



UNIVERSIDAD DE OVIEDO

DEPARTAMENTO DE EXPLOTACIÓN Y PROSPECCIÓN DE MINAS

MASTER INTERUNIVERSITARIO EN DIRECCIÓN DE PROYECTOS

TRABAJO FIN DE MASTER

Análisis de fallos en proyectos de despliegue de infraestructuras de telecomunicaciones

Autor: José María Tascón
Director: Carlos Alba
Fecha: 16-06-2016

ÍNDICE

1	Introducción.	7
1.1	Objetivos.....	7
1.2	Alcance	7
1.3	Estado del arte en el desarrollo de las telecomunicaciones.....	8
1.3.1	Primeras telecomunicaciones entre personas.....	8
1.3.2	Principios de las comunicaciones eléctricas.....	9
1.3.3	Llegada de la televisión	11
1.3.4	Comunicación comercial vía satélite.....	12
2.	Sistemas de televisión	14
2.1	Migración de los sistemas analógicos hasta la TDT.....	14
2.2	Conceptos de TDT.....	15
2.3	Instalación del equipo de TDT	18
2.4	Señales digitales.	19
2.5	Distribución de la señal de televisión.....	22
3	Esquema básico de una instalación de televisión digital	23
4.	Errores cometidos durante el despliegue.....	28
4.1	Recogida de datos	28
4.1.1	Fallos repetitivos.....	28
4.1.2	Fallos no repetitivos.....	32
4.2.	Principales errores en la gestión de proyectos, recomendaciones.....	38
4.2.1	Clasificación de errores.....	40
4.3.	Conclusiones.....	40
4.4.	Trabajos futuros	44
5.1	Bibliografía.....	44
5.2	Acrónimos.....	45

INDICE DE FIGURAS

Fig. 2.2.1	Intervalo de guarda (Ig).....	17
Fig. 2.4.1	Multiplexación de señales ASI.....	19
Fig. 2.4.2	Sincronización SFN.....	20
Fig. 2.4.3	Distribución de servicios.....	20
Fig. 2.4.4	Distribución de la recepción SAT.....	21
Fig. 2.5.1	Centro tipo B.....	22
Fig. 2.5.2	Centro tipo A.....	22
Fig. 3.1	Equipo nono canal.....	23
Fig. 3.2	Equipo con 4 canales.....	23
Fig. 3.3	Equipo con 2 grupos de 4 canales.....	24
Fig. 3.4	Centro tipo Gap Filler.....	24
Fig. 3.5	MUX con acopladores 3dBs.....	25
Fig. 3.6	MUX STAR POINT.....	25
Fig. 3.6	Técnica Z.....	25
Fig. 3.8	Combinador - Distribuidor de tres vías.....	25
Fig. 3.9	Paneles de RF.....	26
Fig. 3.10	Tabla de atenuaciones.....	26
Fig. 3.11	Situación centros territorio nacional.....	27
Fig. 3.12	Situación centros Asturias.....	27
Fig. 4.2.1.1	Distribución fallos repetitivos.....	39
Fig. 4.2.1.1	Distribución fallos no repetitivos.....	39
Fig. 4.3.1	Triangulo PCC.....	41
Fig. 4.3.2	Triangulo Costes.....	42

"El conocimiento se adquiere leyendo
la letra pequeña de un contrato; la
experiencia, no leyéndola."



Sir Francis Bacon (1561-1626)

1. INTRODUCCION

El documento que se presenta es un trabajo fin de máster correspondiente al Máster Interuniversitario en Dirección de Proyectos impartido conjuntamente por la Universidad de Oviedo, la Universidad Pública de Navarra y la Universidad de la Rioja.

Este trabajo trata el análisis de fallos en proyectos de despliegue de infraestructuras de telecomunicaciones. Este estudio se basa en datos reales, pero de acceso no público.

El presente trabajo se divide en tres partes (acrónimos en 5.3.2):

1. Breve descripción de cómo funciona la TDT (Televisión Digital Terrestre)
2. Esquemas de bloques de las distintas configuraciones empleadas
3. Análisis de fallos en los despliegues de TDT

Aunque la parte principal de este trabajo se basa en la experiencia en el despliegue y mantenimiento dentro del sector de la TDT, no se pudo perder de vista que las nuevas tecnologías apuntan hacia sistemas basados en paquetes IP. Por lo que al final todo se reduce al transporte de paquetes de datos, sin que al trabajo le afecte el contenido de los mismos (Audio, vídeo, datos, telefonía, etc.).

Con la llegada de la telefonía móvil los emplazamientos de televisión se han vuelto estratégicos también para los despliegues de telefonía. Sin olvidar la cada vez más creciente tendencia a compartir instalaciones por parte de los distintos operadores, para aumentar la red sin montar nuevas torres. Por lo que siempre que se pueda aportar acciones que constituyan nuevas oportunidades de negocio, se indican en los análisis incluidos en este proyecto.

También se está avanzando hacia nuevos tipos de negocio como el towering, el cual consiste en la compra de centros de telefonía (sin TDT) para posteriormente reubicar dentro de ellos al mayor número posible de operadores, a cambio de un alquiler.

1.1 OBJETIVOS

Se establece como claro objetivo realizar una identificación lo más exacta posible con el fin de dar directrices concretas que minimicen el número de fallos en proyectos de telecomunicaciones

1.2 ALCANCE

Proyectos de telecomunicaciones: televisión digital terrestre, televisión por satélite, telefonía móvil, radioenlaces, redes de fibra.

1.3 Estado del arte en el desarrollo de las telecomunicaciones

1.3.1 Primeras telecomunicaciones entre personas

La primera constancia de comunicación trata de 3500 AC y se trataba de comunicaciones a partir de signos abstractos dibujados en papel hecho de hojas de árboles. Y no fue hasta 1184 AC cuando se empezaron a transmitir mensajes a distancia con señales de fuego, este sistema fue perfeccionado tanto por los Griegos como por el antiguo imperio Romano.

Posteriormente hacia los años 500 AC en Alejandría, aparecen documentos de Kleoxenos y Demokleitos en donde se mostraba un sistema de recepción y transmisión de información solo en la noche. El sistema constaba de dos caminos separados por una colina, dependiendo de cuantas antorchas y como fueran acomodadas en la colina el mensaje podía ser leído.

Pero quizás uno de los primeros intentos de llevar una comunicación a larga distancia se dio en Grecia, concretamente en el año 490 AC. En esa fecha el soldado griego Filípides habría muerto de fatiga tras haber corrido unos 37 km desde Maratón hasta Atenas, para anunciar la victoria sobre el ejército persa. En realidad Filípides recorrió el camino desde Atenas hasta Esparta para pedir refuerzos, lo que serían unos 225 kilómetros. Aun así, el mito ganó mucha popularidad sobre lo que realmente sucedió. Este mito dio origen a lo que hoy conocemos como la prueba Maratón

Posteriormente nacieron otras formas de comunicación, donde personas se situaban en sitios altos y transmitían la información a través de gestos hechos por el movimiento de sus brazos, hasta que la información llegaba a su destino.

En áreas selváticas donde era difícil obtener línea de vista para transmisión de información desde sitios altos, fueron desarrollados los telégrafos de tambor. La idea era transmitir la información a través de sonidos que emanaban de un tambor hecho con madera de los árboles para los nativos de África, Nueva Guinea y América. Igualmente en China usaban el conocido Tam-tam, el cual estaba formado por un gran plato metálico creado y empleaba un martillo para transmitir información audible.

Hacia los años 360 AC fueron creados los telégrafos de agua que almacenaban información detallada y luego se transmitía por señales de humo o fuego. La idea era poder almacenar las señales de los telégrafos de antorcha para que pudieran ser leídas posteriormente, este dispositivo se llamo telégrafo hidro-óptico. Constaba de una serie de barriles llenos de agua hasta determinado nivel, y según tapaban o destapaban de acuerdo a la señal de fuego la información del mensaje se transmitía.

En los años 150 AC habían acerca de 3000 redes de telégrafos alrededor del imperio Romano. Se desarrollo este tipo de transmisión y tenían telégrafos de humo que sumados daban una longitud total de unos 4500 kilómetros. Estos se usaban principalmente para señalización militar. La red de estos telégrafos constaba de torres localizadas desde una distancia visible, la información se enviaba mediante una combinación de señales ópticas y de humo.

En el año 1794 durante la revolución Francesa fue necesario inventar un nuevo sistema de comunicación. Fue entonces cuando Claude Chape desarrollo el Telégrafo Óptico con su propio alfabeto. Este dispositivo consistía de una columna con unos 2 brazos movibles y un rayo de luz atravesando la estructura. Mediante combinaciones de rayos de luz era

posible mostrar diferentes cuadros que incluían como 196 caracteres (letras en mayúscula y minúscula, signos de puntuación, marcas, etc.). La red de telégrafos que implementaba este sistema constaba de 22 estaciones que unían a la población de Lille con la capital (Paris) separadas una distancia de 240 km. Transmitir un mensaje tomaba solo de 2 a 6 minutos, leerlo e interpretar los símbolos podía tomar alrededor de 30 horas

1.3.2 Principios de las comunicaciones eléctricas

En 1729 Stephan Gray descubre que la electricidad puede ser transmitida. Posteriormente en 1809, el Alemán Samuel Thomas Soemmerring (1755-1830) inventó el telégrafo electro-químico cuyo principio se basaba en convertir agua en hidrógeno y oxígeno con electricidad.

En 1831, Michael Faraday demostró que un campo magnético variable podía producir una corriente eléctrica, utilizando para ello un imán en movimiento y viendo la corriente inducida en un hilo próximo. Más tarde entre los años (1833-1837), Carl Friedrich Gauss y Wilhelm Weber inventan varios telégrafos electromagnéticos. Weber realiza una conexión entre Göttinger Sternwarte y la Universidad con dos alambres.

En 1835 Karl August Steinheil trata de usar rieles para la transmisión de señales. El gran problema fue el aislamiento.

En 1844 Samuel Findley Breese Morse, nacido en 1791 en Charlestown (EE.UU.), perfeccionó su código Morse para telegrafía. Presentándolo al mundo en 1835. Gracias a este avance se realiza la primera transmisión telegráfica (un pasaje bíblico) entre Washington y Baltimore el 14 de mayo. Posteriormente en 1849 fue construida la primera línea de larga distancia para transmisión telegráfica entre Berlín y Frankfurt. Parte del cableado se hizo bajo tierra y el resto aéreo.

En 1850 a través del cable marino se logra enlazar Inglaterra y Francia, siendo un año más tarde cuando se instalaron las primeras alarmas de incendio por cable en Berlín y Munich por la firma Siemens & Halske. Hubo que esperar tres años para que se realizara la primera transmisión simultánea en ambas direcciones, lográndose en 1958 la primera comunicación entre Norteamérica y Europa. El rápido deterioro de cable socavó la confianza pública y de los inversores retrasando los esfuerzos para restablecer la conexión. Un segundo intento se llevó a cabo en 1865 con material muy mejorado y después de algunos contratiempos la conexión se completó iniciando el servicio el 28 de julio de 1866. Este cable demostró ser más duradero reduciendo el tiempo de comunicación entre ambos extremos, permitiendo que un mensaje y su respuesta llegaran en el mismo día.

En la década de 1870 se establecieron sistemas de transmisión en modo dúplex y cuádruplex, estableciendo de forma definitiva la comunicación entre ambos continentes. Esto permitiría poder transmitir múltiples mensajes a lo largo del cable. En el comercio de divisas a través del Atlántico, el tipo de cambio de la libra esterlina al dólar de EE.UU. llegó a ser denominado "por cable", este término es todavía de uso común.

En 1875 Edison descubrió que las chispas de los interruptores eléctricos producían radiaciones, patentando un sistema de comunicaciones utilizando antenas monopolo con carga capacitiva.

En 1876 Alexander Graham Bell patenta el primer teléfono, este sistema estaba compuesto de micrófono y parlante. Casi al mismo tiempo Elisa Gray patenta el micrófono. Un año después se instala la primera línea telefónica: La Boston-Sommerville. En 1878 aparece la primera central Telefónica en New Haven (EEUU), formada por 21 abonados.

En 1887-1888 H. Hertz probó la validez de las teorías de Maxwell. Para su experimento utilizó un dipolo alimentado en su centro con las descargas de una bobina. Como antena receptora usó una espira cuadrada con un entrehierro en el que se producían descargas. Hertz consiguió sintonizar el sistema añadiendo esferas a los brazos del dipolo equivalentes a cargas capacitivas.

En 1891 El físico francés Edouard Branly construyó el primer receptor de ondas electromagnéticas al que denominó cohesor. Consistía en un tubo lleno de limaduras de hierro conectado a una pila y un galvanómetro.

En 1892 Se logra el primer intercambio telefónico automático usando marcación sin operadora. Dos años después el Italiano Marconi efectúa la transmisión de señales inalámbricas a través de una distancia de 2 millas.

En 1894 Josep Lodge en el Real Instituto de Londres, utilizando un excitador HERTZ y un cohesor Branly, establece la primera comunicación en Morse a 36 metros de distancia.

En 1896 Marconi patenta un dispositivo de perfeccionamiento en las transmisiones de impulsos y señales eléctricas dando con ello un paso más en la evolución de la radiotelegrafía. Un año después Marconi inaugura el primer servicio radiotelegráfico regular entre Wight y Bournemouth separados 23 km. de distancia. Llegando posteriormente la primera comunicación por radio entre Inglaterra y Francia a través del Canal de la Mancha, así como la primera comunicación transoceánica entre Cornualles en Gran Bretaña y Terranova, en Canadá. La frecuencia utilizada fue 820 Khz (366 m). La potencia del transmisor eran 15 Kw y la antena transmisora era un monopolo en abanico, soportado por dos mástiles de 48 m separados 60 m. La antena receptora fue un hilo metálico, suspendido de una cometa.

En 1902 Pousulen inventa su generador de arco que durante muchos años se utilizó en las emisoras de telegrafía sin hilos. Se realizan pruebas de comunicaciones radioeléctricas para embarcaciones que navegaban alrededor del mundo usando código Morse. Un año después se produce la primera comunicación con un buque de pasajeros, el "LUCIANA", desde las bases de Poldhu y Grace Bay.

