

Diseño e implementación de una red metropolitana basada en DWDM

Fabio de Heras Pastor
I.T.T. Telemática

Miquel Font Rosselló

12 de enero de 2011

A mi esposa, Diana y mis hijos, Candela y José María, cuya presencia son mi motivación y mi voluntad.

3. Resumen

Este TFC desarrolla dentro del área de la Integración de Redes Telemáticas.

Se propone el diseño de una red metropolitana basada en tecnología DWDM y su hipotético desarrollo en una ciudad ficticia.

Se parte de una solicitud de un cliente, en este caso un operador de telecomunicaciones, que pretende interconectar varios centros de negocio dentro de la misma ciudad; para ello se valdrá de la ayuda de una compañía externa que se encargará del diseño y la implementación de la solución, en esencia se trata de un proyecto llave en mano.

El alumno en este caso actúa como ese ente externo, emulando ser una empresa que realiza labores de ingeniería y gestión de proyectos.

Grosso modo, el TFC propone el diseño de una red MAN sobre fibra óptica con enlaces DWDM entre los nodos.

La topología de la red es de anillo uniendo 6 emplazamientos. Uno de los emplazamientos es el nodo principal, el resto, puntos de acceso según las especificaciones del cliente. Las solicitudes del cliente en lo que a servicios a entregar se refiere son muy variopintas y van desde E1's 2Mbps hasta 10GigaEthernet dependiendo del emplazamiento.

El diseño de la red de transporte consta de capas, ambas dentro de la capa 1 de la pila OSI: DWDM transportaría directamente circuitos de clientes (10Gigabit Ethernet y STM-16) y a su vez, sobre DWDM una red SDH que serviría para dar servicios de menor velocidad: STM-4, STM-1, FastEthernet (basado en Ethernet over SDH), E3s, DS3 y E1s.

Se asume que ya ha habido labores previas comerciales en las que se han ofrecido al cliente diferentes alternativas basadas en diferentes fabricantes, tecnologías, topologías de red, etc, con sus diferentes precios. Lo que en este documento se expone es la solución técnica desarrollada de la oferta aceptada por el cliente, es decir, ese TFC no es una oferta comercial que exponga el portfolio y la gama de productos de determinados fabricantes de equipos de red, sino la hoja de ruta que se ha de seguir de cara a una eventual implementación.

4. Índice

5

5. Cuerpo de la memoria	7
5.01. Capítulo 1. Introducción.....	7
5.01.1. Justificación del TFC y contexto en el cual se desarrolla: punto de partida y aportación del TFC	8
5.01.1.1. Punto de partida.....	8
5.01.1.2. Fibra óptica para la red metropolitana.....	9
5.01.1.3. Emplazamientos para la instalación de equipos de transmisión	9
5.01.1.4. Infraestructuras para albergar y alimentar los elementos de red	10
5.01.1.5. Consumibles y elementos auxiliares de red	10
5.01.1.6. Elementos de red	10
5.01.1.7. Pliego de condiciones: requerimientos del cliente.....	11
5.01.1.8. Aportación del TFC.....	13
5.01.2. Objetivos del TFC.....	14
5.01.3. Enfoque y método seguido	14
5.01.4. Planificación del proyecto	14
5.01.5. Productos obtenidos.....	18
5.01.6. Breve descripción de los otros capítulos de la memoria.....	18
5.01.6.1. Precios de mercado	18
5.01.6.2. Comisión de sistemas instalados	18
5.01.6.3. Test de aceptación de red.....	19
5.02. Capítulo 2. Propuesta de red de fibra oscura.....	19
5.02.1 Solicitud de oferta de alquiler de secciones de fibra.....	19
5.02.2. Oferta aceptada de enlaces de fibra oscura	19
5.02.3. Características contractuales del alquiler de fibra oscura	21
5.02.4. Pruebas de aceptación de la red de fibra oscura.....	22
5.02.5. Documentación a entregar por el proveedor de fibra oscura	24
5.03. Capítulo 3. Propuesta de huellas en CPDs	24
5.03.1. Solicitud de oferta de alquiler de huellas en CPD	25
5.03.2. Ofertas aceptadas de los gestores de los CPDs.....	26
5.03.3. Características contractuales del alquiler de las huellas en los CPDs.....	29
5.03.4. Documentación a entregar por los gestores de los CPDs.....	29
5.04. Capítulo 4. Infraestructuras de soporte a los sistemas de telecomunicaciones	31
5.04.1. Bastidores	31
5.04.2. Repartidores ópticos.....	32
5.04.3. Repartidores eléctricos	33
5.04.4. Gestores de cableado	35
5.04.5. Latiguillos eléctricos y ópticos	36
5.04.6. Plataforma de corriente continua.....	37
5.04.6.1. Sistema de rectificación: Conversor de corriente alterna a corriente continua	37
5.04.6.2. Baterías	41
5.04.6.3. Montaje del conjunto: rectificador y baterías, en un bastidor	42
5.05. Capítulo 5. Elección de sistemas de transmisión	43
5.05.1. Sistema DWDM Ekinops	43
5.05.2. Plataforma Ekinops C600.....	43
5.05.3. Colección de tarjetas PM.....	44

5.05.3.1. PM MNGT2.....	44
5.05.3.2. PM OAB-0-16-11.....	45
5.05.3.3. PM OSC.....	46
5.05.3.4. PM APC.....	47
5.05.3.5. PM ETH.....	47
5.05.3.6. PM ROADM F40-H.....	48
5.05.3.7. RM OM40-O.....	49
5.05.3.8. PM 1001LH-XT.....	50
5.05.3.9. PM C1008DC-TT.....	52
5.05.4. Sistema SDH Alcatel-Lucent.....	55
5.05.5. Plataforma Alcatel-Lucent 1655 Access Multiplexer Universal (AMU).....	55
5.05.6. Colección de tarjetas para plataforma AMU.....	56
5.05.6.1. ASC110 – Tarjeta principal.....	57
5.05.6.2. ASC109 – Tarjeta 2xSTM-4 /8xSTM-1.....	57
5.05.6.3. ASC105 - 2x10/100Base-T - 2x10/100/1000Base-T - 2x1000Base-X (SFP) - 4xE1.....	58
5.05.6.4. ASC111 - 3XE3 o DS3 - 4XE1 (75/120OHM).....	59
5.05.6.5. ASC102 – 63 x E1(120OHM).....	59
5.06. Capítulo 6. Red Lógica.....	59
5.06.1. Topología de Red.....	59
5.06.2. Matriz de tráfico DWDM.....	60
5.06.3. Estructura del sistema DWDM.....	61
5.07. Capítulo 7. Montaje de módulos en chasis.....	63
5.07.1. Chasis en sede de JulietaCOM.....	63
5.07.2. Chasis en Centro de Negocios A.....	64
5.07.3. Chasis en Centro de Negocios B.....	64
5.07.4. Chasis en Centro de Negocios C.....	65
5.07.5. Chasis en Centro de Negocios D.....	65
5.07.6. Chasis en Centro de Negocios E.....	66
5.08. Capítulo 8. Montaje de chasis en bastidores.....	66
5.08.1. Bastidor en JulietaCOM.....	67
5.08.2. Bastidor en Centro de Negocios A.....	68
5.08.3. Bastidor en Centro de Negocios B.....	69
5.08.4. Bastidor en Centro de Negocios C.....	70
5.08.5. Bastidor en Centro de Negocios D.....	71
5.08.6. Bastidor en Centro de Negocios E.....	72
5.09. Capítulo 9. Interconexiones ópticas y eléctricas entre módulos.....	73
5.09.1. Interconexiones intermodulares ópticas y eléctricas en sede de JulietaCOM.....	74
5.09.2. Interconexiones intermodulares ópticas y eléctricas en centro de negocios A.....	75
5.09.3. Interconexiones intermodulares ópticas y eléctricas en centro de negocios B.....	76
5.09.4. Interconexiones intermodulares ópticas y eléctricas en centro de negocios C.....	77
5.09.5. Interconexiones intermodulares ópticas y eléctricas en centro de negocios D.....	78
5.09.6. Interconexiones intermodulares ópticas y eléctricas en centro de negocios E.....	79
5.10. Capítulo 10. Detalle de ítems comprados y coste.....	80
5.11. Capítulo 11. Instalación de los sistemas.....	82
5.12. Capítulo 12. Comisión de los sistemas instalados.....	82
5.12.1. Encendido, configuración básica y prueba de puertos.....	83

5.12.2. Asociaciones y pruebas de estabilidad	89
5.12.3. Informes de comisión y de pruebas de estabilidad	91
5.13. Capítulo 13. Formación y Soporte	93
5.13.1. Plan de formación personal técnico de JulietaCOM	93
5.13.2. Plan de soporte	97
5.14. Capítulo 14. Test de aceptación de red e integración de los sistemas en plataforma de gestión	98
5.14.1. Alta de nodos en plataforma de gestión y test básico de alarmas.....	99
5.14.2. Construcción y prueba de circuitos. Pruebas de conmutación SDH.....	101
5.14.3. Paso a producción.....	103
5.15. Capítulo 15. Documentación “as built”	104
5.15.1. Elaboración de la documentación “as built”	104
5.15.2. Entrega de la documentación “as-built”	105
5.16. Capítulo 16. Valoración económica	105
5.17. Capítulo 17. Conclusiones	106
6	
6. Glosario	108
7	
7. Bibliografía	111

5. Cuerpo de la memoria

5.01. Capítulo 1. Introducción

Hoy en día es muy común escuchar hablar de “Cloud Computing”, de “Video on Demand”, de “Data Outsourcing”, etc. Todos estos sistemas, en algunos casos todavía paradigmas, están modificando el uso de las redes de telecomunicaciones.

La realidad es que en los últimos 10 años, el uso de la red de redes se ha incrementado un 448,8%¹, la red de redes es un fiel indicador del consumo de recursos de red actual.

Obviamente no sólo se ha disparado el uso de Internet durante los últimos años, también las grandes corporaciones o empresas de gran y medio tamaño con sedes en diferentes partes del mundo han incrementado notablemente su consumo en recursos de red corporativos.

En la segunda mitad de la década de los 90, lustro dorado del mercado de las telecomunicaciones, las operadoras invirtieron mucho dinero en construcción física de red, es decir, en obra civil para construir toda la infraestructura que necesitaba la fibra óptica para ser instalada. A día de hoy ese tipo de inversiones tan altas en construcción de red se hacen con mucha mayor cautela y justificando siempre la inversión con un retorno en un plazo corto. Sin embargo, la demanda de capacidad no ha parado de crecer, es por ello que la industria de las telecomunicaciones ha avanzado mucho en los últimos tiempos para poder seguir creciendo con la infraestructura de fibra óptica ya existente, las tecnologías que optimizan la capacidad de la fibra óptica no paran de evolucionar, por el contrario, las grandes obras de grandes redes internacionales de fibra óptica terrestres y submarinas han decrecido notablemente. No obstante, bien es cierto que el desarrollo de redes en el ámbito metropolitano (FTTx) con fibra óptica están experimentando un crecimiento importante².

DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*) es la tecnología que permite hacer el uso más eficiente de la capacidad de transmisión que ofrece la fibra óptica, empezó a desarrollarse comercialmente en 1985 y aún no está plenamente desarrollada, ya que en teoría DWDM permitirá transportar señales de hasta 1.6Tbits/seg.

A día de hoy, la velocidad más estandarizada en sistemas DWDM es 800Gbits/seg

Ethernet se ha convertido en los últimos años en un estándar no solo en redes LAN, también en redes WAN y MAN. El éxito de Ethernet radica en su simplicidad estructural a nivel de trama, fácilmente procesable ya que el tamaño de la trama es flexible, su tamaño varía en función del paquete de capa superior que tenga que encapsular, su escalabilidad a nivel del capacidad, los primeros estándares definieron Ethernet (10Mbits/seg) hoy ya se habla de 10GigEthernet como un servicio de lo más común entre operadores o como estándar de puerto de alta velocidad en nodos IP. Ethernet también ha tenido buenas relaciones con tecnologías de conmutación heredadas tipo Frame Relay, tecnologías de transmisión de paquetes tipo ATM y tecnología de transmisión seguras y síncronas como SDH. Ni que decir tiene la perfecta comunión que existe ente los paquetes IP encapsulados en tramas Ethernet. Todos los nodos IP, ya sean conmutadores o enrutadores utilizan puertos Ethernet (FE, GigE, etc) como estándar más común de capa 2 (pila OSI).

