciones realizadas.
  - o El problema que ha ocasionado la avería.
  - o Las soluciones aplicadas.
  - o Las dificultades encontradas.
  - o El tiempo de actuación.
  - o Posibles mejoras del sistema para evitar posibles fallos.
  - o Material sustituido.
  - o Materiales que se deben revisar.
- Cada vez que se entregue uno de los anteriores documentos los responsables del proyecto lo analizaran y entregaran un informe resumido de las actuaciones a llevar a cabo y las prioridades para mejorar al ayuntamiento y empresa que se encargue del mantenimiento.

## 10.2 Acciones

Una vez leído los documentos y realizados los informes se estudiara la aplicación de las medidas correctoras, que pueden ser de 3 tipos dependiendo del coste y de los técnicos necesarios.

Si los costes son 0 y lo pueden realizar nuestros técnicos, se solicitara permiso al ayuntamiento y se realizaran dichas funciones.

Si los costes son reducidos y lo pueden llevar a cabo nuestros técnicos también se solicitara permiso al ayuntamiento, para comprobar que hay presupuesto para realizar dichas funciones.

Si por lo contrario fueran costes elevados o hicieran falta técnicos especializados con los que no contamos, deberemos solicitar al ayuntamiento que realice un nuevo proyecto para realizar dichas funciones.

Hay que tener en cuenta que cuando se entreguen los informes, se entregara con una relación de las tareas necesarias y con la prioridad de dichas tareas para así poder llevar a cabo las tareas más necesarias.

Además de los informes entregados se estudiara los posibles fallos del plan de contingencia, los retrasos provocados por culpa del plan y/o las mejoras aportadas por los técnicos que lo han llevado a cabo.

Si se considera oportuno se modificara y redactara de nuevo el plan de contingencia incluyendo las mejoras aprobadas por los responsables técnicos del proyecto.

## 11Aclaraciones:

Este plan de contingencia será modificado constantemente para mejorarlo, y así conseguir que los tiempos de respuesta y recuperación se reduzcan al mínimo tiempo necesario.

Hay que decir que los técnicos que realizaran las funciones correctores del ayuntamiento, contarán con los certificados necesarios para realizar las funciones.

Dichos técnicos recibirán además formación correspondiente para poder cumplir con el plan de contingencia, además con los planes de emergencia del ayuntamiento de actuación y evacuación, puesto que lo más importante es la vida de los técnicos.

Por ultimo indicar que este plan está diseñado para un proyecto en concreto y si se ampliase la red de fibra o servicios o se hicieran modificaciones substanciales se deberá realizar un nuevo plan de contingencia, teniendo en cuenta las modificaciones.



## **Bibliografía**

1. Legislación aplicable: Normativa sobre ICT. Reglamento ICT.
2. Tecnologías y arquitecturas de las redes Ópticas GPON.
3. Oren CTE12962003. BOE. 2003.
4. Recommendation ITU- T G.984.1. 2008.
5. Informe final sobre los resultados del modelo de despliegue de redes FTTH/GPON en España. España: CMT. 2009.
6. Certificación de cableado de fibra óptica bajo el estándar de la TIA. 2010.
7. La UE desvela su Agenda Digital. 2010.
8. EchoLife HG8240/HG8245/HG8247 GPON Terminal. Huawei. 2011.
9. DIGITAL TO TV : Distribución simultánea en DVB-T e IPTV. Barcelona.2012.
10. Catalogo 2013/2014 Televés. 2013.
11. Comprobación de la fibra óptica. Flukenetworks.2013.
12. Introducción a las redes PON. TELNET Redes Inteligentes. 2013.
13. Col B. H.264 Codec Multimedia 2011 [cited 2014]. Available from: <http://es.slideshare.net/bernycol/h264-codec-multimedia>.
14. CAIB. L'ALLIBERAMENT DEL DIVIDEND DIGITAL - DD. Baleares.2014.
15. Cristina Ramón. Fibra rentable en 5 años o ¿nunca? España.2010.
16. Pereza D. Centelles, el pueblo que gestiona su propia red de fibra óptica. España.2014.
17. MEZA EVS. IMPLEMENTACIÓN DE IPTV A TRAVÉS DE ENLACES DE INTERNET DE BANDA ANCHA (TELEVISIÓN SOBRE IP). Guatemala: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. 2008.
18. E F. Plan de contingencia. 2011.
19. ELP G. Proyecto Guía de ICT. 2011.
20. Roca JB. EL ESTANDAR MPEG-4.
21. Topanta LMB. Estudio y diseño de un sistema de televisión a través de Redes de cobre a base de Tecnologías DSL. quito2012.
22. Cid M. La CNMC obligaría a Movistar a abrir su fibra óptica a sus rivales, según Expansión. 2014.
23. Ministerio de industria eyt. DIVIDENDO DIGITAL. 2014.
24. Ashum P. IPTV Overview. Inglaterra2008.
25. Tejedor RJM. Tecnologías de banda ancha por fibra óptica. 2010. 132

26. Estrada R. Pueblo rural de Canadá instala su propio servicio de fibra óptica. 2013.
27. Redacción. Europa prepara una subvención multimillonaria para el despliegue de fibra óptica. 2012.
28. Mesas SF. Cabecera de televisión por cable. Madrid.2012.
29. Rahmanian S. IPTV network Infraestructure. 2008.
30. Recepcion SdtCd. Manual de Buenas Prácticas Cadena de Recepción V3.2. 2009.
31. Martínez T. Redes GPON, las nuevas redes de operador. Telequismo; 2013.
32. Alberto Los Santos Aransay. Estado del arte en IPTV. UNIVERSIDAD DE VIGO: MULTIMEDIA E INTERNET. 2009.