En 1906 Se construye en América el primer sistema para transmisión de voz a través de ondas electromagnéticas. Comienzo de la era Electrónica: rectificadores, tríodos, válvulas termoiónicas, amplificadores, etc.

En 1907 John Ambrose Fleming perfecciona su diodo termoiónico detector de radio. Facilitando el desarrollo por Lee De Forest del tríodo. Esto permitió el desarrollo de amplificadores de radiofrecuencia, osciladores, moduladores y la mejora de los receptores al combinar las válvulas con los circuitos resonantes.

En 1910 Se inventa el tubo de Vacuum, dispositivo que permite transmitir voz a través de largas distancias y más de una conversación sobre el mismo cable. Un año después se construyó las antenas de Radio Virginia (en Arlington). Se usa una frecuencia de 137 Khz y empleando un transmisor que tenía una potencia de 100 Kw. Mas tarde, en 1915 la Compañía de Telégrafos del Oeste (EE.UU.) transmite la palabra por radiotelefonía desde Vermont a San Francisco, Hawái y París.

En 1916 Marconi realizó una serie de experimentos con señales de 2 y 3 m de longitud de onda. Para ello empleó reflectores parabólicos cilíndricos contruidos con hilos verticales.

Los resultados de la experiencia aconsejaron la utilización de frecuencias de HF e impulsaron el descubrimiento de los enlaces troposféricos en 1932.

Más tarde en 1918 Edwin Armstrong proyectó el circuito superheterodino, básico para receptores AM (moduladores de amplitud).

Posteriormente en 1921 se inicia en París los primeros ensayos de programas de radio para el público utilizando la Torre Eiffel como antena.

Fue en noviembre de 1922 cuando la BBC emitió su primer programa no experimental.

En España la primera emisora fue Radio Barcelona, inaugurada en el 24 de Octubre de 1924. Un año después comenzaron las primeras emisiones experimentales españolas de radio en Onda Media. Esta se iniciaron desde Prado del Rey n.18-22 (Madrid), a través de RADIO IBERICA (EAJ-6). La inauguración se produjo el día 12 de mayo a las diez de la noche

Las primeras antenas de radiodifusión eran muy similares a las utilizadas para las comunicaciones punto a punto, pero pronto evolucionaron hacia el radiador de media onda. Este ofrecía la ventaja de la cobertura omnidireccional. Posteriormente aparecerá la modulación en frecuencia (FM) logrando una mejora de calidad del sonido en la radiodifusión.

En 1923 Vladimir Zworykin patentó su invento el tubo de rayos catódicos, este será usado más adelante como el principal elemento en la televisión.

1.3.3 Llegada de la televisión

Los primeros experimentos de televisión se iniciaron en Gran Bretaña. En 1925 John Logie Baird presentó un sistema de exploración mecánica de las imágenes.

En 1926 empezaron las agrupaciones de un solo elemento activo con elementos parásitos, dichas antenas fueron denominadas "Yagi" (En referencia al japonés que las desarrolló).

En 1928 El físico alemán Paul Nipkow, inventor de la televisión realiza la primera transmisión inalámbrica de imágenes

En 1931 se realiza la primera transmisión electrónica de imágenes de televisión en Berlín. Y Allen Dumont inventa el osciloscopio.

Las primeras transmisiones experimentales de TV electrónica se realizaron durante los juegos Olímpicos de Berlín en 1936. Las emisiones regulares de la BBC comenzaron el mismo año. Se utilizaba la frecuencia de 45 MHz. La antena transmisora era una agrupación circular de dipolos.

En 1936 la RBC inició la emisión de TV, utilizando para ello sistemas mecánicos y electrónicos. Pronto se demostró la superioridad de los sistemas electrónicos. Durante la siguiente década se demostraron las ventajas de aumentar el ancho de banda y la frecuencia (VHF).

Llegado 1938 el alemán Werner Flechsig (1900-1981) tiene la idea de construir los tubos de rayos catódicos a color.

Durante 1939 la NBC comienza la difusión de señales de televisión comercial.

En 1942 aparece casete para grabación magnética de audio.

Posteriormente en 1945 Arthur C. Clarke, propuso la utilización de los satélites geoestacionarios para los sistemas de comunicaciones de cobertura mundial. Un satélite en órbita circular ecuatorial de radio 42.242 vería siempre en la misma zona. Un satélite cubriría casi un hemisferio y con tres satélites espaciados 120 grados se tendría una cobertura mundial, empezando con ello la gran expansión de la televisión.

Avanzado 1956 Bell y Howel desarrollan la cámara de video electrónica.

En 1957 fue lanzado al espacio el primer satélite por la URSS, era una esfera con un diámetro de 58 centímetros y un peso de 84 kilogramos, su nombre SPUTNIK

Durante diciembre de 1958 se lanzó el satélite SCORE (Signal Communicating by Orbiting Relay Equipment). Poseía una órbita elíptica de baja altitud, con un período de 101 minutos. El satélite grababa el mensaje al pasar por una estación y lo reproducía frente a otra estación receptora. La longitud máxima del mensaje era de 4 minutos (equivalente a un canal vocal o setenta canales de teletipo de 60 palabras por minuto). La frecuencia del enlace ascendente era 150 MHz y el descendente de 132 MHz. Había un radiofaro a 108 MHz y las baterías del sistema fallaron a los 35 días.

En 1958 se desarrolló el primer circuito integrado, y se realizaron las primeras transmisiones de radio estereofónicas.

Durante 1960 la NASA puso en órbita al primer satélite de comunicaciones: "Echo I A". Este era una gran esfera metálica de 30m de diámetro localizada a una altitud de 1600 Km. Su funcionamiento se basaba en el reflejo de las señales radioeléctricas que recibía, era pues un repetidor pasivo y sin ningún tipo de baterías o repetidores. Los períodos de rotación eran de unos 110 minutos. La órbita era muy baja, por lo que los satélites sólo eran visibles simultáneamente desde dos estaciones unos pocos minutos. La potencia de los transmisores era de 10 Kw, las frecuencias entre 960 - 2390 MHz, y las antenas de 25 y 18 m de diámetro.

El 20 de mayo de 1962 el satélite "TELSTAR I" puesto en órbita por 10 días, permite la primera transmisión de imágenes de televisión entre USA y Francia. Un año después se lanza el TELSTAR II.

Durante el periodo 1963-1964 aparecen los primeros satélites en órbita geoestacionaria, concretamente los satélites SVNCON II y III. Como nota curiosa, indicar que el SVNCON I falló durante el lanzamiento. La utilización de estos satélites era militar.

Más tarde en 1965 se logran las primeras fotografías del planeta Marte transmitidas desde el satélite MARINER 4.

1.3.4 Comunicación comercial vía satélite

En abril de 1965 se lanza el primer satélite comercial en órbita geoestacionaria, fue el INTELSAT I. Conocido también como "Early Bird", inició las comunicaciones de forma continuada el 28 de Junio, permaneciendo operativo hasta 28 de Junio de 1965. El satélite tenía dos transpondedores de 25 MHz de ancho de banda. Los enlaces ascendentes estaban a 6301 MHz para Europa y 6390 MHz para Estados Unidos. Los enlaces descendentes estaban a las frecuencias de 4.081 MHz y 4161 MHz para Europa y Estados Unidos respectivamente. Con dicho satélite se inicia el actual periodo de telecomunicación espacial. La organización INTELSAT inició sus actividades en 1964, con 11 países miembros, en la actualidad tiene 109 miembros y da servicio a 600 estaciones terrenas en 149 países.

Las series de satélites van desde los INTELSAT I a INTELSAT VII. El INTELSAT I podía transmitir 240 canales vocales o un canal de TV. Los satélites de la serie INTELSAT III se

empezaron a lanzar en 1968, podían transmitir 1200 circuitos telefónicos y 2 canales de TV. Los de la serie IV se empezaron a lanzar en 1971, con 4000 canales y 2 de TV. La serie V se inicia en 1981, con 12000 canales vocales y 2 de TV. Finalmente los de la serie VI triplican la capacidad del anterior. Multiplica por 150 la capacidad del primer INTELSAT 1. El número de transpondedores es de 38 en la banda C y 10 en la banda Ku.

Hasta este momento las señales procedentes de los satélites eran recibidas en las estaciones locales, para luego ser redistribuidas hacia usuarios finales, pero en la actualidad estas pueden ser recibidas directamente por usuarios individuales. Destacan los satélites europeos ECS y

ASTRA, que trabajan en la banda de 10.9 a 11.7 GHz y los satélites americanos en la banda de 3.7 a 4.2 GHz. Los satélites de difusión directa DBS tienen asignadas unas frecuencias diferentes, de 11.7 a 12.5 GHz. Pudiendo ser recibidos con antenas de diámetro reducido y receptores de bajo coste.

En 1968 la firma electrónica alemana Grundig introduce el concepto de Foto-telegrafía al permitir la transmisión de imágenes a través de líneas telefónicas. Dos años después aparece el método de Multiplexación por división de tiempo (TDM) para intercambio telefónico

En 1972 en EE.UU disponen de 2839 conexiones de TV cable

Posteriormente en 1975 SONY saca al mercado un dispositivo capaz de grabar audio y video: el "Betamax",

Fue en 1977 cuando Siemens empezó la producción en masa de las centrales telefónicas EWS, coincidiendo con el mayor número de lanzamientos de satélites de comunicación (Ej: SIRIO I, CS, INTELSAT4, etc..)

En 1979 Japanese Matsushita Inc. patenta la pantalla de televisión de cristal líquido.

Durante 1989 se inician sistemas de radiodifusión satelital digital en Alemania. Aparecen las primeras señales de alta definición. En este año la sonda Voyager 2 capturan datos de 4.4 billones de kilómetros más allá del planeta Neptuno.

En 1990 La comisión Europea Rocket Ariane lanza uno de los más grandes satélites de comunicación: El Eutelsat II, con un peso de 1.8 toneladas y 16 canales que pueden soportar 17000 llamadas telefónicas o 16 canales de TV a color.

2. Sistemas de televisión

2.1 Migración de los sistemas analógicos hasta la TDT

Desde las primeras pruebas de emisión en España en formato analógico a finales de los años 40, hemos pasado por varios despliegues con diferentes dificultades según fuera el cambio tecnológico que este acarrearía.

Así se puede hablar de un primer despliegue basado en equipos analógicos, estos funcionaban mediante el empleo de válvulas. La distribución de las señales también se realizaba en formato analógico mediante enlaces terrestres.

La televisión analógica ha utilizado para su emisión parte de la banda de frecuencias de VHF (47 a 230 MHz) y parte de la banda de UHF (470 a 862 MHz).

La llegada de la digitalización de las señales marcó el inicio la siguiente etapa, en la que las señales siguieron siendo difundidas hacia los usuarios en formato analógico, con el matiz de que entre estaciones terrestres se emplean radioenlaces digitales (PDH inicialmente, y SDH posteriormente). También se empieza a emplear el Satélite Hispasat como elemento de transmisión de las señales desde los centros de producción hasta los diferentes centros emisores.

La llegada de nuevos sistemas de compresión digitales y con ello de la TDT, permitió reducir el ancho de banda necesario para la transmisión de la señal de televisión. De forma que en el espectro necesario para transmitir un programa de televisión analógica, se pueden transmitir hasta 6 programas de televisión en tecnología digital con una calidad equivalente. Añadiendo la ventaja de que en TDT no es necesario dejar una separación entre canales para evitar intermodulaciones, de esta forma al poder emplear canales adyacentes el espectro se aprovechar mucho más.

Se puede decir que la migración de la televisión analógica a la digital supuso una gestión más eficiente del espectro radioeléctrico, que es un bien valioso y escaso.

Este cambio comenzó en el año 2000 con el inicio de emisiones en formato digital de la plataforma "Quiero TV"

Tras un periodo de transición de 10 años, en el año 2010 se efectuó el apagado de todas las emisiones en formato analógico dentro del territorio Español.

Para realizar el camino desde los sistemas analógicos hasta nuestros días, se han tenido que realizar multitud de proyectos encadenados. En los primeros despliegues se realizaron estudios de cobertura, determinando la mejor situación de los emplazamiento emisores de televisión. La llegada de la TDT no cambia nada de la situación de estos centros, si conlleva la retirada de los equipos analógicos, manteniendo el resto de la infraestructura (edificación, torre y sistema radiante) ya que si no están deteriorados son perfectamente utilizables.

El cambio de las emisiones analógicas a digitales es complejo debido a que no puedes existir en la misma frecuencia emisiones de distinto contenido o modulación (En definitiva: en un mismo canal no se puede emitir de forma simultánea señal analógica y digital). Esto lleva a que este se realice en varias fases, según queda recogido en el Plan Nacional de Transición a la Televisión Digital Terrestre (1), en el que asigna las frecuencias de los canales según el territorio, y en el que se indica cómo se repartirá inicialmente el espectro:

(1) A finales de 2004 el Gobierno aprobó un Plan de impulso de la Televisión Digital Terrestre, que ha permitido superar la situación de estancamiento en la que se encontraba el sector. Entre las medidas que se han adoptado para el impulso de la televisión digital terrestre en nuestro país, destaca la promulgación del Real Decreto 944/2005, de 29 de julio, por la que se aprueba el Plan Técnico Nacional de la Televisión Digital Terrestre

830 a 862 MHz (Canales 66 a 69): Red de frecuencia única de ámbito nacional (SFN). Estas frecuencias están destinadas a albergar canales que operan en todo el país, sin realizar desconexiones territoriales entre Comunidades Autónomas.

758 a 830 MHz (Canales 57 a 65): Red global de cobertura nacional (MFN). Esta red está formada por redes de frecuencia única de ámbito autonómico. Ofrecen la capacidad de efectuar desconexiones territoriales dentro de las Comunidades Autónomas, ya que cada CC.AA posee una diferente. De esta forma se asegura que no se produzcan interferencias en los límites de las CC.AA ya que se emplean frecuencias distintas

470 a 758 MHz (Canales 21 a 56): Red multifrecuencia y de transmisor único de cobertura local. Estas redes serán utilizadas por las televisiones locales que obtengan licencias en las respectivas demarcaciones. Actualmente hay habilitadas también emisiones de ámbito insular que cubren cada una de las islas que forman los archipiélagos Canario y Balear.