Por último, a día de hoy ya existen en el mercado interfaces para conmutadores y enrutadores de 40GigEthernet y 100GigEthernet³, sin embargo, aunque ya hay productos en el mercado para transportar señales tan rápidas, la tecnología DWDM para transportar estas señales Ethernet de tan alta velocidad todavía está en un estadio

¹ <http://www.internetworldstats.com/stats.htm>

² <http://www.telecompaper.com/aboutus/pressrelease.aspx?cid=730541>

³ http://en.wikipedia.org/wiki/100_Gigabit_Ethernet

muy incipiente, es decir, en el mercado de operadores, estos circuitos de tan alta capacidad todavía no son un producto muy demandado, aunque se sabe positivamente que en el momento que la tecnología para transportarlos sea más asequible estos servicios se solicitarán con gran demanda, pues como se ha explicado los equipos que procesan paquetes IP, ya son capaces de trabajar con dichos interfaces.

No obstante, a menor velocidad, DWDM ha convergido en los últimos años con Ethernet, el estándar 10GbitEthernet es un producto bien desarrollado y conocido en el portfolio de los operadores de telecomunicaciones que venden servicios a otros operadores o a grandes empresas.

Una vez resumida la situación del mercado analizamos los requerimientos de nuestro cliente:

“JulietaCOM, un operador de telecomunicaciones que presta servicios privados de voz y datos a otros operadores, ISPs, grandes corporaciones, etc. Ha aceptado la oferta y propuesta técnica que Ingeniería y Soluciones Romeo SA ha presentado. JulietaCOM desplegará una red de telecomunicaciones en Metrocity para interconectar su sede principal con los centros de negocio y de proceso de datos más importantes de la ciudad. En Metrocity hay cinco centros de negocio muy importantes distribuidos en distritos diferentes. JulietaCOM, después de elaborar un plan de negocio, ha decidido ser la primera empresa de telecomunicaciones en construir una red que interconecte estos cinco centros de negocio entre sí, además de la sede principal de JulietaCOM. Con dicha red, JulietaCOM podrá suministrar circuitos de diferentes velocidades entre los distintos centros de negocio, así como circuitos de larga distancia entre los diferentes centros de negocios y otras ciudades dentro y fuera del país (ya que la sede principal del JulietaCOM está interconectada con redes nacionales e internacionales), por último la red será capaz de suministrar acceso a Internet y tránsito IP a sus clientes en los diferentes centros de negocio ya que la red metropolitana que construirá podrá extender fácilmente los servicios de sus nodos IP a los diferentes puntos de acceso de la red metropolitana proyectada. Ingeniería y Soluciones Romeo (de ahora en adelante ISR) será la ingeniería encargada de diseñar e implementar la solución técnica, será un proyecto llave en mano, es decir, JulietaCOM propone sus necesidades, ISR se encarga de diseñar, comprar los equipos de transmisión, instalarlos, comisionarlos, alquilar los pares de fibra óptica a un tercero entre los diferentes centros de negocio, realizar el seguimiento del proyecto, realizar pruebas de aceptación e integrar la nueva red en la plataforma de gestión de JulietaCOM.”

5.01.1. Justificación del TFC y contexto en el cual se desarrolla: punto de partida y aportación del TFC

5.01.1.1. Punto de partida

La infraestructura actual de JulietaCOM en Metrocity se basa en un nodo de telecomunicaciones y un centro de gestión de red. Se trata de un edificio de 2.500m².

1.500m² están dedicados a infraestructuras de telecomunicaciones: salas técnicas que albergan equipos de transmisión: DWDM y SDH, equipos de conmutación, enrutadores, repartidores ópticos, repartidores eléctricos, rectificadores, inversores, baterías, bastidores con equipos de terceros (proveedores y clientes) etc. El resto de la superficie, 1.000m², se han dedicado a oficinas y centro de gestión de red, donde operadores de red monitorizan y supervisan toda la red JulietaCOM durante las 24h del día.

En resumen, las instalaciones más importantes de JulietaCOM en el país están ubicadas en Metrocity, donde además tiene interconexión con importantes operadores internacionales que le permiten extender los servicios de sus clientes a otros países.

La red existente de JulietaCOM consiste en un anillo de fibra óptica propia que recorre todo el país interconectando las ciudades más importantes. Las interconexiones con los clientes en las ciudades se realizan

principalmente con ayuda de terceros operadores con redes locales, es decir, operadores locales de cada ciudad instalan un nodo de acceso en el dominio de JulietaCOM y así JulietaCOM consigue extender sus servicios hasta la casa de sus clientes.

Algunos clientes importantes instalan directamente sus equipos en los dominios de JulietaCOM.

Metrocity es la ciudad más importante del país, es la que más población y más negocio concentra, por ese motivo JulietaCOM, después de analizar un plan de negocio con resultado viable, ha decidido construir su propia red de telecomunicaciones en esta ciudad para evitar el gasto que le supone comprar circuitos a terceros operadores locales para llegar a sus clientes.

5.01.1.2. Fibra óptica para la red metropolitana

JulietaCOM es consciente de la dificultad que implica construir una red física de telecomunicaciones. En su momento construyó el anillo nacional por sus propios medios y la obra fue faraónica: costosa, lenta, complicada, además los costes de mantenimiento de esas infraestructuras son muy elevados. De modo que la compañía ha decidido no involucrarse en nuevas obras de canalización e instalación de fibra, máxime en un entorno metropolitano donde la consecución de licitaciones para la construcción de canalizaciones es harto complicada.

ISR ha propuesto a JulietaCOM un escenario diferente: basar su red metro en infraestructuras de terceros. Para ello existen varias fórmulas, desde la compra o alquiler de canalización para que JulietaCOM instale su propio cable de fibra óptica, pasando por el alquiler ordinario de pares de fibra óptica hasta el modelo de alquiler IRU (Infeasible Rights of Use). Este último es el escenario más atractivo para JulietaCOM, se trata de un alquiler a largo plazo, entre 15 y 25 años, con un pago único inicial a la formalización del contrato. Obviamente la ventaja sobre el alquiler ordinario es que no hay ningún tipo de revisión de alquiler durante el periodo que dura el IRU y es más económico que si se pagara el alquiler común mes a mes durante todos los años que dura el IRU.

JulietaCOM tiene claro que está haciendo una inversión cuya rentabilidad no se verá en corto o medio plazo, sino largo plazo, por eso el formato IRU encaja con sus intereses.

En el modo IRU el mantenimiento, tanto correctivo como preventivo, de la red de fibra óptica corre a cargo del operador arrendador, no obstante el operador arrendatario pagará una pequeña comisión anual por mantenimiento de fibra cuyo importe dependerá de los kilómetros de fibra alquilados. Dicha comisión estará sujeta a revisiones del IPC.

Se deberá llegar a un acuerdo de nivel de servicio (SLA – Service Level Agreement) con el operador arrendador que defina los tiempos de reparación en caso de corte de la red y las contraprestaciones en caso de no llegar a esos niveles.

ISR se encargará, entre otras muchas cosas, de negociar esos aspectos contractuales con algún operador local para constituir los enlaces de fibra óptica necesarios para implementar la red diseñada.

5.01.1.3. Emplazamientos para la instalación de equipos de transmisión

Otra de las funciones como intermediarios de ISR será la de adquirir los espacios en los diferentes emplazamientos para la instalación de los bastidores donde irán ubicados los elementos de red.

Está claro que esto no representará ninguna dificultad en el nodo principal dentro del dominio de JulietaCOM, sin embargo, en el resto de emplazamientos, la ingeniería ha de buscar el lugar con las condiciones adecuadas para albergar los equipos de red.

Hemos de considerar que los centros de negocio donde JulietaCOM pretende instalar sus nodos ya están dotados de infraestructura de red y de proceso de datos. Hoy en día es bien sabido que en cualquier campus de empresas, parque empresarial o edificio de negocios suele haber una sala neutra de comunicaciones/datos que permite a las diferentes compañías instaladas en dichos centros instalar sus equipos de red, si los tuvieran, para

poder conectarse sencillamente con operadores o con otras empresas dentro del mismo centro de negocios, a diferente escala sería algo equiparable con el RITI que cualquier edificio de viviendas debe tener a día de hoy. Por tanto ISR tendrá que tratar con los administradores de dichas infraestructuras para poder alquilar el espacio necesario para instalar un bastidor.

Por regla general un bastidor que alberga elementos de datos o de redes tiene unas dimensiones de 60cm x 60cm o de 60cm x 90cm, es un producto estándar de los CPDs el alquiler de una “loseta” o “huella” de esas mismas dimensiones para que sus clientes monten sobre dicha loseta un bastidor.

Temas a tratar aparte con los CPDs (administradores de las infraestructuras de comunicaciones y datos en los centros de negocio) serán:

- El suministro de electricidad para alimentar los elementos de red. Recordemos que por regla general los sistemas de telecomunicaciones trabajan en corriente continua (-48 V DC)
- Las garantías de acceso durante 24h horas del día los 365 días del año a los técnicos de JulietaCOM para que en caso de avería puedan acceder a su nodo a realizar las tareas de mantenimiento correctivo oportunas
- Conocer las políticas del uso de las infraestructuras de comunicaciones del centro de negocios, para garantizar que desde el nodo de JulietaCOM se podrá llegar a cualquier cliente ubicado dentro del mismo centro, ya sea con cable eléctrico u óptico.

5.01.1.4. Infraestructuras para albergar y alimentar los elementos de red

ISR deberá hacerse cargo del suministro e instalación de los bastidores que albergarán los elementos de red.

Como se ha comentado en el apartado anterior, en algunos CPDs habrá suministro de electricidad en corriente continua y en otros no, en aquellos centros donde la haya, ISR tendrá que implementar una solución autónoma de corriente continua basada en un kit rectificador+baterías instalado dentro del mismo bastidor donde los elementos de red irán instalados, evitando así alquilar más de una loseta por CPD.

5.01.1.5. Consumibles y elementos auxiliares de red

Un proyecto llave en mano implica que a su entrega todo debe estar listo para funcionar, por tanto todos aquellos pequeños detalles necesarios para la puesta en marcha del proyecto han de ser también tenidos en cuenta.

Una de las reglas de ingeniería que ha marcado JulietaCOM es la de evitar trabajar en fase de provisión de servicios sobre las tarjetas de los elementos de red. Eso implica que, en la medida de lo posible, todos los puertos de cliente, ya sean eléctricos u ópticos, de las tarjetas de los elementos de red han de estar precableados a repartidores. De manera que cada vez que haya que establecer un nuevo servicio de cliente, la conexión física se realizará en un repartidor y no en una tarjeta del elemento de red, que son siempre dispositivos más sensibles y más caros que un repartidor.

Por consiguiente, tanto los cables ópticos y eléctricos necesarios para los precableados, como los repartidores ópticos y eléctricos para presentar los servicios de cliente serán incorporados como parte de este proyecto.

5.01.1.6. Elementos de red

Uno de los retos más importantes de ISR en este proyecto es encontrar los proveedores de sistemas de telecomunicación en cuyo portfolio de productos se encuentren los equipos que cubren las necesidades de su cliente sin disparar el precio de la red.

ISR, en su dilatada experiencia implantado redes para terceros ha tratado con múltiples fabricantes: Siemens, Ericsson, Alcatel-Lucent, Nortel, Huawei, Infinera, Ciena, Marconi, etc. Por lo tanto conoce bien el catálogo de

todos ellos, y sobre todo los precios. Después de baremar concienzudamente las necesidades de JulietaCOM en fase de preparación de oferta llegó a la conclusión de que la combinación de equipos de los fabricantes Ekinops y Alcatel-Lucent (de ahora en adelante ALU) cubrirían perfectamente las especificaciones requeridas por JulietaCOM en su pliego de condiciones y además encontraba un equilibrio óptimo entre calidad y precio. Ekinops sería el proveedor de los sistemas de transmisión DWDM mientras que ALU suministraría los sistemas SDH.

5.01.1.7. Pliego de condiciones: requerimientos del cliente

- Condiciones Generales:
 - El licitador que gane el concurso deberá presentar proyecto técnico en un plazo no superior a un mes desde que se declare responsable de la licitación. El licitador asignará un responsable de proyecto de su organización que será el interlocutor único para JulietaCOM. Semanalmente se realizará una comisión de seguimiento con personal de JulietaCOM y el responsable de proyecto.
- Condiciones técnicas:
 - Topología de red en anillo interconectando los siguientes emplazamientos:
 - Sede principal de JulietaCOM
 - Centros de negocios: A, B, C, D y E
 - Nodo principal del anillo: será la sede principal de JulietaCOM. La red debe entregar todos los servicios haciendo uso de la redundancia física en anillo de la que está dotada, es decir, en caso de corte de fibra los equipos conmutarán para poder retransmitir la información por el otro lado del anillo.
 - Se ha comentado que el centro principal de los interconectados por la red será la sede de JulietaCOM, es decir, todos los circuitos tendrán como uno de sus puntos de terminación la sede de JulietaCOM, siendo el otro punto de terminación cualquiera de los centros de negocio. No obstante la solución debe admitir la posibilidad de construir circuitos que empiecen y terminen en cualquiera de los centros de negocio. Si bien, como punto de partida de la red se pide que sea capaz de soportar los siguientes servicios entre la sede principal de JulietaCOM y...
 - Centro de Negocio A:
 - 3x 10 GigEthernet, entrega: 1+1⁴
 - 2x STM-4, entrega: 1+1
 - 4x FastEthernet, entrega: 1+0
 - Centro de Negocio B:
 - 2x 10 GigEthernet, entrega: 1+1
 - 4x STM-16, entrega: 1+1
 - 8x FastEthernet, entrega: 1+0
 - Centro de Negocio C:
 - 8x GigEthernet, entrega: 1+0
 - 3x E3, entrega 1+0
 - 4x FastEthernet, entrega: 1+0

⁴ 1+0 Entrega en un solo puerto – 1+1 Entrega en formato MSP: activo + protección

- Centro de Negocio D:
 - 1x 10 GigEthernet, entrega: 1+1
 - 4x STM-1, entrega: 1+1
 - 20x E1, entrega: 1+0
- Centro de Negocio E:
 - 16x GigEthernet, entrega: 1+0
 - 2x STM-4, entrega: 1+1
 - 4x FastEthernet, entrega: 1+0
- Los equipos suministrados deben ser capaces de proveer desde el primer día los circuitos recién citados, si bien las plataformas instaladas deben de ser absolutamente escalables y admitir hasta 40x lambdas de 10G si por necesidades de clientes se necesitara llegar hasta esa capacidad.
- Punto de demarcación de los servicios a cliente ubicado en el mismo bastidor.
- Adquisición de fibra óptica de terceros en modo IRU a 15 años
 - La fibra alquilada no debe tener más de 15 años de antigüedad
 - Debe ser del tipo G652 o G655
 - SLA del proveedor de fibra:
 - Centro de atención de incidencias 24x7
 - Llegada al punto de avería <2horas
 - Reparación de avería <4horas
- Adquisición de huellas en los CPDs de los centros de negocio: A, B, C, D y E
 - A ser posible en modo alquiler a 15 años
 - Interesa que el CPD suministre energía DC -48V (mínimo 4 horas de autonomía en caso de corte)
 - Si el CPD no puede suministrar DC se intentará que facilite al menos AC limpia: 220V de SAI o AC protegida con generador. Cualquiera que sea el respaldo ha de tener una autonomía mínima en caso de corte de 4 horas
 - En los CPDs donde no exista suministro DC se implementará un sistema monitorizado autónomo de DC en el mismo bastidor, cuya autonomía mínima ha de ser 4 horas, se suministrará al menos un repuesto de dicho sistema
 - Garantías de acceso a los bastidores de JulietaCOM para personal técnico 24x7
 - Garantías de seguridad para asegurar la integridad de los equipos instalados en sus CPDs, se han de conocer los siguientes detalles:
 - Políticas de control de acceso (deseado: personal de seguridad 24x7)
 - Sistemas de extinción de incendios (deseado: agua nebulizada)
 - Climatización de salas técnicas (deseado: 22º)

- Suministro e instalación de bastidores para los 6 emplazamientos:
 - o 60cm x 60cm x 220cm
 - o Montaje 21"
 - o 42U
 - o Anclaje a suelo con varilla roscada a través de falso suelo
 - o Panel de disyuntores superior con redundancia (cada disyuntor tendrá su respaldo) adecuado para los equipos que se monten y dimensionado para crecer
 - o Acceso frontal y trasero al bastidor
 - o Color grafito, puerta delantera y trasera de cristal.
 - o Cierre frontal y trasero asegurado con llave

- Suministro e instalación de equipos de red:

Antes de la adquisición de los equipos se recomienda evaluar en el laboratorio del fabricante los sistemas a adquirir para asegurar que pasan la homologación exigida por JulietaCOM⁵, en ningún caso se aceptarán sistemas no homologados.

El integrador o ingeniería suministrará los equipos, los instalará y los pondrá en servicio. Gestionará los cursos de formación para personal de JulietaCOM en la nuevas plataformas. Los cursos deberán ser impartidos por el fabricante.

Por cada pieza de hardware instalada JulietaCOM exige tener al menos una pieza igual de reemplazo en el stock de repuestos, para que en caso de avería pueda ser reemplazada lo antes posible sin tener que depender del fabricante en momentos de urgencia.

JulietaCOM no dispone de red de gestión en los centros de negocio, la gestión de los sistemas de red se debe extender, a través de la propia red de transporte metropolitana objeto de este proyecto, desde la sede principal a los diferentes centros de negocio.

Las licencias de gestión, si las hubiera deberán ser integradas en el proyecto.

Cualquier material software necesario para la gestión local o remota de las plataformas serán suministrados como parte del proyecto.

- Comisión de la red:

Una vez construida la red el integrador realizará pruebas de estabilidad de red. Posteriormente JulietaCOM realizará sus propias pruebas de aceptación de red y llevará a cabo tests de aceptación de la red (testeo de alarmas, testeo de protecciones, etc) El integrador dará soporte en todo momento a JulietaCOM durante dichas tareas.

- Documentación as-built:

La compañía integradora al final de la ejecución hará entrega a JulietaCOM de la documentación as-built contrastada con lo instalado en campo.

5.01.1.8 Aportación del TFC

El TFC aporta una solución técnica real a las necesidades expuestas por el cliente en el último apartado. Además aporta un calendario de implementación lógico en términos de orden de ejecución, aunque no tanto en términos reales de implementación, ya que probablemente un proyecto de esta envergadura requeriría varios meses de ejecución (adquisición de fibras, adquisición de huellas, compra de equipos, instalación, comisión, etc)

⁵ Tarea fuera del objetivo de este proyecto, pues un proceso de homologación se basa en una larga batería de pruebas en laboratorio. Se asume que los sistemas implementados pasan la homologación del operador.

5.01.2. Objetivos del TFC

En el apartado 5.01.1.6 se han puesto de relieve las necesidades específicas de un cliente ficticio. El TFC tratará de aportar una solución próxima a la realidad en el marco de un mercado de telecomunicaciones actual.

A continuación se muestra una lista de propósitos que el TFC pretende cubrir:

- Aproximar al lector a un contexto de implementación real de una red de un operador.
- Mostrar los detalles de la oferta de un proveedor de fibra oscura⁶.
- Aceptación de la red de fibra oscura.
- Mostrar los detalles de la oferta de alquiler de huella de un datacenter o CPD.
- Diseño tanto lógico como físico, de una red metropolitana con topología de anillo basada en DWDM y SDH escalable hasta 40 longitudes de onda.
- Diseño de la red proyectada basado en tecnología de fabricantes Ekinops y Alcatel-Lucent.
- Listar pormenorizadamente el hardware necesario para implementar la red y abastecer al cliente con los recambios requeridos
- Propuesta de una solución de infraestructura para albergar y alimentar los equipos de transmisión.
- Mostrar las capacidades de la red para suministrar los servicios de cliente solicitados y especificar hasta donde se puede crecer con dicha red.
- Definir plan de implementación.
- Establecer pruebas de aceptación de la red.
- Realizar una evaluación de costes.

5.01.3. Enfoque y método seguido

Tal y como se ha podido comprobar hasta ahora, el enfoque empleado se plantea como un concurso ganado por una empresa de ingeniería cuya especialización principal es realizar proyectos llave en mano para operadores de telecomunicaciones. El escenario, para aquellos que estén familiarizados con la industria en general y con el sector de las telecomunicaciones en particular, tiene bastante verosimilitud.

Partiendo de las necesidades concretas del cliente, el operador de telecomunicaciones, se desarrolla un paquete de soluciones técnicas basadas en métodos y técnicas reales de adquisición de productos, servicios y tecnologías que a día de hoy se emplean con bastante asiduidad en el mercado.

El producto final del TFC es resultado del estudio de diferentes asignaturas de ITTT que tienen relación con el hardware y con la ejecución de un proyecto, tales como “Estructura de Redes de Computadores”, “Redes y Servicios” y “Proyectos”, además de la experiencia profesional del autor.

5.01.4. Planificación del proyecto

Especificadas ya las necesidades y los objetivos, se definen a continuación las tareas específicas y el calendario de ejecución de las mismas.

- Tareas:
 - Planificación TFC e introducción al proyecto (PAC1)

⁶ En el ámbito del mercado de telecomunicaciones, fibra oscura, se refiere al producto enlace de fibra óptica sin más, lista para ser iluminada por el arrendatario que la compra o alquila.

- Implementación (PAC2)
 - o Propuesta de red de fibra oscura
 - Definición de los términos contractuales de la red de fibra oscura arrendada
 - Pruebas de aceptación de la red de fibra oscura (OTDRs y test de atenuación)
 - Documentación de la red de fibra oscura arrendada, planos e informe de las pruebas de aceptación
 - o Propuesta técnica de alquiler de huellas en CPDs
 - Definición de los términos contractuales de las huellas arrendadas
 - Documentación de las huellas arrendadas: potencia contratada, datos ambientales de la sala técnica, autonomía AC o DC y planos de las salas.
 - o Determinación del bastidor a montar en los seis emplazamientos.
 - o Determinación de consumibles y sistemas auxiliares de red (repartidores ópticos, eléctricos, gestores de cableado, etc)
 - o Determinación del sistema autónomo de DC para aquellos CPDs sin posibilidad de suministrar DC
 - Elección del rectificador a instalar
 - Elección de las baterías a instalar
 - Diseño de la instalación de energía dentro del bastidor
 - o Elección de sistemas de transmisión
 - Propuesta de sistema DWDM Ekinops
 - Elección de hardware
 - o Modelo de plataforma
 - o Versión de software
 - o Multiplexores
 - o Tarjetas a instalar según necesidades del cliente
 - o Propuesta de sistema SDH Alcatel-Lucent
 - Elección de hardware
 - Modelo de plataforma
 - Versión de software
 - Multiplexores
 - Tarjetas a instalar según necesidades del cliente
 - o Propuesta de red lógica, basada en el HW seleccionado
 - o Propuesta de montaje en bastidores, basada en el HW seleccionado
 - o Compra e instalación de equipos transmisión
 - Detalle de cantidades de ítems comprados y destino de uso
 - Instalación
- Comisión de sistemas instalados(PAC3)
 - Puesta en servicio
 - Pruebas de estabilidad
 - Informe de pruebas de estabilidad

- Integración en red de producción, plan de formación y documentación as-built
- Formación y soporte
 - Cursos para técnicos de campo y operadores de red
 - Determinación del plan de soporte
- Test de aceptación de red e integración en plataforma de gestión
 - Test de alarmas
 - Test de protecciones SDH: MSP
 - Paso a producción
- Documentación as-built
 - Elaboración de documentación as-built
 - Revisión de documentación as-built en campo
 - Entrega de documentación as-built