En el Plan nacional de transición se marcan las fases de la transición analógico digital de la siguiente forma:

1. Liberar los canales altos del espectro (canales 57-69) de señales analógicas,
2. Inicio del despliegue de la TDT, año 2000
3. Apagado analógico (año 2010)
4. Despliegue de un segundo grupo de canales digitales (canales 21-56) (año 2012)

En el año 2012 el Gobierno Español adjudica los canales altos de UHF (>40) a los operadores de telefonía, con el fin de desplegar en esas frecuencias la tecnología de 4G. Esto obliga a realizar un nuevo movimiento de canales, conocido como "Dividendo Digital"

5. Primera parte del dividendo (finalizada en el año 2015): A todos los canales superiores al 50 se les reasigna una nueva frecuencia por debajo de este.
6. Segunda parte del dividendo (tope año 2020), a partir de esta fecha todas las emisiones de TDT, deberán de estar en canales inferiores al 40. Por lo que los centros que dispongan frecuencias superiores, se les reasignaran unas nuevas inferiores.

2.2 Conceptos de TDT

La TDT nace con el objetivo de maximizar el espectro en el aire y así poder introducir nuevos canales. La introducción de estos canales permite aumentar las opciones disponibles con distintos audios, contenidos interactivos, mejorar la calidad gracias a la HD y en un futuro el FullHD, 3D y 4K.

Los mejores canales para la transmisión de señales de televisión son los canales bajos (< 50), y por ello los canales analógicos están situados en ellos. Por tanto el despliegue de la TDT se puede hacer de dos formas:

- 1- Liberar la parte alta de la banda de UHF bajando el canal a los equipos analógicos que en ese momento estuvieran radiando en canales superiores al 60. Para posteriormente sustituir

cada uno los equipos analógicos por los digitales. Esto hace que el despliegue sea más lento pero también que el impacto en la cobertura llegue de una forma más amortiguada.

2- Apagar todas las emisiones analógicas y al día siguiente iniciar el despliegue digital. Esto sería lo más rápido, pero ocasionaría dejar durante demasiado tiempo a la población sin señal de televisión.

De forma somera podemos señalar que:

Los Sistemas Analógicos: Son sistemas sencillos y poco robustos a nivel de interferencias. Las pérdidas de calidad son progresivas por lo que un problema se traduce en forma de doble imagen, nieve, efecto persiana o ruido.

Los Sistemas Digitales: Son más complejos. Todos los equipos una necesitan señal GPS de referencia. Son muchísimo más robusto a nivel de interferencias. Debido a la mejora de las técnicas de compresión permiten introducir 5-6 canales con la misma calidad que el analógico en el mismo ancho de banda. Permiten la implementación de nuevos servicios de HD sin cambiar nada. Por otro lado, cuando el sistema falla no se ve nada, lo que hace mucho más complejo resolver averías, especialmente las que van asociadas a fallos de GPS.

Para poder introducir un equipo de TDT dentro de la red SFN nacional se tienen que cumplir tres premisas:

- 1- La información tiene que ser la misma para un mismo canal.
- 2- La frecuencia del canal tiene que ser la misma.
- 3- Los paquetes deben salir al mismo tiempo (se necesita sincronización).

Para que esto sea posible y no existan “en el aire” paquetes diferentes se define un intervalo de guarda. Un intervalo de guarda es el tiempo de silencio que dejas después de cada símbolo con el fin de que todos los ecos que aparezcan en esa zona estén dentro de ese espacio. En el caso de España se ha establecido un cuarto de la duración de un símbolo, de forma que cualquier eco que aparezca dentro del intervalo de guarda no influirá en la zona de cobertura. Del mismo modo cualquier eco que aparezca en la zona de cobertura fuera del intervalo de guarda podría ocasionar una interferencia.

Teniendo en cuenta que la norma DVB-T define la duración del símbolo en 224 microsegundos, nuestro intervalo de guarda (L_g) será igual a:

$$L_g = 56 \text{ microsegundos}$$

Por tanto, si llegan señales de varios equipos de TDT a los receptores de los usuarios en la zona de cobertura; esta no puede estar desfasada en el tiempo más de 56 microsegundos. O dicho de otra manera: si la velocidad de la luz son 300000 Km/s

$$56 \text{ microsegundos} * 300000 \text{ Km/s} = 16,8 \text{ Km}$$

No podemos recibir señales con similares niveles en zona de cobertura de centros situados a más de 16.8km

Este dato se tiene en cuenta a la hora de diseñar una red SFN, y en los casos en los que aparezcan ecos en la zona de cobertura y fuera del intervalo de guarda, se puede minimizar los efectos de varias formas:

- Cambiando la polaridad del sistema radiante de uno de los centros de TDT.
- Desapuntando las antenas de los usuarios.
- Situando la antena receptora en la pared de la casa de forma que esté oculta de uno de los centros.
- Colocando sistemas de antenas en las colectivas (Array).

Una última solución sería introducir un retardo (positivo o negativo) en la señal de uno de los centros, de forma que las señales vuelvan a estar dentro del intervalo de guarda en la zona de cobertura.

El problema que puede surgir es que en redes con muchos equipos, un retardo puede solucionar un problema pero al mismo tiempo crear otros nuevos. Por tanto, se debería tener en cuenta la situación de todos los equipos que radien hacia la zona de cobertura antes de modificar un retardo.

En la siguiente figura se describe de forma gráfica el intervalo de guarda con la señal 4 llegando fuera del mismo. Si esta señal llega con un nivel bajo no habría problemas, pero si los niveles respecto a la primaria son del orden de 20dB ya empezaría a haber problemas.

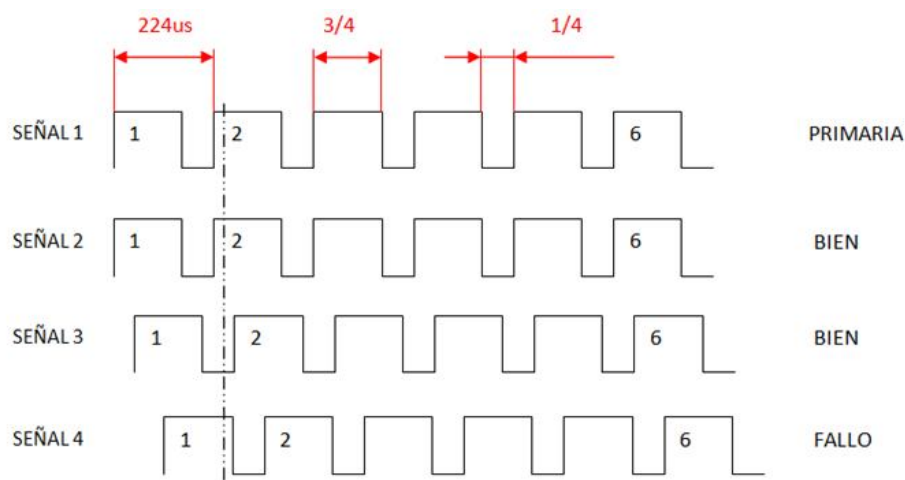


Fig.2.2.1 Intervalo de guarda (lg)

2.3 Instalación del equipo de TDT

Las instalaciones analógicas constan de una torre con su SS.RR y una edificación dentro de la cual tenemos además de los equipos de televisión, un cuadro eléctrico para la distribución de la energía eléctrica.

Salvo los equipos analógicos el resto es perfectamente válido. Por lo que se procederá al desmontaje de éstos y se colocarán los equipos nuevos usando la infraestructura existente, es decir:

A partir de la torre, caseta actual y cuadro de baja tensión se colocarán los nuevos equipos

Se propone el siguiente equipamiento genérico:

- Equipos: 6 equipos micro reemisores TDT (Potencia 1 o 5 W)
- Sistema radiante: En los centros en los que el SR esté en buen estado se empleará el existente. En caso contrario se reparará la parte averiada. Normalmente existirán 2 sistemas radiantes
- Multiplexores: De forma genérica se emplearán dos grupos de multiplexores, alternando los canales digitales.
 - o MUX 1: Equipos 1,3,5
 - o MUX 2: Equipos 2,4,6
- Transporte: La recepción será por satélite, equipando al centro con una parábola y dos LNB's. Los centros más importantes serán dotados también de transporte por señal terrena (radio enlace)

En el caso de que el centro sea repetidor, la señal primaria se tomará del centro donante empleando 1 antena Yagi por cada dos equipos
- Telecontrol: Se realizará por GSM.

2.4 Señales digitales.

En el pasado la señal de televisión, se generaba en los centros de producción como video y audio por separado (V/A), y en la actualidad se genera en formato SDI, que ya posee el audio embebido dentro del video. Esta señal SDI tiene un ancho de banda de 270 mega-bits, lo que hace que esta señal solo se pueda manejar vía cable coaxial o fibra óptica (FO). Para poder llevar esta señal usando un ancho de banda “sostenible”, se comprime mediante un compresor VBR, hasta alcanzar un tamaño de unos 5 mega-bits. De esta forma conseguimos lo que se llama una señal ASI o también Transport-Stream (TS). Varias señales ASI se multiplexan obteniendo una nueva señal en formato ASI, con un ancho de banda que es la suma de todos. Hay que tener en cuenta que la suma de todas las señales ASI no debe superar el ancho de banda máximo establecido para un transmisor de TDT, que son 20 megabits. Al emplear codificación VBR es más fácil optimizar los 20 megas, razón por la que se puede acabar introduciendo además de los servicios de televisión, varios servicios de radio sin que excedamos el ancho de banda máximo.

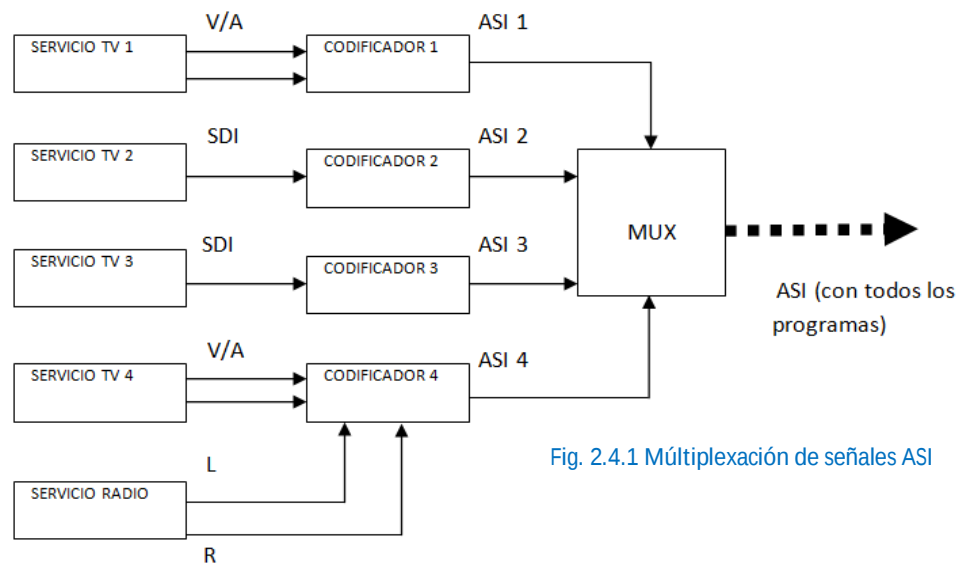


Fig. 2.4.1 Múltiplexación de señales ASI

Nota: Señal de video = 5 Megabits
Señal de audio = 128 KBits.

La señal que entrega el multiplexor (MUX) tiene todos los contenidos de difusión pero le falta la sincronización de cada paquete, por lo que se llevará a un adaptador SFN con el fin de añadirseles.

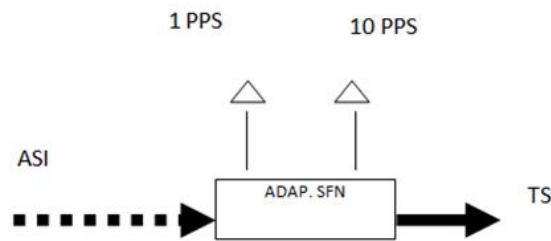


Fig. 2.4.2 Sincronización SFN

A todo este sistema se le conoce como cabecera de red, la cual está situada en Madrid. La señal ASI con sincronismos, se llama también Transport-Stream y se genera en esta cabecera. Para llevar el TS a los equipos de difusión por todo el territorio nacional, tendremos que enviar la señal mediante satélite a través del tele-puerto de Arganda; y a los centros importantes mediante redes SDH, PDH o incluso IP. Para ello se debe de transformar en un E3 de 34megas.