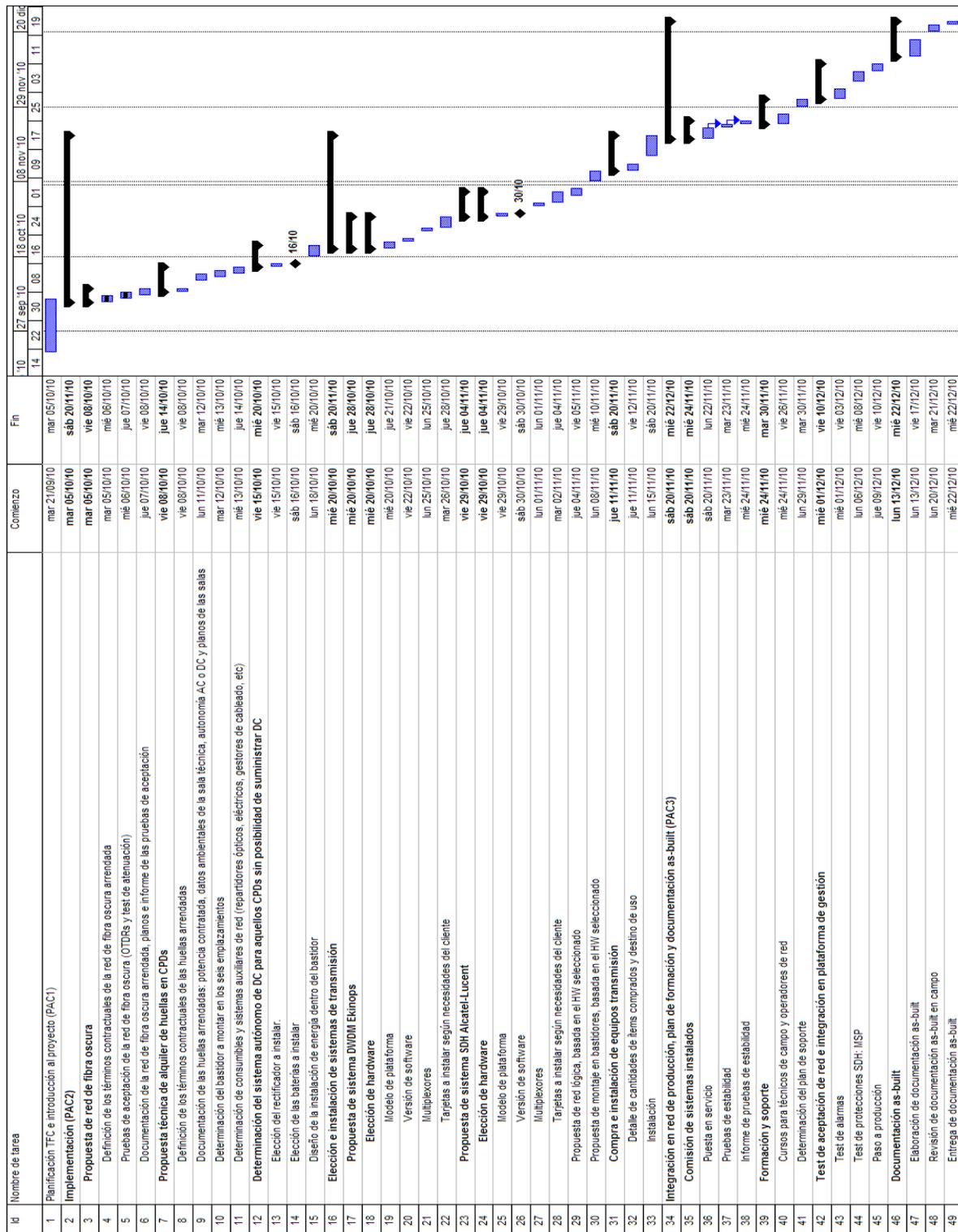


Figura 1. Planificación del TFC

5.01.5. Productos obtenidos

El TFC, una vez concluido, mostrará una infraestructura de equipos de transmisión reales y capaces de funcionar e interoperar tal y como se desarrolla en este trabajo. El diseño de la topología de red basada en anillo es robusto y obedece a un estándar de red ampliamente utilizado por operadores de telecomunicaciones, ya que llegar a un punto por dos vías redundantes garantiza la continuidad del servicio de manera casi permanente. Es muy improbable que se produzcan dos cortes de red simultáneamente en dos secciones del anillo aislando los nodos detrás de los cortes, aunque es innegable que existen soluciones más robustas, como la topología de mallado total en la que todos los nodos tienen al menos una conexión directa con el resto. Esta solución no se lleva al terreno real a no ser que la continuidad del servicio sea más que crítica, como es el caso de las redes militares y determinadas redes financieras. En este caso, se asume el riesgo mínimo del corte simultáneo de red en dos puntos del anillo. Otra topología más robusta dispararía el coste del proyecto, tanto en alquiler de fibra como en compra de equipos.

La solución de infraestructuras de apoyo: bastidores, consumibles y equipos de fuerza, también están basada en productos reales de fabricantes.

Los datos de las rutas físicas de las secciones de fibra óptica alquilada, aunque son ficticios, representan datos muy fidedignos de magnitudes reales: atenuación, OTDRs, precio por metro de red alquilado, etc

5.01.6. Breve descripción de los otros capítulos de la memoria

Además de la solución real basada en sistemas de transmisión e infraestructuras reales, el TFC hará especial énfasis en otros elementos típicos de un proyecto llave en mano de estas características.

5.01.6.1. Precios de mercado

Los precios de todos los productos y servicios necesarios para la ejecución del proyecto son muy próximos a precios reales de mercado a día de hoy. Por ejemplo, el precio de alquiler de fibra óptica en entorno metropolitano está basado en precios reales de operadores que trabajan en las principales ciudades españolas. Como curiosidad, comentar que el precio de alquiler de fibra óptica en entorno metropolitano en España es bastante más caro que en el resto de los principales países europeos.

Los precios de los equipos, ya sean de fuerza, de transmisión o consumibles, están basados en precios de los propios fabricantes.

El autor, por su profesión, tiene acceso de primera mano a los precios de fabricantes y proveedores relacionados en este documento, de ahí el hincapié a la hora de decir que los precios mostrados en el TFC son muy próximos a precios reales de mercado actuales.

5.01.6.2. Comisión de sistemas instalados

La instalación de cualquier plataforma ya sea de transmisión, sea de conmutación o de enrutamiento de paquetes, conlleva una configuración básica. Cualquier sistema de los mencionados trabaja como un computador, es decir, tiene un microprocesador principal, memorias, sistema operativo, interfaz de usuario, etc. Dicha configuración se ha de hacer como parte de la instalación en modo local, para que una vez los equipos entren en gestión en modo remoto puedan ser manipulados.

También es conveniente realizar pruebas de estabilidad sobre la red montada, como por ejemplo constituir varios circuitos de pruebas a diferentes velocidades y probarlos contra bucles físicos con equipos de medida durante varias horas.

5.01.6.3. Test de aceptación de red

Cualquier centro de operación de red (NOC: Network Operation Center) bien organizado de cualquier operador deberá tener definido un protocolo de actuación antes de aceptar la gestión nuevos elementos de red.

Dichos protocolos, en resumen, se basan en la ejecución de una serie de test sencillos de alarmas de los equipos para asegurar que en caso de avería de los mismos el centro será avisado a través de las plataformas de gestión. Otros test típicos que se elaboran son la creación de circuitos y cros-conexiones en nodos SDH para asegurar que los departamentos de provisión o de diseño de circuitos podrán hacer su trabajo de creación de servicios para clientes remotamente.

Se relacionarán con más detalle las pruebas a realizar en la sección correspondiente del TFC.

5.02. Capítulo 2. Propuesta de red de fibra oscura

En este capítulo se tratarán todos los aspectos concernientes a la consecución, vía alquiler, de unas secciones de fibra óptica en formato IRU a quince años a un proveedor de fibra oscura metropolitano.

5.02.1 Solicitud de oferta de alquiler de secciones de fibra.

A varios proveedores locales de Metrocity se les solicita la siguiente oferta.

Oferta económica para interconectar con par de fibra óptica los siguientes emplazamientos:

- Par de fibra desde sede principal de JulietaCOM a centro de negocio A
- Par de fibra desde centro de negocio A a centro de negocio B
- Par de fibra desde centro de negocio B a centro de negocio C
- Par de fibra desde centro de negocio C a centro de negocio D
- Par de fibra desde centro de negocio D a centro de negocio E
- Par de fibra desde centro de negocio D a sede principal de JulietaCOM

Requisitos:

- Oferta en formato IRU a 15 años
- Tipo de fibra G.652
- Accesos redundantes a todos los edificios
- Punto de entrega de las fibras en repartidores ópticos de las salas neutras de comunicaciones
- SLA exigido en caso de corte: Teléfono de asistencia telefónica 24x7, llegada al punto de corte en menos de dos horas, reparación en menos de 6 horas

5.02.2. Oferta aceptada de enlaces de fibra oscura

- Par de fibra desde sede principal de JulietaCOM a centro de negocio A
 - o Distancia óptica 2,6Km aprox.
- Par de fibra desde centro de negocio A a centro de negocio B
 - o Distancia óptica 5,2Km aprox.
- Par de fibra desde centro de negocio B a centro de negocio C
 - o Distancia óptica 2,5Km aprox.
- Par de fibra desde centro de negocio C a centro de negocio D
 - o Distancia óptica 2,6Km aprox.

- Par de fibra desde centro de negocio D a centro de negocio E
 - o Distancia óptica 2,3Km aprox.
- Par de fibra desde centro de negocio D a sede principal de JulietaCOM
 - o Distancia óptica 2,3Km aprox.
- Características
 - o Todas las secciones constituidas con cable de 48 F.O. G.652 Monomodo
 - o Infraestructuras de soporte aéreas por postería, subterráneas por galerías y subterráneas por canalización. La infraestructura de soporte va cambiando a lo largo del trazado
 - o El trazado ofertado garantiza la distancia mínima posible en base a la infraestructura disponible y garantizando redundancia total de ruta, en ningún punto hay cruce de infraestructuras
 - o Se garantiza acceso redundantes a los edificios a través de “patas” diferentes
 - o Puntos de entrega en centros de negocio: Repartidores ópticos de las salas neutras de comunicaciones
 - o Punto de entrega en sede principal de JulietaCOM: Repartidor óptico de sala de operadores
 - o Entrega de OTDRs al traspaso de los servicios
 - o Plazo de entrega: 1 mes desde la orden
 - o Precio en IRU a 15 años: pago único de 17.000 €/Km
 - Kms totales ofertados: 17,5Km
 - Total oferta: 297.500€
 - Mantenimiento anual: 3,5% del pago único inicial, el mantenimiento se actualizará anualmente según el IPC
 - o SLA ofrecido en caso de corte: Teléfono de asistencia telefónica 24x7, llegada al punto de corte en menos de dos horas, reparación en menos de 6 horas

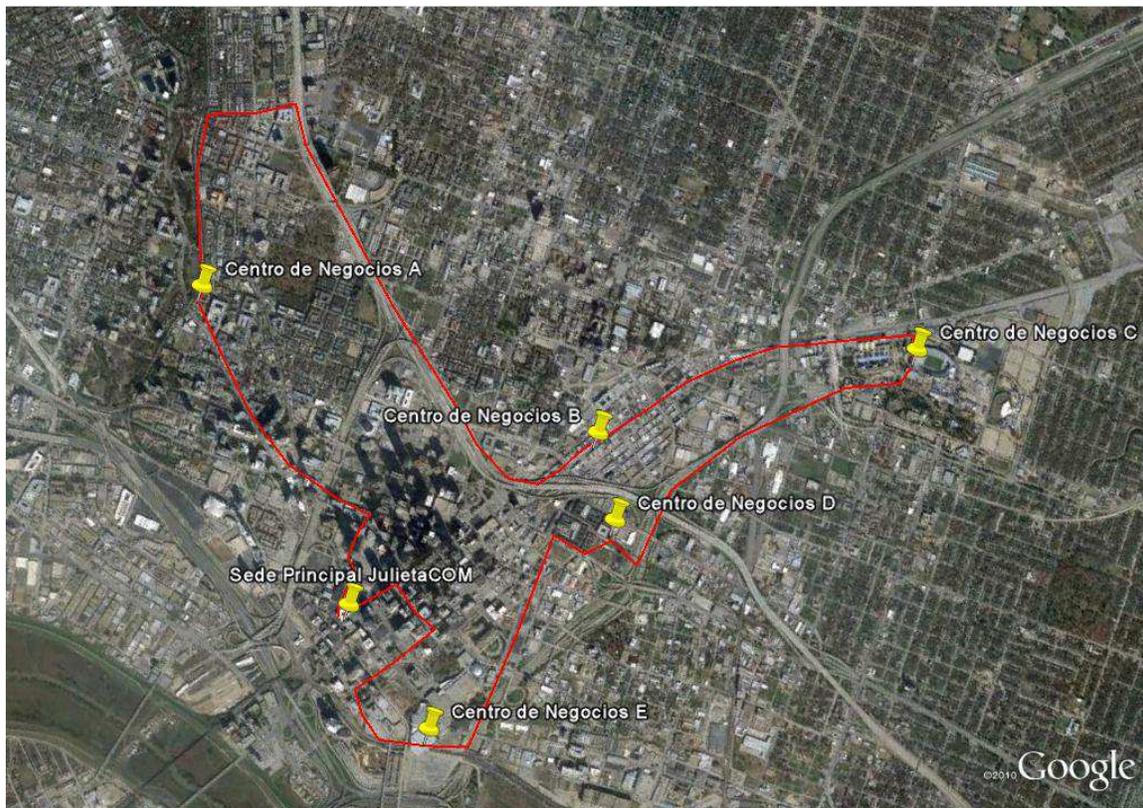


Figura 2: Propuesta de ruta de red física⁷

5.02.3. Características contractuales del alquiler de fibra oscura

El contrato de alquiler en formato IRU a formalizar entre el proveedor de fibra oscura y JulietaCOM (habiendo sido intermediador ISR) deberá tratar los siguientes aspectos:

- Especificar partes contratantes
- Relación de bienes e intereses
 - Según oferta
- Definiciones de términos e interpretaciones
- Concesión de arrendamiento
- Pagos
 - Según oferta
- Mantenimiento y niveles de servicio (SLA)
 - Según oferta
- Responsabilidades (a negociar entre las partes)
 - Definición de acciones en caso de falta de pago
 - Definición de contraprestaciones por no cumplir SLA
- Fin de contrato

⁷ El plano corresponde en realidad a la ciudad de Dallas, Texas, Estados Unidos. Obviamente Metrocity es una ciudad ficticia.

5.02.4. Pruebas de aceptación de la red de fibra oscura

Según la ITU-T, un cable de fibra monomodo G-652⁸ no debe atenuar a más de 0.5 dB/Km en segunda ventana (1310nm) ni más de 0,4 dB/Km en tercera ventana (1550nm). En el campo real un cable de fibra bien instalado, bien protegido y bien mantenido con no más de 15 años de antigüedad, no debería atenuar más de 0,3 dB/Km en tercera ventana, ni más de 0,35 en segunda ventana.

Otro factor a tener en cuenta son los empalmes. A la hora de planificar redes sobre fibra óptica existe un método de cálculo del "optical budget"⁹ que entre otras muchas cosas considera que las pérdidas en un empalme de fibra no deben ser superiores a 0,3dB.

No es muy disparatado presuponer que en un entorno metropolitano, en una red muy mallada, nos podamos encontrar con un empalme cada 1,5 kilómetros.

Por último, otro factor a tener en cuenta son los conectores que se usan para enfrentar mecánicamente dos fibras. Obviamente en un enfrentamiento mecánico de fibras va a haber muchas más pérdidas que en una fusión donde los núcleos llegan a fundirse entre sí consiguiendo una continuidad de medio bastante decente. Se repite por tanto, que una unión mecánica de dos fibras va a llevar aparejada unas elevadas pérdidas de potencia óptica, en torno a 0,75dB por empalme a través de conector. Hay que considerar este dato también porque al proveedor de fibra oscura se le ha pedido que el punto de demarcación del servicio sea en los repartidores ópticos de las salas neutras de comunicaciones de los centros de negocio, por lo tanto, existirá en algún momento, dentro de la propia sección de fibra que entrega el proveedor, al menos una conexión mecánica antes del repartidor óptico.

Una vez facilitados estos datos podemos aproximar los resultados que darían las pruebas de aceptación de las secciones de fibra óptica que se van a alquilar.

Sección	Distancia óptica (Km)	Atenuación: 0,3 dB/Km (dB)	Fusiones: 1/1,5 Km * 0,3dB (dB)	Conectores: 0,75dB*2 (dB)	Pérdida total (dB)
JulietaCOM-Centro A	2,6	0,78	0,52	1,5	2,8
Centro A - Centro B	5,2	1,56	1,04	1,5	4,1
Centro B - Centro C	2,5	0,75	0,5	1,5	2,75
Centro C - Centro D	2,6	0,78	0,52	1,5	2,8
Centro D - Centro E	2,3	0,69	0,46	1,5	2,65
Centro E - JulietaCOM	2,3	0,69	0,46	1,5	2,65

Tabla 1: Aproximaciones teóricas de medidas de las fibras a alquilar

Las aproximaciones se han realizado en tercera ventana (1550nm) ya que los equipos a implementar trabajarán en esa ventana. Si bien al proveedor de fibra oscura, en su memoria, se le ha de exigir que realice pruebas de atenuación y OTDR en segunda y tercera ventana.

A continuación se expone una medida reflectométrica como ejemplo:

⁸ http://www.iet.unipi.it/m.luise/HTML/AdT/ITU_G652.pdf

⁹ http://www.corning.com/cablesystems/nafta/en/serv_support/techresources/calculators/linkloss.aspx

Fiber Trace V lewler v6.50 © JDSU 07/10/2010 1:10:35

Archivo : dem015jo.tbw OTDR : MTS 5100 Num. 1158
 Fecha : 07/10/2010 12:00:00 Modulo : 5026HD

Technic : WWG Dirección : O->E Coef. retrodispersion : -81,00 dB
 ORIGEN Origen : JulietaCOM Umbral de detección averías :
 Cable : Demo Extrem. : Business Center A Empalmes : No (H-M)
 Fibra : 1 Lambda (nm) : 1550 Pendientes : 0,000 dB/km
 Color : — Índice : 1,465000 Reflectancias : Todo (H-M)
 EXTREMO Impulso (µs) : 1 Umbral de alarma :
 Cable : Demo Rango (km) : 40,000
 Fibra : 1 Tp adq : 20s
 Color : — Resolución : 40,00 m

Comentario : OTDR desde se de principal de JulietaCom a Centro de Negocios A

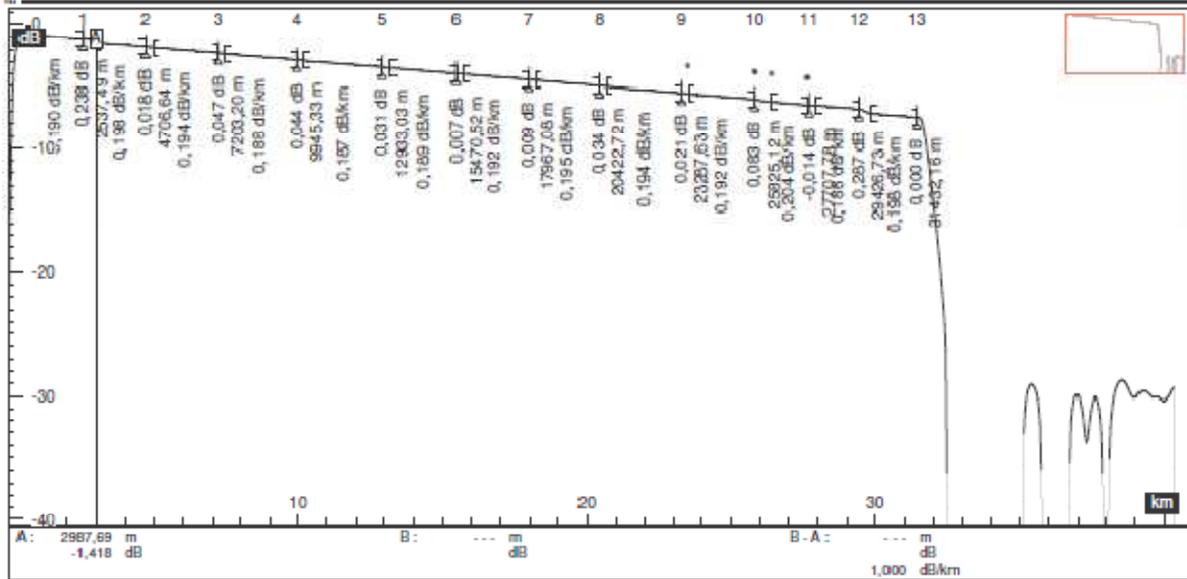


Figura 3: Ejemplo de OTDR

La figura 3 muestra una medida OTDR lanzada sobre una sección de fibra óptica de unos 31,5Km en tercera ventana, con una curva media de atenuación de 0,2dB/Km y con 13 empalmes (o eventos) de unos 0,02dB cada uno (muy buena calidad).

El proveedor deberá realizar también medidas de atenuación simples en ambas ventanas, generando tablas por secciones como la que se expone a continuación:

Origen	Destino	Ventana	Medida (dB)
Centro de Negocio A Fibra 1	Centro de Negocio B Fibra 1	2ª Ventana	4,71
		3ª Ventana	4,11
Centro de Negocio A Fibra 2	Centro de Negocio B Fibra 2	2ª Ventana	4,73
		3ª Ventana	4,15

Tabla 2: Ejemplo de tabla de atenuación por sección

5.02.5. Documentación a entregar por el proveedor de fibra oscura

El proveedor, en su memoria de entrega de los servicios, deberá entregar:

- 1.- Descripción del enlace: básicamente una descripción de los puntos que interconecta
- 2.- Referencia de enlace: una referencia o código generado por el mismo proveedor de fibra para una fácil identificación del enlace en caso de corte de fibra.
- 3.- Diagrama de rutas: un esquema basado en un GIS que especifique claramente por donde discurre la fibra físicamente. El diagrama de ruta ha de incorporar también de forma esquemática los circuitos realizados, indicando los puntos más representativos por los que pasa (referencias de repartidores, arquetas, tubos, postes, etc)
- 4.- Una curva OTDR por cada cable de fibra: medido en segunda y tercera ventana y en ambos sentidos, es decir cuando se mida uno de los cables por ejemplo desde el centro B al centro C, se ha de medir también desde el centro C al B. Esto se hace así porque, en algunas ocasiones, en el paso de la luz de una fibra a otra, el efecto *backscatter* da lugar a una ganancia aparente. Al combinarse esta “ganancia” con la atenuación correspondiente al empalme, la pendiente de la curva permanece inalterada, originando un evento 0 dB en este punto, y como consecuencia del fenómeno antes descrito, la traza del OTDR no registra ninguna pérdida, ni ganancia, por lo que el OTDR no registrará ningún evento. Al realizar la medida desde el extremo opuesto de la fibra, indicará una pérdida excesiva. La media de ambas mediciones reflejará la realidad en ese evento concreto. Asimismo, en las fibras monomodo, las medidas tomadas desde ambos extremos pueden ser comparadas, y sus valores promediados para eliminar las ganancias ficticias -o eventos positivos-, observados frecuentemente y que sorprenden al observador poco experimentado. De hecho, este procedimiento de promedio elimina el error debido a las diferencias de índice de backscattering entre fibras diferentes, y proporciona medidas más seguras en cada evento. Por lo tanto el proveedor entregará un total de 40 curvas.
- 5.- Tablas de atenuación por secciones: un total de 6 tablas con el mismo formato que la tabla 2 anteriormente expuesta.

5.03. Capítulo 3. Propuesta de huellas en CPDs

En este capítulo se explicará cómo operan los puntos neutros de comunicaciones, es decir, centros técnicamente adaptados para que operadores, ISPs, integradores o empresas privadas instalen sus sistemas de comunicaciones y datos siendo técnicamente sencillo interconectarse entre ellos. Se llama “neutro” porque no están vinculados a una sola empresa sino que precisamente están concebidos para que muchas empresas se alojen en el centro con el fin de minimizar los costes de interconexión. En España este tipo de centros a gran escala están operados por empresas como Telvent, Interxion, Global Switch y Prohuban.

Por necesidades de la industria este tipo de centros han evolucionado o están evolucionando hacia lo que denominamos CPD (Centro de Proceso de Datos) o “Data Center” en inglés. Esto es así porque cada vez más en el sector IT se está implantando la virtualización de servicios y la externalización de las infraestructuras de datos de las grandes corporaciones a entornos más seguros y mejor adaptados técnicamente para albergar sistemas de comunicación, de transmisión, de almacenamiento y de proceso de datos. La tendencia no es solamente externalizar la infraestructura sino externalizar también la gestión de dichos sistemas.

Esta acumulación de necesidades de la industria IT y la falta de liquidez actual han forzado a empresas tradicionales gestoras de salas de comunicaciones a convertirse en operadores de centros de proceso de datos, ya que sus infraestructuras ya existentes son bastante cercanas a las que necesita un CPD. Parece obvio pensar que es más económico moldear algo ya existente que partir de cero.