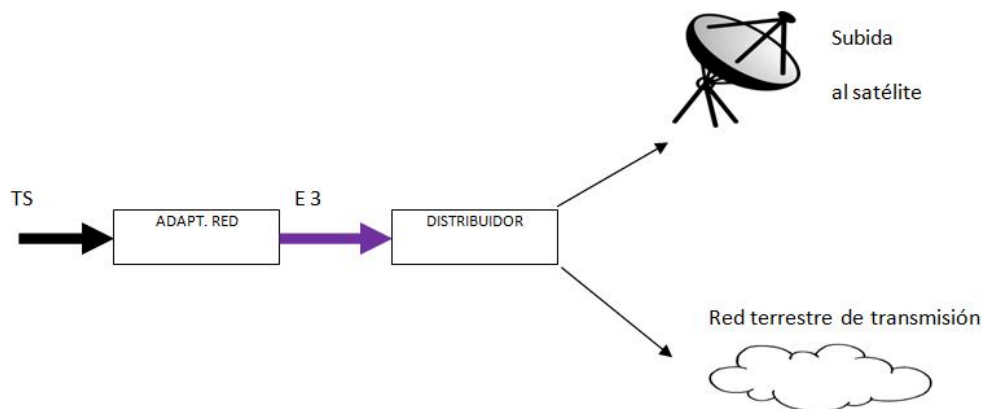
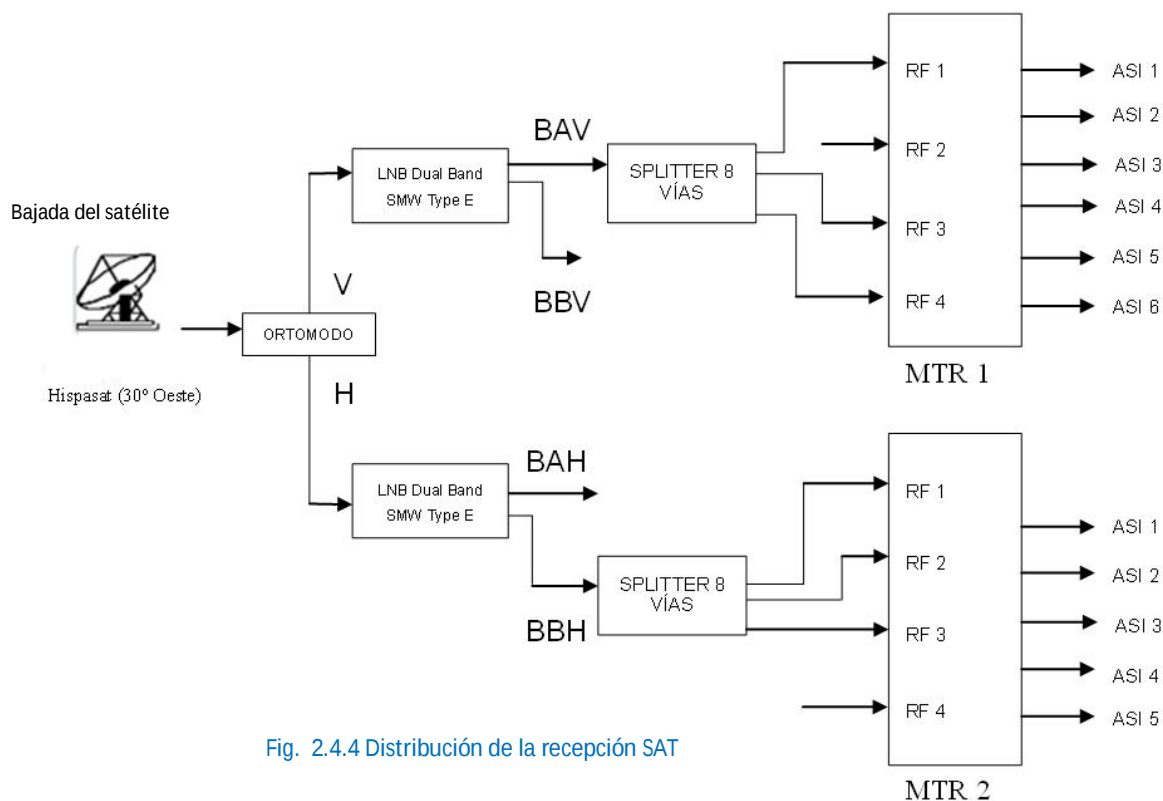


Fig. 2.4.3 Distribución de servicios

Debido al elevado precio de establecer un radio enlace hasta cada centro, este tipo de servicio se reserva para centros de gran cobertura. Por lo que los centros pequeños solo dispondrán de señal de satelite

Finalmente de forma genérica, la distribución de la señal satélite dentro de un centro emisor de TDT quedaría de la siguiente forma:



La bajada de señal de los LNB's al receptor de satélite, se realiza con cable del tipo RG-11 y conectores tipo F. Se debe prestar atención a la realización de estos conectores, ya que son fuente de averías en caso de estar mal montados.

La señal se procesa en cada centro emisor a través de los moduladores, para una vez amplificada ser multiplexada y posteriormente difundida a través del sistema radiante.

La potencia de radiación son de 1 o 5w para los centros pequeños y 20, 100 o 500w para los grandes.

Este valor en (w) se emplea como medida nominal de los equipos, pero a la hora de realizar medidas en campo se emplean otras de carácter logarítmico por ser más fácil trabajar con ellas (una vez nos acostumbramos) lo cual requiere un periodo de adaptación. Estas medidas son:

$$\text{dBmW} = 10\log (W_{\text{out}} / 1\text{mW})$$

$$\text{dBmV} = 20\log (V_{\text{out}} / 1\mu\text{V})$$

Conocido simplemente como dBm

Conocido simplemente como dbu

Truco:

Sumar 3 unidades → x2 Potencia

Sumar 10 unidades → x10 Potencia

2.5 Distribución de la señal de televisión.

Para distribuir la señal de TDT se parte de las cabeceras digitales situadas en Madrid, y desde allí se envían por satélite. Se distinguen centros pequeños (Tipo B) y centros grandes (Tipo A),

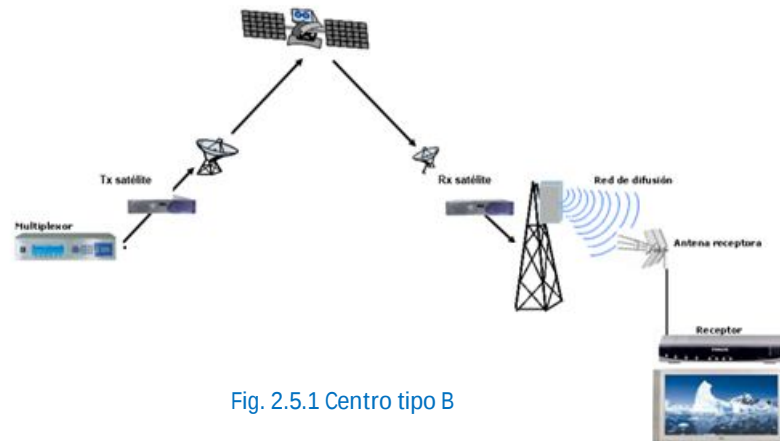


Fig. 2.5.1 Centro tipo B

En el caso de los centros más importantes (Tipo A) también disponen de señal por radio enlaces terrestres

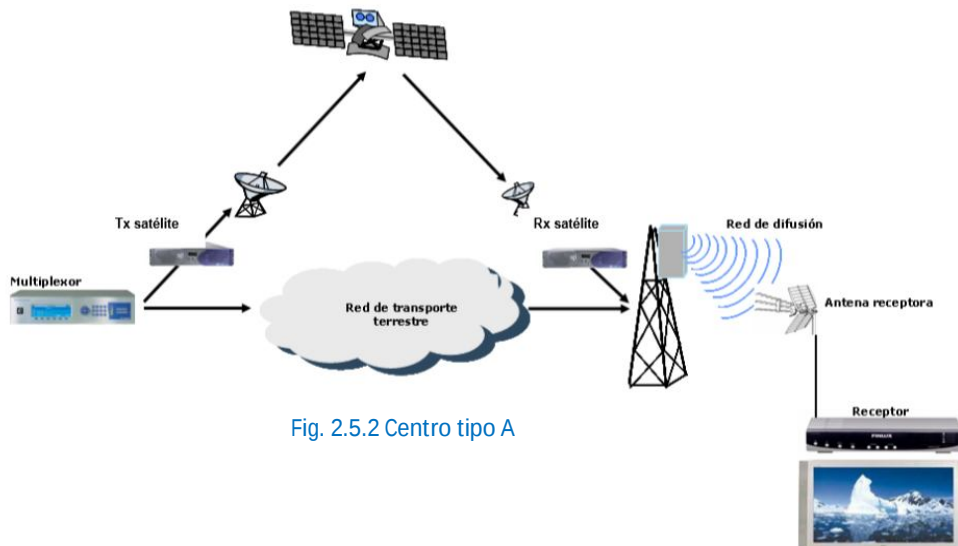


Fig. 2.5.2 Centro tipo A

Por tanto todos los centros siempre van a tener recepción de satélite y los más importantes también dispondrán de recepción terrestre. Esto hace que los tipos A sean más robustos ante un fallo en la red de transmisión de señales. La decisión de montar transmisión terrestre es puramente económica, y se decide según lo contratado con las televisiones o las comunidades autónomas.

Por norma, los centros que radian hacia grandes núcleos urbanos son tipo A, mientras que el resto es tipo B

3 Esquema básico de una instalación de televisión digital

La señal se recibe de satélite y en los centros importantes también por radio enlace terrestre

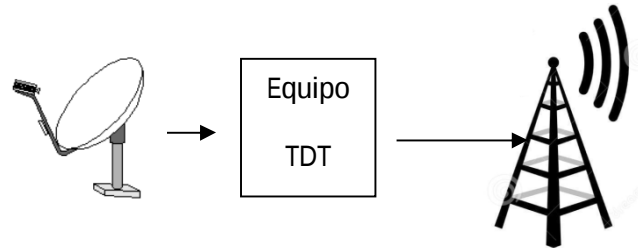


Fig. 3.1 Equipo nono canal

Este formato seria para un solo canal de televisión y emitiendo en una solo dirección, caso poco probable.

Lo normal es disponer de varios equipos de TDT y emitir en varias direcciones. Para no tener que emplear varias antenas se utilizan multiplexores (MUX), y distribuidores

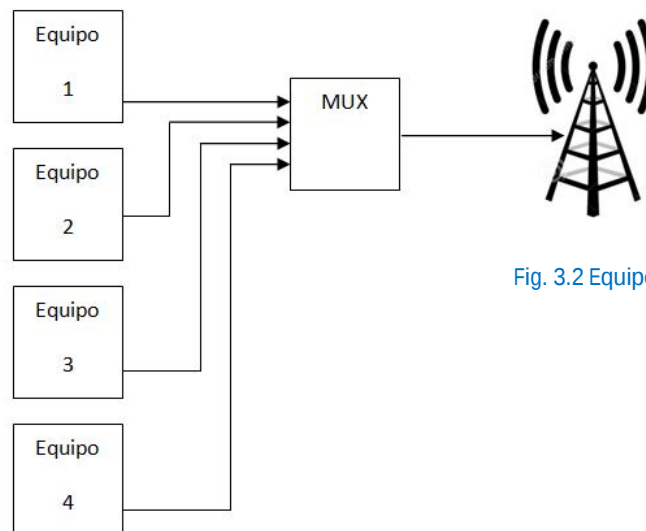


Fig. 3.2 Equipo con 4 canales

Por otro lado, en los centros suele haber dos sistemas radiantes. Con lo que la mitad de los equipos saldrán por el primero y la otra mitad por el segundo.

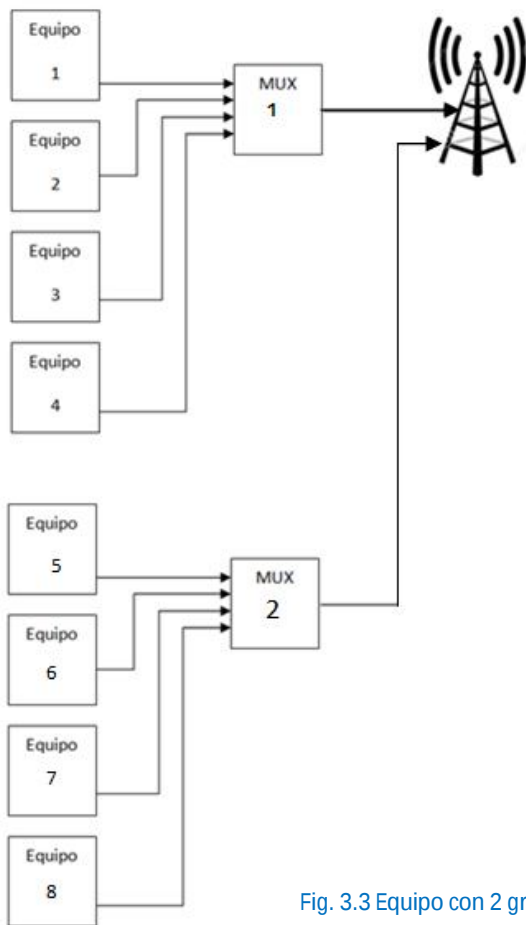


Fig. 3.3 Equipo con 2 grupos de 4 canales

Tenemos un caso especial que es el de los GapFillers (Repetidores), estos toman la señal de un centro cercano y la reprocesan para volver a transmitirla en el mismo canal. Estos tienen la ventaja de ser mas económicos. Por contra la señal es de menor calidad siendo su mantenimiento más problemáticos ya que están más afectados por la climatología y por fallos del centro donante.