Esta filosofía de negocio la extrapolaremos de manera ficticia a los centros negocio que tantas veces se han nombrado ya en este documento. Se presentan los centros de negocio de este proyecto como parques empresariales muy desarrollados a nivel de infraestructuras de comunicaciones y con mucha necesidad de tránsito de datos, por lo tanto cada uno estos centros estará dotado de su particular sala neutra de comunicaciones concebidas desde su creación para ser también CPDs.

Cada uno de los CPDs de los centros de negocio estará gestionado por una empresa y no todos tendrán las mismas infraestructuras. Se verá a continuación los requerimientos que se les proponen, que serán para todos los mismos y en función de la oferta de cada CPD se tendrá que adaptar la infraestructura.

Es común que en estos centros haya un recinto que se suele denominar MMR (Meet Me Room) donde terminarán todas las conexiones ópticas y eléctricas de los diferentes clientes que albergue el centro. La MMR suele ser un entorno seguro donde el gestor de CPD realiza interconexiones entre los clientes por petición de los mismos, es decir, no es habitual que en este tipo de centros se hagan conexiones directas de bastidor de cliente a bastidor de cliente, sino que los clientes pasan todos sus circuitos por la MMR y se interconexionan con otros clientes haciendo ambas partes una solicitud formal al gestor del CPD. Obviamente esa interconexión es parte del negocio del CPD.

En resumen, el negocio del CPD radica en el alquiler de la huella donde el cliente monta su bastidor para luego instalar sus sistemas, en el suministro eléctrico a dicho bastidor y en las interconexiones de los circuitos que pasan por la MMR.

5.03.1. Solicitud de oferta de alquiler de huellas en CPD

A todos los gestores de los CPDs en los centros de negocio A, B, C, D y E se les solicita la siguiente oferta.

Oferta económica por alquiler de huella 60cmx60cm de superficie en sala técnica:

Requisitos:

- Alquiler mínimo de 15 años; se valorará por tanto la reducción de coste si la hubiere por garantía de alquiler a largo plazo
- Suministro de energía en dos líneas redundantes DC -48V (3.000W cada línea)
 - o Autonomía de las baterías que sustenten la corriente DC debe ser como poco de 4 horas en caso de corte de suministro eléctrico
 - o Si el CPD no tuviera el respaldo de baterías mínimo exigido o simplemente no tuviera respaldo de baterías en el suministro de corriente continua se descarta la opción de suministro de corriente continua, pasando directamente al de corriente alterna.
- Si el CPD no tuviera posibilidad de suministrar corriente continua en las condiciones solicitadas se aceptarán dos líneas redundantes de AC (corriente alterna) de 220V de 3.500W cada línea. Las preferencias de las características de las líneas de corriente continua irán en este orden:
 - o Opción 1ª: 2x Líneas de corriente alterna respaldadas con SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpido) y generador
 - o Opción 2ª: 2x Líneas de corriente alterna respaldadas por generador
 - o Opción 3ª: 2x Líneas de corriente alterna respaldadas por SAI
 - o Opción 4ª: 2x Líneas de corriente alterna sin respaldo
- Accesos garantizado 24x7 a las salas técnicas para el personal técnico del cliente
- Climatización de la sala: mínimo 21°C máximo 25°C
- Humedad relativa del 40%

- Garantías de seguridad frente a sabotajes y accesos no deseados
- Medidas de extinción de incendios adecuadas al material eléctrico, tales como extinción por agua nebulizada o bien por gas INERGEN, dióxido de carbono o nitrógeno
- Falsos suelos y falsos techos
- Bandejas de fibra óptica, bandejas de cableado eléctrico y bandejas de alimentación a través de los falsos suelos
- (Esta solicitud es particular para cada centro de negocios, va en función de las necesidades de circuitos a suministrar en cada centro) Precableados a MMR:
 - o Centro A:
 - 6x pares de fibra a MMR monomodo, presentación en bastidor de JulietaCOM en conector SC/PC
 - 6x pares de fibra a MMR monomodo (por camino redundante a los 6 primeros), presentación en bastidor de JulietaCOM en conector SC/PC
 - 4x Cat5, presentación en bastidor de JulietaCOM en conector RJ45 macho
 - o Centro B:
 - 7x pares de fibra a MMR monomodo, presentación en bastidor de JulietaCOM en conector SC/PC
 - 7x pares de fibra a MMR monomodo (por camino redundante a los 7 primeros), presentación en bastidor de JulietaCOM en conector SC/PC
 - 8x Cat5, presentación en bastidor de JulietaCOM en conector RJ45 macho
 - o Centro C:
 - 9x pares de fibra a MMR monomodo, presentación en bastidor de JulietaCOM en conector SC/PC
 - 1x par de fibra a MMR monomodo (por camino redundante a los 9 primeros), presentación en bastidor de JulietaCOM en conector SC/PC
 - 3x Coaxiales, presentación en bastidor de JulietaCOM en conector BNC macho
 - 4x Cat5, presentación en bastidor de JulietaCOM en conector RJ45 macho
 - o Centro D:
 - 6x pares de fibra a MMR monomodo, presentación en bastidor de JulietaCOM en conector SC/PC
 - 2x par de fibra a MMR monomodo (por camino redundante a los 6 primeros), presentación en bastidor de JulietaCOM en conector SC/PC
 - 20x Cableado de pares, presentación en bastidor de JulietaCOM en punta para ser crimpados en regleta Krone
 - o Centro E:
 - 19x pares de fibra a MMR monomodo, presentación en bastidor de JulietaCOM en conector SC/PC
 - 3x par de fibra a MMR monomodo (por camino redundante a los 19 primeros), presentación en bastidor de JulietaCOM en conector SC/PC
 - 4x Cat5, presentación en bastidor de JulietaCOM en conector RJ45 macho

5.03.2. Ofertas aceptadas de los gestores de los CPDs

- CPD en centro de Negocio A
 - o Huella en régimen de alquiler por una duración mínima de 15 años
 - o Dos líneas eléctricas con camino físico redundante a la huella de corriente continua a -48V, protegidas por magnetotérmico de 63A cada una. Las líneas tienen un respaldo mínimo de baterías garantizado a 6 horas

- Recepción con personal de seguridad del CPD 24x7, acceso garantizado y restringido al personal identificado que autorice el cliente
- Recinto de CPD seguro, vigilado con cámaras y atendido por personal de seguridad 24x7
- Humedad de la sala garantizada al 35%; temperatura de la sala garantizada a 23° C.
- Extinción de incendios por agua nebulizada
- Bandejas de fibra óptica colgante de techo
- Bandejas de cableados eléctricos en falso suelo
- Falso suelo elevado a 80cm del suelo de la sala
- Coste huella: 1.100€/mes
- Oferta MMR
 - Par de fibra a MMR.....50€/mes
 - Par de fibra a MMR por vía redundante.....60€/mes
 - Línea Cat5 a MMR.....15€/mes
- Coste huella con precableados a MMR: 1.640€/mes

- CPD en centro de Negocio B
 - Huella en régimen de alquiler por una duración mínima de 15 años
 - Dos líneas eléctricas con camino físico redúndate a la huella de corriente continua a -48V, protegidas por magnetotérmico de 63A cada una. Las líneas tienen un respaldo mínimo de baterías garantizado a 4 horas
 - Recepción con personal de seguridad del CPD 24x7, acceso garantizado y restringido al personal identificado que autorice el cliente
 - Recinto de CPD seguro, atendido por personal de seguridad 24x7
 - Humedad de la sala garantizada al 40%, temperatura de la sala garantizada a 22° C.
 - Extinción de incendios por INERGEN
 - Bandejas de cableados eléctricos y bandejas de fibra óptica por falso suelo
 - Falso suelo elevado a 90cm del suelo de la sala
 - Coste huella: 1.150€/mes
 - Oferta MMR
 - Par de fibra a MMR.....45€/mes
 - Par de fibra a MMR por vía redundante.....65€/mes
 - Línea Cat5 a MMR.....18€/mes
 - Coste huella con precableados a MMR: 1.934€/mes

- CPD en centro de Negocio C
 - Huella en régimen de alquiler por una duración mínima de 15 años
 - Dos líneas eléctricas con camino físico redúndate a la huella de corriente alterna a 220V, protegidas por magnetotérmico de 16A cada una. Las líneas tienen un respaldo mínimo de grupo electrógeno garantizado a 16 horas además de un respaldo de SAI de 4 horas.
 - Recepción con personal de seguridad del CPD 24x7, acceso garantizado y restringido al personal identificado que autorice el cliente
 - Recinto de CPD seguro, atendido por personal de seguridad 24x7
 - Humedad de la sala garantizada al 30%, temperatura de la sala garantizada a 24° C.
 - Extinción de incendios por nitrógeno
 - Bandejas de cableados eléctricos y bandejas de fibra óptica por falso suelo
 - Falso suelo elevado a 85cm del suelo de la sala
 - Coste huella: 850€/mes

- Oferta MMR
 - Par de fibra a MMR.....60€/mes
 - Par de fibra a MMR por vía redundante.....75€/mes
 - Línea Cat5 a MMR.....20€/mes
 - Línea de coaxial Flex 3 a MRR.....15€/mes
- Coste huella con precableados a MMR: 1.590€/mes
- CPD en centro de Negocio D
 - Huella en régimen de alquiler por una duración mínima de 15 años
 - Dos líneas eléctricas con camino físico redundante a la huella de corriente continua a -48V, protegidas por magnetotérmico de 63A cada una. Las líneas tienen un respaldo mínimo de baterías garantizado a 8 horas
 - Recepción con personal de seguridad del CPD 24x7, acceso garantizado y restringido al personal identificado que autorice el cliente
 - Recinto de CPD seguro, vigilado con cámaras y atendido por personal de seguridad 24x7
 - Humedad de la sala garantizada al 40%, temperatura de la sala garantizada a 22,5° C.
 - Extinción de incendios por agua nebulizada
 - Bandejas de fibra óptica colgante de techo
 - Bandejas de cableados eléctricos en falso suelo
 - Falso suelo elevado a 80cm del suelo de la sala
 - Coste huella: 1.300€/mes
 - Oferta MMR
 - Par de fibra a MMR.....55€/mes
 - Par de fibra a MMR por vía redundante.....65€/mes
 - Línea cable de pares a MMR.....10€/mes
 - Coste huella con precableados a MMR: 1.895€/mes
- CPD en centro de Negocio E
 - Huella en régimen de alquiler por una duración mínima de 15 años
 - Dos líneas eléctricas con camino físico redundante a la huella de corriente alterna a 220V, protegidas por magnetotérmico de 16A cada una. Las líneas tienen un respaldo mínimo de grupo electrógeno garantizado a 24 horas, y SAI de 2 horas.
 - Recepción con personal de seguridad del CPD 24x7, acceso garantizado y restringido al personal identificado que autorice el cliente
 - Recinto de CPD seguro, con grabación por cámaras y atendido por personal de seguridad 24x7
 - Humedad de la sala garantizada al 33%, temperatura de la sala garantizada a 22° C.
 - Extinción de incendios por nitrógeno
 - Bandejas de cableados eléctricos y bandejas de fibra óptica por falso suelo
 - Falso suelo elevado a 85cm del suelo de la sala
 - Coste huella: 950€/mes
 - Oferta MMR
 - Par de fibra a MMR.....60€/mes
 - Par de fibra a MMR por vía redundante.....75€/mes
 - Línea Cat5 a MMR.....20€/mes
 - Coste huella con precableados a MMR: 2.295€/mes

5.03.3. Características contractuales del alquiler de las huellas en los CPDs

Los contratos de alquiler a largo plazo de las huellas a formalizar entre los diferentes gestores de los CPDs y JulietaCOM (habiendo sido intermediador ISR en todos ellos) deberán tratar los siguientes aspectos:

- Especificar partes contratantes
- Relación de servicios alquilados
 - Según oferta
- Definiciones de términos e interpretaciones
- Concesión de arrendamiento
- Pagos
 - Según oferta
- Mantenimiento y niveles de servicio (SLA): Relacionados con suministro energía, sabotajes, seguridad
 - Según oferta
- Responsabilidades (a negociar entre las partes)
 - Definición de acciones en caso de falta de pago
 - Definición de contraprestaciones por no cumplir SLA
- Fin de contrato

5.03.4. Documentación a entregar por los gestores de los CPDs

Los proveedores, en su memoria de entrega de los servicios, deberán entregar:

- 1.- Ubicación de la huella en un plano de la sala técnica
- 2.- Rutas sobre plano de los cableados ópticos y eléctricos de la sala con el fin de conocer el nivel de redundancia
- 3.- Definición de todos los procedimientos:
 - Procedimiento de acceso
 - Lista de contactos y procedimientos de escalado en caso de incidencia
 - Procedimiento de entrada y salida de mercancías
 - Procedimiento de entregas y almacenaje
 - Memoria de calidades técnicas de materiales empleados en su infraestructura
- 4.- Referencia de posiciones en MMR de los precableados contratados, a fin de poder ordenar interconexiones con terceros¹⁰
- 5.- Memoria de la potencia eléctrica contratada y el tipo de suministro contratado detallando el respaldo
- 6.- Memoria de los factores ambientales de la sala: temperatura y humedad

¹⁰ Por ejemplo, una de las primeras órdenes de interconexión en MMR que se tendrá que dar a los gestores de los CPDs es la interconexión con el proveedor de fibra oscura, para poder levantar el anillo DWDM que se está construyendo.