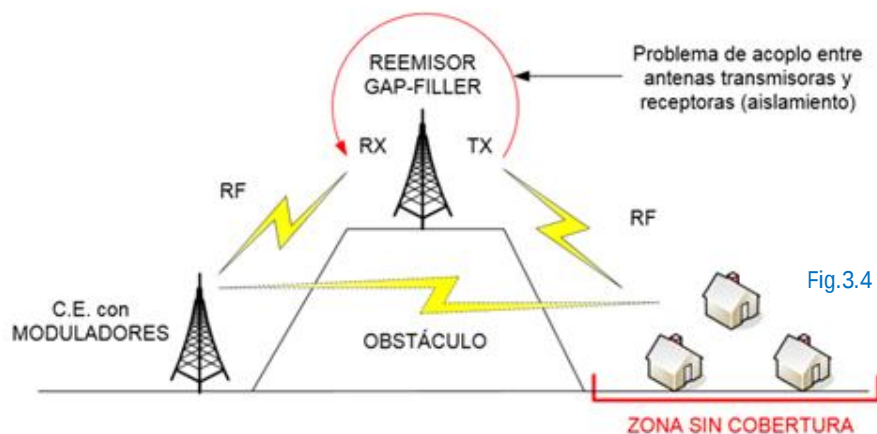


Fig.3.4 Centro tipo Gap Filler

En TDT se emplean tres tipos de multiplexores:

- Start Point
- Con acopladores de 3dBs
- Técnica Z

En los centros se emplean solamente los dos primeros, a continuación se muestra una imagen de estos equipos

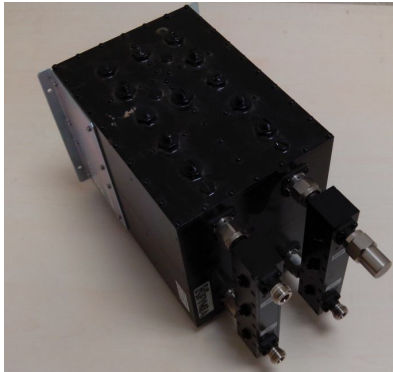


Fig. 3.5 MUX con acopladores 3dBs



Fig. 3.6 MUX Start Point



Fig. 3.7 MUX Técnica Z

A continuación se muestra un distribuidor de señal colocado en torre, para repartir la señal a los paneles:



Fig. 3.8 Combinador - Distribuidor de tres vías

Aquí se muestra el aspecto de un sistema radiante:



Fig. 3.9 Paneles de RF

Por último es muy importante indicar que la mayor parte de las pérdidas en una estación de TDT se producen en los cables que van desde el equipo hasta los paneles, por lo que es recomendable emplear siempre que se pueda del tipo Cellflex de media y cuando no RG213

Cable	150 MHz	450 MHz	900 MHz	1600 MHz	2000 MHz
AS200 6/50	9,9 dB	17,3 dB	24,8 dB	32,4 dB	37,7 dB
<i>Cellflex ¼"</i>	<i>7,5 dB</i>	<i>13,7 dB</i>	<i>20,3 dB</i>	<i>28,5 dB</i>	<i>32,7 dB</i>
<i>RG -58</i>	<i>20,3 dB</i>	<i>44,8 dB</i>	<i>70,8 dB</i>		
AS400 10/50	5,5 dB	9,5 dB	14,0 dB	17,9 dB	20,0 dB
<i>Cellflex 3/8"</i>	<i>4,3 dB</i>	<i>7,6 dB</i>	<i>11,1 dB</i>	<i>14,6 dB</i>	<i>16,7 dB</i>
<i>RG-213/214</i>	<i>9,2 dB</i>	<i>17,1 dB</i>	<i>23,7 dB</i>	<i>42,1 dB</i>	<i>52,6 dB</i>
LMR600	3,2 dB	5,6 dB	8,2 dB	11,3 dB	13,0 dB
<i>Cellflex ½</i>	<i>2,8 dB</i>	<i>4,9 dB</i>	<i>7,3 dB</i>	<i>10,0 dB</i>	<i>11,3 dB</i>
LMR900	2,0 dB	3,6 dB	5,3 dB	7,2 dB	8,2 dB
<i>Cellflex 7/8"</i>	<i>1,5 dB</i>	<i>2,7 dB</i>	<i>4,0 dB</i>	<i>5,7 dB</i>	<i>6,5 dB</i>

TABLA COMPARATIVA DE ATENUACIONES
dB/ 100m (+/-5%), conectores incluidos.

Fig. 3.10 Tabla de atenuaciones

Para hacernos una idea del trabajo que lleva realizar el despliegue, a continuación se indica un mapa del territorio Nacional y otro de Asturias.

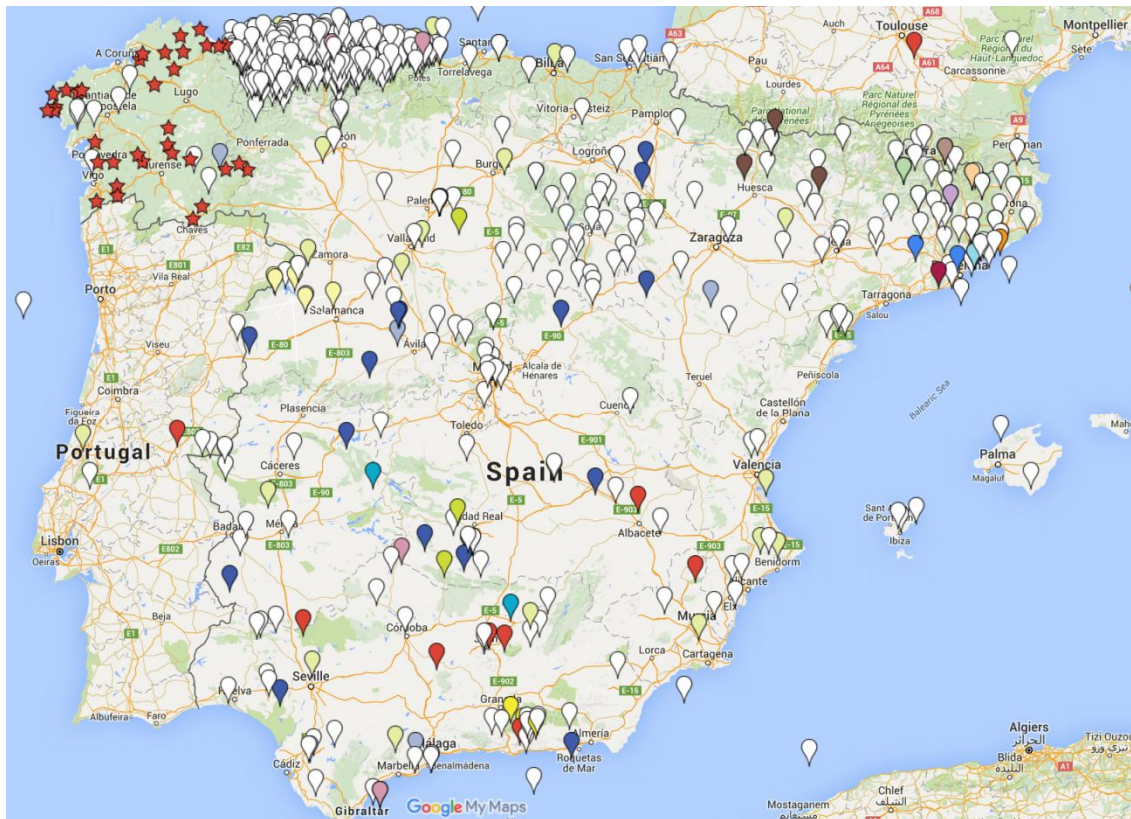


Fig. 3.11 Situación centros territorio nacional

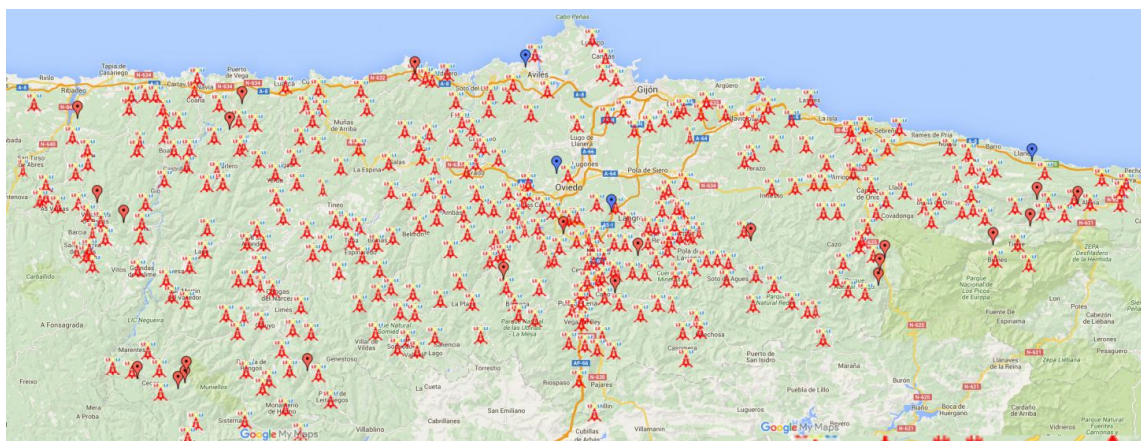


Fig. 3.12 Situación centros Asturias

Debido a las peculiaridades que presenta la orografía de Asturias, nos encontramos ante la zona que presenta un mayor ratio (Centro/Población) de toda España

4. Errores cometidos durante el despliegue

4.1 Recogida de datos

Los datos que se muestran a continuación son reales, pero no de acceso público. Están obtenidos a través de la participación en el despliegue y mantenimiento de los equipos de TDT en Asturias hasta el año 2015, fecha en la que finalizó la primera fase del dividendo digital.

De los 250 centros que existen en Asturias para la realización de este trabajo se han visitado 40. Podemos considerar dos tipos de deficiencias; las que aparecen de forma repetitiva que suelen ser leves se han estudiado sobre la muestra de 40 centros, y las puntuales o no repetitivas habitualmente más graves sobre la totalidad de los centros.

4.1.1 Fallos repetitivos

Caso 1

A la hora de realizar el dividendo digital durante la primera mitad del año 2015 se recibe la indicación de que esta vez se va a intentar realizar este despliegue sin un replanteo previo en el 99% de los centros (los más pequeños). En anteriores despliegues siempre se visitaban la totalidad de los centros junto con el personal externo que se encargaba de realizar los trabajos antes de comenzar. Esto ocasiona un gasto ya que el precio del replanteo es de 100€ más los recursos propios necesarios (acompañamiento, vehículos,...), lo que multiplicado por más de 250 centros da como resultado una cifra importante.

Caso 2

Los servicios de TDT se envían de forma encriptada al satélite, por tema de pago del canon. Este se calcula en función del número de personas a las que llegue la difusión de las imágenes, en el caso del Satélite Hispasat sería prácticamente toda Europa. Esto obliga a que todos los receptores de satélite instalados en centros emisores utilicen la codificación correspondiente y que además estén localizados en todo momento. Se trata de evitar que un centro no emita señales que no se le han asignado. O incluso protegerse ante un posible robo, ya que al llevarse el receptor este se podría montar en cualquier lugar que tenga recepción de satélite. A efectos prácticos toda Europa.

Debido a la problemática anteriormente descrita para la gestión de estos equipos, se dispone de un Centro de Control, Supervisión y Configuración de equipos. Este departamento en el día a día está al límite de su capacidad de gestión. Por otro lado se pretende realizar el despliegue en tres meses de todos los centros del territorio nacional (1200 aprox.). Debido al colapso que esto supone esperas de 2 horas de media. Tiempo en el que los instaladores están bastante limitados a la espera de que les configuren los receptores de cada centro.

Para iniciar la puesta en marcha de una instalación se precede de la siguiente forma: antes de iniciar la instalación se llama al centro de control y se informa del emplazamiento en el

que se va a trabajar. Ellos comprueban los servicios adjudicados y a través del satélite lanzan la configuración quedando los equipos aptos para empezar a funcionar.

Como se indicó anteriormente (por tema de royalties), los receptores de satélite tienen que estar encriptados y controlados mediante números de serie (NS), de forma que durante la instalación y futuros mantenimiento, siempre hay que actualizar la base de datos de los mismos. Aunque los NS son comunicados se han llegado a dar casos de deslocalización de un receptor de satélite, lo que hace que se proceda a su baja inmediata en el sistema. Esto ocasiona que de repente un centro emisor se quede sin señal, produciendo el apagado del mismo. Posteriormente se detecta la avería: Vía queja telefónica o tele-gestión (en ocasiones horas después) produciendo el consiguiente desplazamiento del personal.

Personal que una vez accedido al centro y revisado los equipos contacta con tele-gestión y le confirman que estaba "silenciado remotamente" a la espera de identificar su ubicación. Posteriormente el equipo es reactivado y la situación normalizada

Caso 3

La planificación de los despliegues se lleva desde Barcelona y aunque se comunica a las zonas, al final la información se acaba perdiendo y no llega a los centros trabajo. Como consecuencia de ello se detectan varios errores:

- El centro de control ve equipos alarmados, abre la incidencia correspondiente y los técnicos acaban apareciendo por los centros para encontrarse con el personal trabajando en los mismos
- En el caso de centros sin TDT, una vez colocados los equipos estos deben de quedar gestionados, supervisados y sin alarmas. Esto es comprobado por el centro de gestión. Pero en el caso de que ya tengamos un equipo de TDT y se proceda a un cambio de canal, la anterior comprobación no se realiza, por saturación del departamento de supervisión. Como consecuencia aunque los equipos están bien la gestión los ve apagados. Y lo más grave, en la zona de cobertura los usuarios que no han realizado la reintonización correspondiente no verán algunos canales. Esto produce llamadas a atención al cliente y al ver desde gestión los equipos alarmados se activa nuevamente al personal de mantenimiento para que se pase por el centro y compruebe que todo está saliendo de forma correcta.

Caso 4

En centros grandes se realizan los pasos de replanteo y aceptación así como algún seguimiento. Por contra los centros pequeños (Potencia inferior a 5w) se adjudican en la modalidad de auto aceptación. Esto ocasiona llamadas y visitas al almacén para traer el material que falta y finalmente el trabajo programado para un día se acaba realizando en dos, con el correspondiente sobrecoste por segunda visita que los instaladores aplican a estas situaciones.