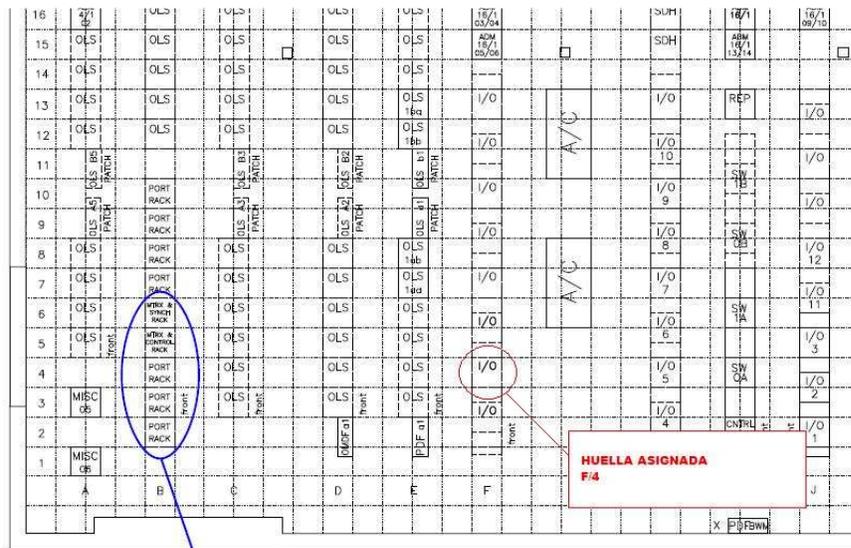


Figura 4: Ejemplo de plano con ubicación de huella en sala técnica

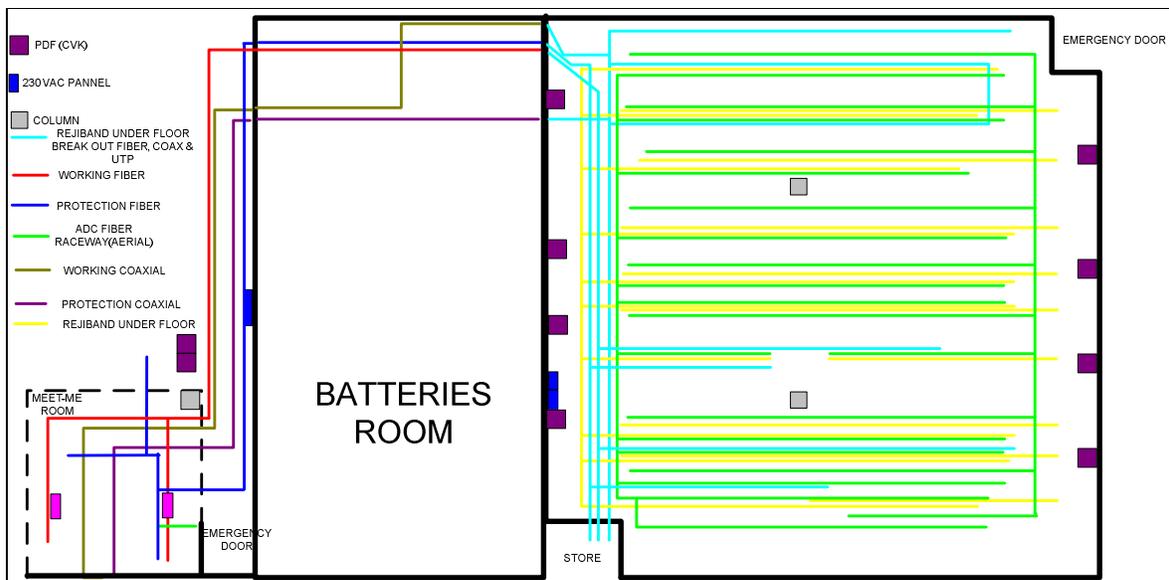


Figura 5: Ejemplo de plano con definición de rutas de las bandejas

La figura 4 representa un ejemplo de lo que podría ser un plano de la sala donde se ubicarán los sistemas. El redondel rojo muestra una posición en dicha sala asignada por el gestor del CPD que muestra una posición de una loseta o huella de 60cmx60cm, donde se instalará el bastidor que albergará los sistemas de telecomunicación.

La figura 5 representa un ejemplo de lo que podría ser un plano de la sala donde se ubicarán los sistemas. El plano muestra las rutas de las bandejas que portan cableados de circuitos ópticos, eléctricos y cables de alimentación de sistemas. Se puede observar que las bandejas tienen rutas alternativas a las filas donde se

instalarán los sistemas, dotando así de redundancia física a los servicios críticos dentro de la sala de comunicaciones.

5.04. Capítulo 4. Infraestructuras de soporte a los sistemas de telecomunicaciones

En este capítulo se definen, a nivel técnico, todos los sistemas, consumibles y estructuras auxiliares necesarios para instalar los sistemas de transmisión.

5.04.1. Bastidores

En los seis emplazamientos (sede principal de JulietaCOM y los cinco centros de negocio) se han de instalar bastidores para alojar los sistemas de transmisión en su interior. En algunos de ellos se instalará también un sistema autónomo de corriente corriente continua.

Los sistemas de transmisión que instalaremos están preparados para montarse en bastidores de 19" de ancho. Por otro lado la altura máxima de bastidor que se permite instalar en los CPDs de los centros de negocio son 220cm, esto equivale a un bastidor de 42Us¹¹. La profundidad y el ancho máximo ya se conocen pues las huellas alquiladas son de 60cm x 60cm. El bastidor a elegir no ha de exceder esas dimensiones.

Se ha de considerar la posibilidad de alojar sistemas tanto en la parte frontal como trasera del bastidor, por tanto el bastidor elegido debe tener acceso frontal y trasero así como raíles de montaje frontales y traseros. Esta opción posibilitará optimizar la capacidad del bastidor ya que una vez se llene una cara del bastidor de sistemas, se podrá seguir creciendo en su cara trasera.

Por último, es importante que el bastidor venga provisto de cerraduras tanto en su puerta frontal como en su puerta trasera. Como ya se ha explicado, cinco de estos bastidores se instalarán en salas comunes de comunicaciones, es decir, salas donde habrá otros bastidores de otros clientes, aunque dichas salas sean seguras, y no pueda acceder a ellas personal no autorizado. En algún caso se pueden producir accidentes, como por ejemplo el hecho de que un técnico de otra compañía se equivoque al atender una incidencia y abra el bastidor de JulietaCOM en vez del de su compañía y comience a manipular sistemas por error, esta situación podría ocasionar desagradables incidentes. Teniendo el bastidor cerrado con llave se elimina el riesgo de accidentes de este tipo.

En esencia las características de los bastidores a instalar serán estas:

- Dimensiones: Altura máxima 220cm, ancho y profundidad máximas: 60cm x 60cm
- Separación entre los raíles de montaje: 19"
- Capacidad de unidades de montaje: 42Us
- Raíles de montaje delanteros y traseros
- Puertas con cerradura delanteras y traseras

¹¹ http://en.wikipedia.org/wiki/Rack_unit



Figura 6: Ejemplo de bastidor

Más detalles sobre el bastidor en:

<http://es.rs-online.com/web/search/searchBrowseAction.html?method=getProduct&R=7051982#header>

5.04.2. Repartidores ópticos

Dentro de los bastidores se instalarán repartidores ópticos, es decir paneles con transiciones ópticas que servirán como punto de demarcación de los puertos ópticos de los sistemas de transmisión que se instalen. De este modo, cada vez que se provisione un nuevo servicio no será necesario trabajar sobre el puerto del equipo, un punto crítico y delicado, sino en una extensión de este a un panel.

Los repartidores además higienizan mucho las instalaciones pues en ellos es fácil poner etiquetas mientras que los puertos de los sistemas de transmisión, cada vez más compactos, dificultan mucho esta tarea.

La idea que se propone es interconectar los puertos ópticos de los sistemas de transmisión con la cara trasera de los repartidores ópticos de modo que en la cara frontal se establecerán las interconexiones a otros sistemas: desde interconexiones entre equipos del mismo bastidor hasta las interconexiones que vayan a la MMR.

El conector óptico que se propone para el repartidor es robusto y cómodo: SC/PC

El número de puertos que ha de tener el repartidor irá en función del sistema cuyos puertos presente: podrán ser de 24 o 48 puertos.

En definitiva, en cada bastidor instalaremos dos repartidores ópticos de las siguientes características:

- Panel de 24 puertos ópticos simplex
 - Transiciones SC/PC (color azul: vinculado a cableado monomodo)
 - Instalable en bastidor de 19"
 - 1 U de altura
 - Los puertos serán "simplex" (no "dúplex") de manera que 24 puertos simples ópticos servirán para interconectar 12 puertos del equipo de transmisión ya que por cada puerto dúplex del equipo de transmisión se utilizarán dos puertos simplex del repartidor.

Este producto se puede encontrar en:

<http://ecatalogue.greenwoodscomms.com/info.asp?pgId=931D48F8-3A13-468D-A670-E7AFBECF2A83>

- Panel de 48 puertos ópticos simplex
 - Transiciones SC/PC (color azul: vinculado a cableado monomodo)
 - Instalable en bastidor de 19"
 - 2 Us de altura
 - Los puertos serán "simplex" (no "dúplex") de manera que 24 puertos simplex ópticos servirán para interconectar 12 puertos del equipo de transmisión ya que por cada puerto dúplex del equipo de transmisión se utilizarán dos puertos simplex del repartidor.

Este producto se puede encontrar en:

http://www.qosqo.es/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=6663121&category_id=344&option=com_virtuemart&Itemid=58&vmcchk=1&Itemid=58

5.04.3. Repartidores eléctricos

La misma filosofía que se aplica a los puertos ópticos de los equipos de transmisión se aplicará a los puertos eléctricos, en este caso a los puertos de los interfaces E1s, E3/DS3, Ethernet y FastEthernet.

Es decir, los puertos eléctricos de los sistemas de transmisión se cablearán dentro del bastidor desde los puertos de los sistemas a las caras traseras de los paneles, de manera que para interconectar ese puerto con otro sistema se atacará el correspondiente puerto del repartidor en vez del puerto del equipo.

A continuación se define el tipo de panel y de conector en función del tipo de puerto.

- Interfaces Ethernet y FastEthernet

Es bien sabido que este tipo de interfaces se presentan en conectores RJ45 y se transportan con cableado Cat 5. Se utilizará por tanto, paneles con transiciones RJ45 de las siguientes características.

- Panel de 24 puertos Cat5 (RJ45), transiciones hembra-hembra
- Altura 1U
- Para instalar en 19"



Figura 7: Ejemplo de panel Cat5 de 24 puertos

Este producto se puede encontrar en:

<http://www.blackbox.es/es-es/fp/1043/35488/temp-seo-text/V3.O3/panel+cat5>

- Interfaces E1

Los E1, circuitos de 2Mbps de velocidad, no requieren el trenzado especial de los cableados Cat5, se pueden transportar por sistemas de pares de cobre estándar de 120ohms de impedancia. Muchos fabricantes de equipos de transmisión también han presentado este tipo de circuitos a través de coaxial pero a día de hoy, dicho tipo de soporte para circuitos de tan baja velocidad está en desuso, pues requiere mucho espacio.