Caso 5

Aunque todas las instalaciones son muy parecidas, siempre existe pequeñas diferencia, por lo que al no haber una visita previa el pequeño material que falta como puede ser: transiciones, adaptadores, soportes de muxes, latiguillos,) se trampean como se puede, apareciendo:

- Muxes sujetos con bridas
- Muxes posados directamente encima de otros, por no tener tornillos
- Al faltar transiciones, se emplean latiguillos viejos para salir del paso dejando en muchos casos la sonda sujeta al rejiband con bridas
- Los muxes nuevos en muchos casos no poseen el mismo conector que los existentes en el centro, ya que este depende del fabricante. Esto ocasiona, que algún técnico deje lo que está haciendo y se acerque con el material que falta para darlo a los instaladores
- Se colocan antenas de GPS situadas a ras de tejado, con lo que la aparición de nieve ocasiona que esta queden cubiertas, y por tanto su funcionamiento empeore. La solución es colocar un soporte elevado, el cual se coloca por personal propio en alguna visita posterior
- Los primero equipos de TDT no admiten la bajada de canal que marca el dividendo digitan, produciéndose de nuevo la correspondiente llamada a la zona técnica por parte de los instaladores y el acercamiento de equipos de repuesto por parte del personal técnico
- Las instalaciones se hacen de la forma más rápida para el instalador, pero no se tiene en cuenta el día a día del mantenimiento. Por ejemplo durante la instalación nunca falta la escalera bien sea porque está en el centro o los instaladores la traen. Pero con el tiempo la escalera desaparece y no hay forma de llegar a la sonda ya que esta se ha colocado el punto más alto de la pared.
- En el caso de las parábolas de recepción de satélite, se ha encontrado con que en ocasiones se montan en posiciones demasiado elevadas y de difícil acceso para el posterior mantenimiento. De este modo en caso de avería se necesita de un antenista para realizar el trabajo, cuando de montarlas en posiciones más bajas con una escalera de tijera, se podría realizar cómodamente estas tareas de mantenimiento.
- Aparecen instaladores con poca experiencia los cuales no son capaces de configurar lo equipos, como consecuencia de esto algún técnico tiene que dejar de hacer lo que estaba haciendo y pasar a finalizar los trabajos
- Se emplean transiciones para evitar cambiar latiguillos, ya que es más barato que rehacer los cableados. Pero a cambio añadimos elementos extra que hacen que mecánicamente sea más fácil que aparezcan averías y aumenten también las pérdidas.

- En los sucesivos despliegues se han añadido y cambiado equipos, sin que 2/3 de los instaladores etiqueten los cableados conforme a los equipos a los que están conectados. Esto hace que posteriores trabajos de mantenimiento tengan una mayor dificultad ya que el etiquetado de los cables facilita enormemente las labores de mantenimiento

Caso 6

El precio de cada instalación es cerrado, por lo los instaladores ponen el mínimo material extra que se necesite, ya que no lo van a cobrar. Según nos comentan para que las cuentas les salgan, durante el dividendo deben de hacer dos instalaciones al día. Y normalmente las hacen.

Esto ocasiona que tiempo después de realizadas las instalaciones sea cuando se detecten los fallos y se tenga que realizar visitas posteriores para solucionarlos. En ocasiones posteriores averías descubren fallos en la instalación

Caso 7

Las hojas de proyecto son un copia y pega, y aunque en la mayoría de las instalaciones se parecen mucho, nos encontramos con que despista bastante que los nombres de los emplazamientos sean los de otra provincia, las configuraciones de satélite aparezcan incorrectas, e incluso en ocasiones faltan equipos. Esto produce retrasos ya que nuevamente se tiene que pasar por la instalación a resolver estos errores con el personal de ingeniería y ver cómo se van a realizar los trabajos.

Caso 8

Se realiza auto-aceptación, por lo que si no se visita el centro por avería, no habrá constancia de ningún fallo. Como mucho igual detecta en la visita anual.

Nos encontramos por tanto que si los instaladores no saben hacer algo, o nadie les indica como tienen que quedar las cosas al no estar vigilados repiten errores como por ejemplo no tarar sondas. Ese trabajo que en la instalación implica menos de 1 hora, hace que a posterior no se haga ya que serían varias horas de corte. Razón por la que muchas veces las sondas quedan sin tarar y las posteriores medidas de los centros se convierte en aproximadas ya que no se tiene una referencia fiable los valores nominales del mismo.

En la los documentos que se reciben con el procedimiento de aceptación los equipos se muestran sin alarmas y con buenos parámetros de funcionamiento, pero posteriormente se descubre que faltan cableados y que la calidad es bastante justa

Caso 9

Desde cada zona, los técnicos saben que en muchos centros durante el primer despliegue se cometieron errores por falta de experiencia, e incluso se esperaba el dividendo como una oportunidad de introducir mejoras (Ej.: empleo de cables erróneos). Pero finalmente al no participar en la programación ni en la instalación de los trabajos estos fallos no se

corrigen en los siguientes despliegues. Lo que ocasiona que centros de 5w estén saliendo con potencias cercanas a un 1w.

Se dan casos de centros situados a más de 1500m, en los que se instalaron las antenas Yagui receptoras sin una protección contra desprendimientos de hielo desde la torre. Con lo que más pronto que tarde estas antenas se romperán debido a la precipitación de bloques de hielo, dejando el equipo sin señal primaria. Y dejando por tanto la zona de cobertura sin televisión. Esto sucederá con seguridad durante el invierno, periodo en el año solo se puede acceder andando o en moto de nieve. La razón indicada para no colocar las protecciones, es una vez más el presupuesto cerrado, por lo que no se puede añadir prácticamente nada.

Caso 10

Durante el dividendo digital una vez que los instaladores han terminado de hacer los cambios que se les han encargado, pasamos los técnicos de la empresa al menos dos ocasiones por los centros:

- 1- Para instalar el Canal 22 en los centros que les corresponda
- 2- Reordenar la posición de los equipos según indicaciones de tele gestión

Esta reordenación es bastante problemática, ya que conlleva mover equipos de sitio. Con lo que en ocasiones los cableados no llegan y se debe de añadir latiguillos y transiciones, esto hace que la precariedad de la instalación aumente. Se comenta que otra posibilidad sería cambiar el mapa en el equipo de gestión, pero la respuesta es que lo quieren así. Finalmente después de mucho insistir, nos dicen que les mandemos el esquema de cómo está la instalación y telecontrol lo documentara tal como esta

4.1.2 Fallos no repetitivos

Caso 11

Como consecuencia de realizar la planificación desde Barcelona por personal que desconoce las peculiaridades de cada emplazamiento, nos encontramos con que se programan para pleno invierno (Enero-Febrero) centros aislados y a mas de 1000 metros de altura. Esto hace que debido a la nieve no se tenga buen acceso (aun así se intenta subir), lo normal es que no se consiga y se tenga que volver en fechas posteriores. Esto conlleva correspondiente sobrecoste.

En el caso de Centro A01, situado a 2000 metros de altura. Todo el centro está bajo alimentación segura a través de una SAI de 10 Kvas. Nos encontramos con que la sustitución de esta se programa principios de diciembre, mes que se caracteriza por pocas horas de luz y un frio considerable.

En el caso del centro A02, no se pudo acceder debido a la cantidad de nieve acumulada. Llegando incluso a sobrepasarse la fecha programada por el gobierno para el realizar el dividendo digital del año 2015, con lo que este centro se dejó emitiendo durante más de un mes por las frecuencias antiguas, hasta que la nieve bajo un poco y se pudo subir a realizar los cambios.

Caso 12

Homogenización en planta: Se tienen más de 150 equipos de 1 y 5 w de una marca y seis de otra. Estos últimos se encuentran localizados en la zona más alejada del territorio. Esta situación era difícilmente aceptable en el primer despliegue, pero en mas grave no haberlo corregido durante los siguientes, ya de ocasiona problemas de logística y de carácter técnico debido a que el personal apenas está familiarizado con estos equipos.

Caso 13

En la zona en la que se realiza el estudio la población está muy focalizada, juntando en cinco ciudades el 80% de la misma. Esto lleva a que el coste de total de mantenimiento se dispare respecto a otras provincias, ya que para dar una cobertura total a la región se tienen que instalar muchos centros, a veces incluso para pequeños pueblos. Por lo anteriormente indicado durante el primer despliegue, se realizaron medidas en muchos centros para ver si el centro podía se Gap-filler (en vez de recepción satélite), ya que es con diferencia la opción más económica.

Las medidas para decidir si se instalaba Gap-filler o recepción satélite se ajustaron mucho, llegando a repetirlas hasta que se consiguieron los valores adecuados. Y aunque el sistema finalmente con algún que otro ajuste se logro que funcionara, con la llegada del dividendo digital (las nuevas frecuencia son más bajas con que aumenta la propagación y por tanto la realimentación), muchos centros que no eran problemáticos han empezado a serlo. Esto afecta poco en días de buen tiempo, pero cuando llega la lluvia y las nieblas los equipos empiezan a fallar. Este tipo de fallos se ha detectado en 3 centros

Un factor que hace que esta situación sea crítica es que la mayor parte de las torres son de pequeña altura (menos de 17m). Torres heredadas de los sistemas analógicos, los cuales al emplear distintos canales a la entrada que a la salida no les afectaba el desacoplo.

Caso 14

Aunque inicialmente se realizo una breve valoración de los centros en los que más nieva para colocar mantas eléctricas en las parábolas. Nos encontramos que a medida que los centros se cortan por nieve se van colocando estos dispositivos eléctricos. Con esto se evita tener que pasar durante los temporales de nieve por algunos centros a los que hay que subir andando y quitar la nieve de la parábola.

Caso 15

Muchos cambios realizados hace tiempo en los centros no se documentan adecuadamente, con lo que en caso de no contar con el personal de las zonas puede haber diferencias entre lo documentado y lo que se encuentra el instalador el día que comienza a realizar los trabajos.

Razón por la que en el centro A03, se procede al cambio de torre por estar la actual pasada de peso y totalmente cubierta de antenas y parábolas. Para el cambio se pide otra de igual altura a la existente (Este centro es un punto estratégico dentro de esa zona, por lo que es fácil conseguir en un futuro nuevos clientes que se quieran instalar o ubicar en el mismo) de forma que cuando se termine la migración de antenas de la torre vieja a la torre nueva esta estará nuevamente repleta de antenas, eso sí, sin estar pasada de peso.

Todavía es más grave, que debido a trabajos realizados hace 10 años se modificó la orientación del sistema radiante, pero no se documentó en la ficha del centro. Como consecuencia de esto se situó la nueva torre según la documentación y una vez realizada la cimentación se realizó una visita y se observó que la orientación de las caras de la nueva torre y las antenas de la vieja diferían en 12°. Debido a este problema se tuvo que realizar una consulta interna para ver cómo podía afectar el cambio de orientación de los paneles. Afortunadamente el impacto de giro era mínimo.

Para la realización de este proyecto se realizaron varios replanteos, pero se falló en el seguimiento, ya que no se realizó ninguna visita hasta que la cimentación estaba acabada y con el primer tramo de la torre (16m) colocado.

En el caso del hormigonado de la torre se produce un grave error ya que el personal que realiza esa parte de obra no estaba muy familiarizado con este tipo de trabajos, por lo que quedaron sin agua a mitad del trabajo. No quedando más remedio que realizar el dado en dos etapas, (Acción que también requirió una nueva consulta interna, recibiendo autorización para continuar el hormigonado empleando entre las dos partes de hormigón una resina).

Finalmente con la torre construida los operadores de telefonía empiezan a migrar equipos de la torre vieja a la nueva sin que se les realice ningún seguimiento. Es fácil que la torre nueva acabe llena de antenas colocadas según el criterio del instalador de turno. Sin descartar la posibilidad que las propias antenas de TDT queden sin espacio en la torre nueva.

Caso 16

Centros de intemperie: En la zona de en la que se toman los datos para este TFM existen unos 30 emplazamientos de este estilo. En todos ellos se coloca un armario con puerta delantera para facilitar el acceso al frontal de los equipos y por detrás una pesada tapa sujeta por 10 tornillos. El sistema es bastante precario ya que para cualquier intervención que exija un cambio de equipo, es necesario quitar los tornillos de la tapa trasera para

posteriormente retirarla con bastante dificultad. El acceso a los puntos de medida también está condicionado a la retirada de la tapa trasera.

En condiciones de lluvia el mantenimiento de estos centros equipos de intemperie se complica enormemente, ya que se realiza cualquier trabajo sin estar protegido de la lluvia, nieve y ventiscas hace que las condiciones de trabajo se vuelvan bastante precarias.

También indicar, que el tener introducidos los cableados por la parte de abajo del armario facilita la entrada de ratones dentro del mismo, por lo que no es raro que aparezcan equipos averiados por orines y excrementos de roedores.

Caso 17

En los centros grandes se han instalados enormes SAI'S, lo que disminuye notablemente el número de averías (probablemente más del 90%), pero aquí aparece un nuevo problema que no se ha contemplado: Un equipo puede estar varios años funcionando sin ningún problema, pero al apagarlo por ejemplo por un trabajo programado, nos encontramos que las posibilidades de que no arranque son bastante elevadas ya que elementos como los condensadores se va secando y con ello pierden características intrínsecas. Esto sería fácilmente solucionable empleando rotaciones periódicas de los equipos. Aquí aparece otro problema que es que debido a los tiempos de continuidad firmados, por encima del 99,99 cualquier corte se computa con gran penalización. Por lo que al final es bastante difícil encontrar el equilibrio.

Caso 18

Existen dos centros bastante elevados y tremendamente aislados, en los que no existe línea eléctrica por lo que para su funcionamiento se han instalado paneles solares, baterías, reguladores y un grupo electrógeno. Ambos siempre han sido solares y hace apenas 5 años se precedió a la renovación de las baterías, reguladores y placas por otras nuevas. Al no ser suficiente en los días de poca luz, se acabó por añadir un grupo electrógeno con el fin de garantizar el servicio en los meses de invierno

El primero con más 10 km de acceso no parece razonable tratar de tirar una línea eléctrica, pero en el otro con 50 postes se podría quitar paneles, baterías, reguladores y grupo. Con este cambio se ganaría gran cantidad de espacio en el emplazamiento y se pasaría a poder ubicar a otros operadores en el centro, ya que ahora se dispone de energía para nuevos equipos.

Por otro lado al ser el sistema de línea mucha más robusto y fácil de mantener (que paneles mas grupo), se minimizarían el numero de averías y de visitas que se producen en este centro, abaratando notablemente el mantenimiento.

Este centro es gap-filler y tiene muchos problemas en verano debido a la aparición de interferencias por canales Franceses (Con el buen tiempo la propagación aumenta, razón

por la que canales de lejanos pillan pasillo y actúan como señal interferente). La solución a este problema sería convertir el centro en transmisor recibiendo la señal directamente del satélite, pero debido a la altura a la que está situado este centro la parábola debería de ser calefactada. En un centro con presencia de línea eléctrica este incremento de unos 1500w no es importante, pero al ser el centro solar este paso se complica en exceso ya que acabaría en poco tiempo con las reservas de energía almacenada en las baterías. La presencia de línea eléctrica, evitaría tener que reposar 500 litros de gasoil una vez al año.

Caso 19

En el año 2015 se han realizado estudios en todas las torres para ver si es necesario actuar sobre ellas, por ejemplo realizando trabajos de refuerzo de los perfiles o del dado de hormigón. Aunque se ha realizado el acompañamiento inicial para realizar un replanteo con el personal que va a realizar los trabajos, no se visitan las obras durante los periodos de ejecución de la misma. Esto ocasiona que una vez han finalizado estos trabajos nos encontramos con que en donde ha sido necesario realizar recrecido del dado de hormigón, se pone muy difícil el acceso al interior del recinto ya que casi no hay paso entre la valla y propio dado de hormigón. En otros casos el nuevo dado ha sido recrecido hasta que impide abrir armarios. Y en un caso concreto se taparon los cables de tierras, por lo que no quedo mas remedio de volver a perforar para colocar nuevas picas de tierra.

Caso 20

En los centros donde esta cubicados otros operadores de telecomunicaciones, se han subcontratado la instalación de contadores con lectura remota, de forma que se pueda realizar lecturas de los consumos de cada operador y así saber cuánto consume realmente cada uno. Pues bien de ocho instalaciones visitadas este mes, 2 estaban mal realizados los trabajos ya que en una la lectura era del 20% del total y en el segundo del 80%.

Una vez más se comprueba que o no se ha explicado claramente lo que se necesita, o debido a la falta de control se acaban arrastrando errores durante todas las intervenciones de las que constan los trabajos. Al final cuando se detectan estos problemas es con motivo de visitas muy posteriores, por lo que todos los trabajos ya hace tiempo que fueron finalizados. Finalmente se decide revisar cada una de las instalaciones y en las que se aprecien errores corregirlos

Caso 21

En el centro B39 se replantea la instalación de un equipo de A/C. Se decide que la mejor opción es colocar el equipo de interior encima de la puerta (de esta manera no se resta espacio para colocar nuevos armarios en la sala de equipos). Pues bien, en una visita posterior se comprueba que la unidad de A/C está colgada por unos soportes que añaden 30 cm, por lo que el equipo de A/C acaba situado en una posición demasiado baja con peligro de que cualquiera que mida 1,80 m o mas se acabe golpeando la cabeza al entrar. La solución es mover el equipo.

Caso 22

Remotas: La instalación de los equipos de supervisión se realiza a tal velocidad que el personal interno solo puede gestionar la integración de los equipos en el sistema de manera remota. Esto produce numerosos defectos en las instalaciones (por ejemplo cada instalador emplea su propio criterio de colores en los cables). Mas graves es que algunos centros quedan con alarmas pendientes para que en posteriores visitas del personal propio estas sean eliminadas

Caso 23

Antenistas: Este es un claro caso de pérdida de conocimiento. Su trabajo es considerado como de especialista, por lo que no es un grupo que se pueda considerar sometido a una carga de trabajo constante. Ante esta situación la decisión que se toma es ir prescindiendo de ellos a medida que se acercan a la edad de la jubilación y pasar a realizar los trabajos con personal externo. Esto conlleva a que no hay nadie con conocimientos que pueda supervisar las instalaciones en torre y sea el equipo de la subcontrata el que dé el ok mediante una auto aceptación.

Caso 24

Cada vez son más los operadores de telefonía que quieren compartir emplazamientos, por lo que se acaban acercando a las instalaciones TDT. O también los que estando ya instalados en los emplazamientos deciden ampliar servicios (UMTS, 4G, ...). Esta situación conlleva un aumento de la energía que debe de suministrar la compañía eléctrica, esto ocasiona un problema ya que este aumento en muchas ocasiones no se puede realizar debido a la precariedad de la línea eléctrica. La primera solución a esto es el alquiler de grupos electrógenos mientras se gestiona el aumento de potencia, esto añade un sobre coste a la instalación (Si perder de vista que son muy habituales los robos de gasoil, lo que ocasiona que las instalaciones acaben paradas con los consiguientes gastos para reponer el combustible sustraído).

Caso 25

La normativa dispone que cuando tenemos canales de TDT adyacentes, el valor de hombrera será por lo menos de 50db (En caso de que no excitan basta con un valor de 36dB). Con este valor (50dB) se garantiza que un canal no interfiera al de al lado. Pues bien, esto se tuvo en cuenta durante el primer despliegue de TDT y por ello se emplearon filtros de 8 cavidades. Con la llegada de dividendo en principio no existen canales adyacentes por lo que se emplearon filtros de 6 cavidades, los cuales realizan perfectamente la labor de filtrado y son más económicos que los de 8.

Acabada la primera fase del dividendo se continua el despliegue de nuevos canales en la siguiente fase y se arrancan nuevos canales como son el 27 y el 38 (Estos canales son adyacente al 28 y al 39 respectivamente). Pues buen con estos equipos funcionando, es el

propio cliente el que se da cuenta del error. Como solución se acuerda sustituir todos los filtros afectados (35 centros) y colocar otros de 8 cavidades.

4.2. Principales errores en la gestión de proyectos, recomendaciones

Los errores durante la etapa de diseño en un proyecto de telecomunicaciones son siempre de menor gravedad que si estos se producen durante la fase de construcción o se detectan al finalizar ésta. Por lo que se antes de empezar a instalar equipos se debería de tener la seguridad de haber recogido todos los datos necesarios para minimizar al máximo el número de fallos que se produzcan. Fallos que tarde o temprano van a llegar, y que aunque es imposible evitarlos en su totalidad, con una buena planificación de los trabajos y un buen análisis de riesgos previo lograrán minimizar su impacto. En líneas generales se deberían de evitar situaciones como las siguientes:

1. Mala planificación. El primer punto a tener en cuenta se inicie la gestión de un proyecto de telecomunicaciones es hacer una correcta y detallada planificación. Es fundamental planificar las tareas, los plazos y los recursos que tenemos a nuestra disposición para llevar a cabo una gestión de proyectos eficiente. Es muy importante identificar a los involucrados e intentar recoger lo antes posible toda la información e ideas de cada una de las partes. De lo contrario es fácil que se produzcan desviaciones puede afectar de alguna forma a la consecución de nuestro objetivo.
2. No realizar seguimientos periódicos. En nuestra planificación deben figurar revisiones periódicas que nos aseguren que todo se está cumpliendo según los plazos previstos. Esto nos servirá no solo para llevar un control exhaustivo del proceso, sino también para corregir a tiempo posibles errores en su desarrollo. Recoger la información de los seguimientos va ayudar a conformar las lecciones aprendidas, lo que evitara que se repitan errores
3. Ausencia de comunicación. Uno de los pilares fundamentales en la gestión de proyectos es la comunicación. El intercambio de información y opiniones debe ser constante para evitar malentendidos. Tan importante es que se reúnan los jefes de de cada departamento como que esta información se transmita a todas las personas involucradas. Es desolador tener que resolver sobre la marcha fallos de planificación, pero peor es encontrarte que al hablar de ellos tengas compañeros a los que les ha sucedido algo parecido anteriormente
4. No involucrar a todo el equipo en la consecución del proyecto. Aunque siempre hay una persona que debe planificar, gestionar y liderar al equipo que llevará a cabo el proyecto, la consecución y realización del mismo debe ser cosa de todos. Conseguir que todos los miembros del equipo se involucren con el proyecto es una de las principales tareas del Director de Proyectos
5. Falta de unión en el equipo. Es muy importante que, además de estar involucrados con el proyecto, los miembros del equipo estén unidos. Esto evitará enfrentamientos internos y problemas de coordinación que puedan afectar al desarrollo del proyecto.

6. Sobrecostes. Es muy frecuente que durante el desarrollo del proyecto se produzca un aumento del gasto previsto en nuestro presupuesto inicial. Algunos indicios que nos adelantan que esto va a suceder son, por ejemplo, realizar trabajos imprevistos que no habíamos planificado o no contabilizar qué cantidad del fondo de emergencia hemos gastado previamente. Detectar esto lo antes posible minimizará el desvío.

7. Asignación de Roles y Funciones dentro del equipo. Es bueno definir desde el principio quienes van a intervenir directamente en la ejecución de nuestro proyecto y asignarles unas funciones y roles concreto. Un equipo de trabajo bien estructurado es aquel en el que cada miembro comprende su papel en la ejecución del proyecto y lo desempeña de forma adecuada. Aunque a unas personas se le den mejor unos trabajos que a otros, al final de alguna manera todo el personal debe de estar formado e informado. Ya que normalmente saber en todo momento de un tema une al equipo.

8. No realizar un análisis de riesgos previos. Se trata de un proceso necesario para saber cómo enfocar, planificar y ejecutar las actividades de riesgos que pueden afectar al desarrollo de nuestro proyecto, con el objetivo de estar preparados para afrontar sus consecuencias.

9. No cumplir los plazos previstos. No servirá de nada realizar una magnífica planificación si después no conseguimos cumplir los plazos fijados en nuestro calendario.

10. Entregar el proyecto sin validarlo previamente. Uno de los momentos más importantes en la gestión de proyectos se produce cuando tenemos que hacer la entrega a nuestros clientes. En muchos casos, esta entrega se hace de manera precipitada por problemas de tiempo y/o presupuesto, y en algunas ocasiones sin hacer las pruebas de calidad pertinentes. Es bastante usual realizar la puesta en marcha de una instalación sin realizar/comprobar el protocolo de aceptación, incluso realizar estas operaciones varios meses después. Con lo que es difícil defender que después de un tiempo sea cuando se detecten los fallos, o peor aun que algo que se supone que está correctamente funcionando se detecta que no es así

11. Ausencia de la figura del Director de Proyectos: Es imprescindible que nuestro proyecto esté liderado por alguien con capacidad para tomar la iniciativa, gestionar, promover, motivar, incentivar y evaluar a todo el equipo para que se desarrolle de la manera más eficaz y eficiente.

12. Lecciones aprendidas: Finalizado el proyecto o cada una de las etapas es imprescindible documentar todo lo realizado, esto ayudara a tener siempre a mano cualquier dato que se necesite en sucesivos proyectos.

4.2.1 Clasificación de errores

Teniendo en cuenta los casos recogidos, la anterior lista de errores y el sistema de trabajo empleado en las instalaciones, podemos establecer una clasificación de los errores cometidos en los despliegues, que se clasifican en dos grupos:

1. Errores repetitivos
2. Errores no repetitivos

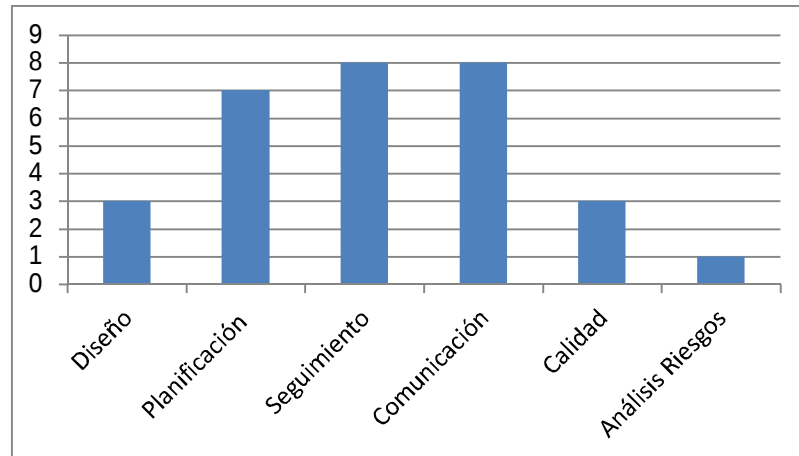


Fig. 4.2.1.1 Distribución fallos repetitivos

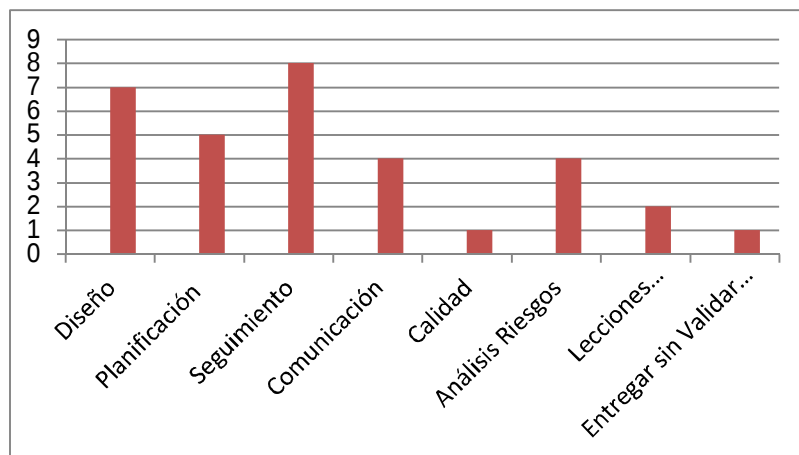


Fig. 4.2.1.2 Distribución fallos no repetitivos

A la vista de las anteriores gráficas se puede observar que es más fácil que se produzcan fallos que impliquen pérdida de calidad en proyectos pequeños que en grandes. Esto se debe a que en los últimos al ser más graves los fallos, estos se acaban solucionando de alguna manera. Por el contrario cuando son fallos repetitivos, si se puede se acaban asumiendo, ya que suelen ser de baja importancia

4.3. Conclusiones

Al inicio de cada proyecto siempre tenemos en cuenta el triángulo de Calidad-Plazo-Coste

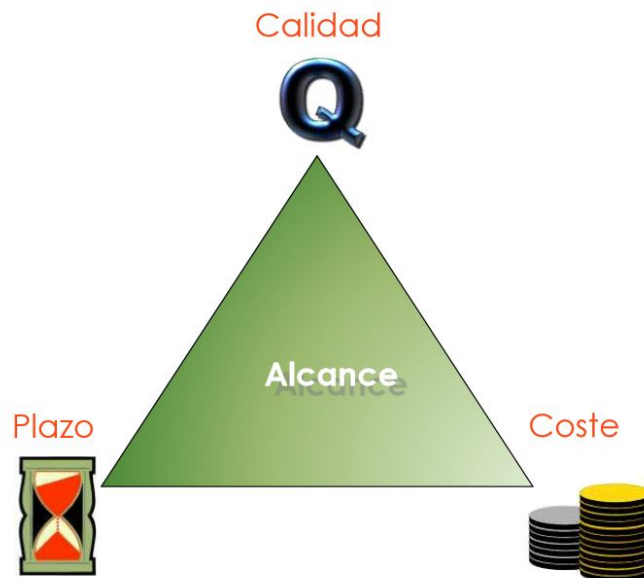


Fig. 4.3.1 Triángulo PCC

En un proyecto de telecomunicaciones, de los tres términos del triángulo existen algunos que son mas fijos que otros,

1. **Plazo:** Es el más fijo de todos. En la mayoría de los casos el plazo de un proyecto viene definido en un Real Decreto, luego existe una fecha tope y esta no se va a poder mover bajo ningún concepto. En otros casos el plazo vendrá marcado por la fecha de puesta en servicio, y si los equipos no están correctamente funcionando habrá algún problema con alguno de los stakeholders.
2. **Calidad:** Es importante pero en menor medida que el plazo, si bien llegado a un punto también es inamovible. Es decir la calidad tiene algo de margen, pero siempre dentro de que el servicio ofertado tiene que funcionar en casi cualquier condición. Dicho de otra forma, si aplicamos las indicaciones del ETSI (EUROPEAN TELECOMMUNICATIONS STANDARDS INSTITUTE) con un valor de 25dB en cobertura de MER (Error de modulación) una señal de TDT se puede decodificar. Por tanto, se pueden finalizar los trabajos con valores superiores pero nunca inferiores, ya que en los receptores podrían aparecer errores y por tanto la imagen no se vería correctamente.
3. **Coste:** Este es el tercer parámetro del sistema y con el que deberemos de jugar para lograr que todo funcione. Pero como los recursos no son infinitos, en función de lo bien que ajustemos este punto lograremos acabar el proyecto de la mejor manera posible

Por lo anteriormente indicado, en el caso de un proyecto de telecomunicaciones ayuda bastante a minimizar fallos dar un giro al anterior triángulo y presentarlo de esta forma:

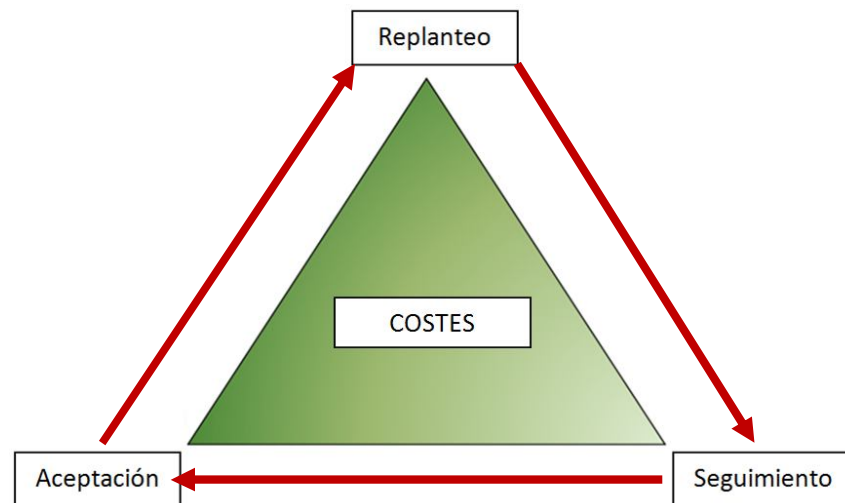


Fig. 4.3.2 Triángulo Costes

Tocando adecuadamente en cada uno de los vértices del triángulo anterior, se logrará una mejor eficiencia. Y por tanto que los costes no se acaben disparando.

Durante la fase de diseño del proyecto, es conveniente realizar una primera visita a cada uno de los emplazamientos antes de empezar los trabajos. Todos los centros son muy parecidos pero no exactamente iguales. Puede ocurrir que después de varias visitas, se detecten desviaciones que se repiten. Pero con el coste y riesgo que tiene una segunda visita para finalizar los trabajos, lo mejor sería visitarlos todos. Más si cabe, pudiendo incluir en esa visita acciones de mejora, las cuales en ocasiones se pueden realizar sin ni siquiera incremento de presupuesto (Ej. Situar adecuadamente los equipos, cableados,...). Esta primera visita es todavía más importante si no se tiene la seguridad de tener perfectamente documentada la instalación sobre la que se va a trabajar.

Al principio del proyecto se deberían de realizar bastantes seguimientos de las instalaciones, posteriormente en número de visitas durante los trabajos se podrían disminuir ya que se habrá conseguido que en la mayoría de los casos los operarios tengan claro cómo debe de quedar cada uno de los centros.

También aleatoriamente se deberían de revisar los trabajos una vez finalizados, ya que el problema de la auto aceptación es que aunque el papel lo aguanta todo, la realidad es que si solo se visitan los centros cuando ocurre una avería pueden pasar más de un año entre la fecha de finalización de los trabajos y la visita anual a cada centro. De forma que diversos errores acaban siendo detectados de forma repetitiva, pero demasiado tarde.

Añadir que después de ver la cantidad de desviaciones observadas a lo largo del despliegue realizado durante 2015 y sin tener acceso al balance final de gastos, parece poco probable que el objetivo lanzado de no realizar replanteos y usar las bases de datos existentes sea mejor forma de llevar a cabo un proyecto que realizando dichas visitas.

Por otra parte, viendo la cantidad de "parches" que se han ido colocando en las instalaciones, lo más probable es que muchos errores se repitan en el futuro.

Se comprueba que en determinados proyectos los objetivos están claramente definidos pero falla la comunicación a lo largo de la cadena.

Por ejemplo: Se detecta una serie de centros en los que se quieren instalar operadores de telefonía o en otros casos ampliar el número de canales de TDT; en el proyecto se puede indicar claramente el equipamiento necesario e incluso las configuraciones de todos los servicios, pero si la línea actual del centro no puede con el aumento de energía necesario para su puesta en marcha, nos vamos a encontrar con retrasos que en principio son incuantificables, ya que un aumento de potencia en emplazamientos rurales son bastante más complejos de realizar que en una ciudad. Por lo que es deseable saber qué centros son estratégicos para tener preparadas las infraestructuras y acercar futuros clientes

En el caso de los operadores de telefonía la solución acaba siendo parar la instalación o en ocasiones el alquiler de un grupo electrógeno para ir saliendo del paso. Todo esto se minimizaría con un plan estratégico en el que aumentase la interacción entre los diversos departamentos.

Con proyectos en los que el número de personal necesario es tan fluctuante se entiende que es difícil calcular el dimensionamiento de una empresa. Así que si no se tiene personal suficiente para acometer un proyecto, es evidente que una buena opción es la externalización de parte de los trabajos. Pero no debemos de perder de vista que de alguna manera se deben de supervisar estos trabajos realizados. Y es aquí donde se tiene que garantizar que se cuenta con una plantilla del tamaño necesario. De no ser así en vez de dirigir las obras se acabará yendo a remolque de las mismas. Ya que de la misma forma que todos tenemos claro que no se trata igual el coche alquiler que el propio, es difícil que el personal externo ponga el mismo interés que el interno. Mas si tenemos en cuenta los estrechos márgenes de beneficio con los que se trabaja en este momento.

Sobre esto último conviene tener en cuenta que para que un negocio salga bien éste debe de ser rentable para todas las partes, por lo que tratar de apretar a las empresa externas minimizando o incluso quitando cualquier margen de beneficio implica una perdida en la calidad final del los trabajos. Para evitar caer en fallos de este tipo conviene no perder de vista lo siguiente:

La calidad no es cara, pero tiene un precio

Es decir por debajo de ciertos costes se hace muy difícil poder mantener la calidad que se solicita en las especificaciones. Máxime teniendo en cuenta el poco tiempo del que se dispone.

Sería recomendable fomentar buenas relaciones con el personal externo que viene a trabajar a las instalaciones, buscando que se sienta parte de los proyectos. Ya si cada vez vienen empresas distintas(a veces de otras provincias) a realizar los trabajos, será fácil que la calidad se acabe resintiendo. Para que aparezca interés en colaborar la relación debe de ser beneficiosa para ambas partes, por lo que una vez más se debería llegar a márgenes razonables para todas las partes. Así evitaremos situaciones (reales) en las que se ha llamado a empresas externas dentro del misma área de trabajo para realizar reparaciones (a veces con carácter urgente) y la respuesta ha sido que en ese momento no disponen de personal para realizar los trabajos.

4.4 Trabajos futuros

Todo el estudio descrito hasta el momento se basa en experiencias en instalaciones desde el punto de vista del técnico de mantenimiento, es decir de abajo hacia arriba. Sería conveniente complementar este estudio con otro orientado en el sentido contrario, es decir desde el punto de vista de director de proyectos hacia el técnico de mantenimiento. Ya que la suma de los dos es muy probable que dé una idea más exacta de como mejorar los sistemas de trabajo para disminuir los errores en los despliegues

5.1 Bibliografía.

- [1] Alonso Montes, J. I. y García Pedraja, F. en TDT: Marco Regulatorio y Fundamentos Técnicos, Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación, Madrid (2008).
- [2] Alonso Montes, J.I., García Pedraja, F., Riera Salis, J.M., Rodríguez Salazar, J. A.: Televisión Digital Terrestre: Aplicaciones y Proyectos Técnicos. Aspectos de Transmisión, Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación, Madrid (2008).
- [3] Catalogo cables y antenas Andrew:
http://www.commscope.com/andrew/eng/support_document/catalogs/index.html
- [4] Estándares DVB: <http://www.dvb.org/technology/standards/>
- [5] Fabricante de transmisores Tredess: <http://www.Tredess.es/>
- [6] Fabricante de transmisores Mier: <http://www.mier.es/>
- [7] Fernández, J. M., Fernández, J. en La difusión digital terrestre, una realidad en marcha,
<http://www.coit.es> <http://www.coit.es/publicac/publbit/bit118/tv2.html>
- [8] García Pedraja, F. en Equipamiento y Certificación, Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación, Madrid (2008).
- [9] Molina García, M. en Extensión de la cobertura. Despliegue e instalación de Gap-fillers: Proyectos Técnicos, Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación, Madrid (2008)
- [10] Normativas y fechas de implantación del MITYC:
<http://www.televisiondigital.es/Terrestre/Index.htm>
- [11] Noticias e información sobre TDT para móviles:
<http://www.televisiondigital.electronicafacil.net/Topic13.html>
- [12] Orr, Willian J. The Radio Handbook. Longman Higher Education, Edmond (1982).
- [13] <http://lpsingenieria.com/gestion-de-proyectos-12-errores/>
- [14] Cisco D9804 Multiple Transport Receiver Software Version 2.20 Installation and Configuration Guide
- [15] http://www.rtrm.es/servlet/rtrm.servlets.Multimedias?METHOD=VERMULTIMEDIA_14870&nombre=Pliego_Tecnico_Transporte_senal.pdf
- [16] <http://www.televisiondigital.gob.es/Documents/PlanNacionalTransicionTDT.pdf>

5.2 Acrónimos

ASI	Asynchronous Serial Interface
ATSC	Advanced Television System Committee
BER	Bit Error Rate
BPSK	Binary Phase Shift Keying
C/N	Carrier/Noise
CAT	Tabla de Acceso Condicional
CBR	Constant Bit Rate
CE	Centro Emisor
CNAF	Cuadro Nacional de Atribucion de Frecuencias
COFDM	Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing
dB	Decibelios
DCT	Discret Cosine Transform
DVB	Digital Video Broadcasting
DVB-H	Digital Video Broadcasting - Handheld
DVB-T	Digital Video Broadcasting Terrestrial
EIT	Tabla de Informacion de Eventos
EPG	Guia de Programacion Electronica
ETS	European Telecommunication Standard
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FI	Frecuencia Intermedia
GF	Gap Filler
GPS	Global Positioning System
HDTV	High Definition Television
IDU	In Door Unit
IP	Internet Protocol
ISDB-T	Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial
ISI	Interferencia Intersimbolica
ITC	Instruccion Tecnica Complementaria
ITU-R	International Telecommunications Union – Radio Sector
LDPC	Low Density Parity Check
LNB	Low Noise Block Converter
MER	Modulation Error Rate
MFN	Multi Frequency Network
MHP	Multimedia Home Platform
MHZ	Megahercios
MIP	Mega-frame Initialisation Packet
MPE-FEC	Multi Protocol Encapsulation – Forward Error Correction
MPEG	Moving Picture Experts Group
MTR	Multiple Transport Receptor
MUX	Multiplexor
NIT	Tablas de Informacion de Red
NTSC	National Television System Committee

OL	Oscilador Local
PAL	Phase Alternating Line
PAT	Tabla de Asociacion de Programas
PCR	Program Clock Reference
PDH	Jerarquia Digital Plesiocrona
PES	Packetised Elementary Stream
PID	Program Identificator
PMT	Tabla de Mapa de Programa
PNTDT	Plan Nacional de la Television Digital Terrestre
PS	Program Stream
PSI	Program Specific Information
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QEF	Quasi Error Free
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
RF	Radio Frecuencia
RGE	Red Global Estatal
SDH	Jerarquia Digital Sincrona
SDI	Serial Digital Interface
SDT	Tabla de Descripcion de Servicios
SDTV	Standard Definition Television
SFN	Single Frequency Network
SR	Sistema Radiante
SS.RR	Sistemas Radiantes
TDT	Televisión Digital Terrestre
TEV	Target Error Vector
TPS	Transmission Parameters Signalling
TS	Transport Stream
UHF	Ultra High Frequency
UCA	Unidad de Conmutación Automática
SS.CC	Servicios Comunes
UTM	Universal Transverse Mercator
VBR	Variable Bit Rate
VSF	Vestigial Side Band
W	Watio

Gijón, a 16 de Junio de 2016

Fdo.: José María Tascón Cuesta