Un sistema económico y fiable ampliamente extendido para terminar cableados de pares es la regleta de la casa Krone:



Figura 8: Ejemplo de regleta Krone

Más detalles en:

<http://www-wsp.adckrone.com/eu/en/webcontent/products/carrier/copper/termination/PDFs/101260EN.pdf>

Por una cara de la regleta se terminarán los cableados de pares que transportan los E1's (cuatro hilos de cobre, dos para la transmisión, dos para la recepción), en la otra cara de la regleta se terminarán los cables de pares que van a la MMR. Cada regleta es capaz que interconectar 10 hilos de cobre, por lo tanto se necesitarán 8 regletas para terminar 20 E1's

Existen multitud de soportes especiales para instalar dichas regletas dentro de un bastidor, se pueden consultar en:

http://www-wsp.adckrone.com/eu/en/webcontent/products/carrier/copper/termination/PDFs/ADC_2004%20Kap4_8.pdf

- Interfaces E3/DS3

Tanto los circuitos E3 (33Mbps) como los DS3 (45Mbps) se terminarán en paneles de conectores coaxiales. El conector coaxial que se propone para este proyecto es el BNC.

Se aplica la misma filosofía que para el resto de paneles, es decir, un panel o punto de demarcación con una transición hembra-hembra que mira a ambos lados del panel.

- Panel de 16 puertos coaxiales transiciones hembra-hembra BNC (valido para 8 circuitos)
- Altura 1U
- Para instalar en 19"



Figura 9: Ejemplo de panel coaxial BNC hembra-hembra 1U

Este producto se puede encontrar en:

<http://www.l-com.com/productfamily.aspx?id=154>

5.04.4. Gestores de cableado

Para la mejora estética y del bastidor una vez finalizada la instalación y contribuir a una mejor identificación de los cables de cara a posibles mantenimientos se recomienda instalar gestores de cableado cada vez que se instale un repartidor eléctrico u óptico.

Dichos gestores son muy económicos y mejorarán enormemente el acceso de los cables a los repartidores.

- Gestores de cableado
- Altura 2Us
- Para instalar en 19"

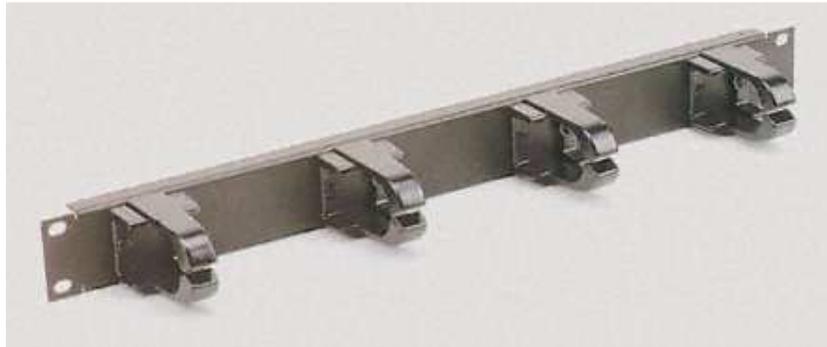


Figura 10: Ejemplo de un panel para gestión de cableado

Más detalles del producto en:

<http://www.blackbox.es/es-es/fp/1036/30173/Cable-Management-Panel/V3.O3/cable+management>

Con dichos gestores se evitarán escenas como esta:

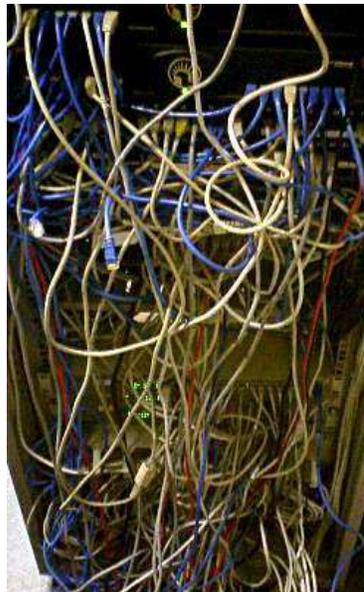


Figura 11: Ejemplo de una mala gestión de cableado en un bastidor

5.04.5. Latiguillos eléctricos y ópticos

Como ya se ha explicado, los puertos de los sistemas de transmisión se cablearán desde los interfaces de los propios sistemas hasta la parte trasera de los paneles que se han descrito en el apartado 5.4.3.

Para realizar dichos cableados, como parte del proyecto se suministrarán los cables necesarios.

Los tipos de conector de los paneles ya se han descrito, sin embargo los de los sistemas de transmisión no. Es importante que este apartado se anticipe a los capítulos donde se describirán los sistemas de transmisión para especificar el tipo de conector que se necesitará cada latiguillo en el lado de los equipos.

Sabemos por documentación del fabricante que tanto el sistema Ekinops como el sistema de ALU utilizará conectores ópticos LC/PC hembra para todos sus puertos, ya sean puertos de agregado o alta velocidad o puertos tributarios o de clientes o de baja velocidad.

Ahondando en la documentación del sistema de ALU que se implementará se descubre que tanto los puertos Ethernet y FastEthernet así como los E1's son del tipo RJ-45 hembra. En la misma documentación se observa que los puertos E3/DS3 del equipo son del tipo 1.6/5.6 hembra.

Por otro lado es importante definir la distancia de los latiguillos, teniendo en cuenta que los repartidores estarán próximos en distancia a los propios equipos de transmisión. Una longitud de 1,5m para cada latiguillo ya sea óptico o eléctrico parece más que razonable.

En definitiva, se necesitarán los siguientes latiguillos:

- Latiguillos de fibra SC/PC-LC/PC monomodo de 1,5m de longitud (para parcheos de módulos a repartidores ópticos)
- Latiguillos de fibra LC/PC-LC/PC monomodo de 1,5m de longitud (para parcheo entre módulos de un mismo sistema)
- Latiguillos Categoría 5 RJ-45 – RJ-45 de 1,5m de longitud
- Latiguillos Categoría 5 RJ-45 – (Sin conector en el otro extremo, para E1s) de 1,5 m de longitud
- Latiguillos Coaxiales BNC Macho – 1.6/5.6 Macho de 1,5 metros de longitud

Otro detalle a tener en cuenta es que en algunos casos se necesitará interconectar a nivel óptico diferentes equipos instalados dentro del mismo bastidor, ya sea por cuestiones de higiene en la instalación o por cuestiones de unificación de criterio convendría realizar esas interconexiones pasando por los repartidores, evitando así conexiones directas de equipo a equipo, el tipo de latiguillo a usar en ese caso debería ser:

- Latiguillos de fibra SC/PC-SC/PC monomodo de 0,5 metros de longitud (para parcheos entre repartidores ópticos)

5.04.6. Plataforma de corriente continua

A lo largo de este capítulo se especificarán las partes que componen el sistema de alimentación en corriente continua que será necesario instalar en aquellos emplazamientos donde los proveedores locales de infraestructura no suministran corriente continua como parte de su producto.

5.04.6.1. Sistema de rectificación: Conversor de corriente alterna a corriente continua

En las primeras líneas de cobre telefónicas, gran parte de las secciones de cable entre los nodos iban bajo tierra. Por aquel entonces ya se conocía el efecto de la electrolisis, es decir, ya se sabía que cuando dos metales se encuentran a diferentes voltajes y próximos entre sí se inicia el proceso de atracción de iones de carga opuesta, en los cables se produce una transferencia de iones, generando nuevas sustancias que deterioraban los cables a gran velocidad. Por ese motivo, se decidió llevar en uno de los cables una tensión inferior a 0 voltios (potencial 0 de la tierra), así se conseguía evitar la corrosión acelerada de los cables.

Se sabía también que el voltaje aplicado a los cables de teléfono estaba relacionado con la distancia a la que puede funcionar el teléfono. Un voltaje más alto puede llegar mayor distancia. El voltaje elevado, sin embargo,

presentaba un peligro para los clientes y técnicos. Por lo tanto 48 voltios parecía un compromiso entre la seguridad y la distancia.

Estos dos hechos son la herencia de la alimentación eléctrica de los sistemas de telecomunicación actuales, a día de hoy las plataformas de telecomunicación todavía funcionan a -48V en corriente continua (DC). Los sistemas que se instalarán como parte de este proyecto, también.

Ya se sabe que en algunos centros de negocio, los CPDs suministrarán la alimentación DC como parte del contrato de alquiler de la huella, en otros, sin embargo esto no es posible. Esta situación se da cada vez más en la industria; los sistemas de DC son caros de mantener y requieren una infraestructura adecuada para poder albergar las pesadas baterías que respaldan a los sistemas de DC. Además, bien es cierto que los sistemas de telecomunicación funcionan con DC, pero lo que más se instala a día de hoy en los CPDs son enrutadores o conmutadores, que funcionan con corriente alterna (AC).

En aquellos centros donde no se suministre DC se tendrá que instalar un sistema de conversión de corriente alterna a corriente continua (rectificador) con respaldo de continua para alimentar los equipos de transmisión. Al margen de que los CPDs que no suministran DC suministren AC con respaldo, ya sea respaldo de generadores, de SAIs o de combinación de ambos, un buen diseño de planta de DC se basa en minimizar el riesgo y asumir que los respaldos en AC tienen tiempos de conmutación (cambio de corriente de compañía eléctrica a generador) o respaldo de baterías de SAIs muy limitados en tiempo, por lo tanto no se puede plantear instalar un simple rectificador compacto dentro del bastidor sin respaldo extra, se necesita una protección añadida que vendrá dada por un conjunto de baterías.

Por tanto un conjunto compacto de rectificador más baterías dentro del bastidor alimentado por AC respaldada garantiza al máximo la alimentación de los sistemas de transmisión y por extensión la disponibilidad del servicio que JulietaCOM suministrará a sus clientes.

Para elegir el conjunto de DC adecuado para instalar en el bastidor se debe primero analizar las necesidades eléctricas que se tendrán a la finalización del proyecto, conviene además, hacer un dimensionamiento eléctrico adecuado a las posibilidades que ofrece el bastidor para crecer con más equipos, es decir, no es aconsejable instalar la planta eléctrica ajustada a las necesidades del proyecto, sino lo suficientemente grande como para alimentar todos los equipos que se puedan instalar en el bastidor. El porqué de esta regla de diseño es sencillo: cuando un repartidor óptico o eléctrico de un bastidor se llena y se necesita seguir cableando la solución es simple, se añade otro repartidor y listo. Sin embargo esta política no es tan sencilla en cuanto a asuntos eléctricos se refiere ya que las baterías y los rectificadores son sistemas pesados y ocuparán casi un tercio del bastidor y encontrar el hueco adecuado dentro de un bastidor, que ya tiene equipos en servicio, para añadir un nuevo conjunto de baterías y rectificadores es una tarea complicada y arriesgada para la continuidad del servicio.

Para dar respuesta a la pregunta “¿cuál será el dimensionamiento eléctrico adecuado para el bastidor?” de nuevo se ha de consultar la documentación de los fabricantes de los sistemas de transmisión para conocer lo que consumen sus sistemas y lo que ocupan.

Consultando la documentación de ALU y de Ekinops se observa que los sistemas que se montarán tienen un consumo máximo de 350W por chasis en ambos casos.

El chasis del sistema ALU ocupa 6Us y el chasis de sistema Ekinops ocupa entre 6 y 8 Us, dependiendo de cómo vaya equipado. Se considera el caso más desfavorable desde la perspectiva de dimensionamiento eléctrico y de espacio, es decir, que ocupe 8Us. Ambos chasis tienen una profundidad de 30cm, lo que posibilita instalar equipos tanto en la cara frontal del bastidor como en la trasera.

Se ha comentado que el conjunto eléctrico que se instalará dentro del bastidor ocupará un tercio de este, es decir: $\frac{42U}{3} = 14Us$. El conjunto eléctrico además necesitará toda la profundidad del bastidor para ser instalado (60cm) por lo tanto quedan libres 28Us en la cara frontal del bastidor más 28Us en la cara trasera, es decir 56Us disponibles.

Se debe tener en cuenta también el espacio necesario para instalar repartidores, ópticos, eléctricos y los paneles o panel de disyuntores que alimentarán los sistemas, dadas las dimensiones de estos elementos, parece aconsejable reservar un 20% del espacio disponible para ellos.

Esto deja 44 Us disponibles en el bastidor para sistemas de transmisión lo que se traduce en un máximo de 7 equipos a instalar en él, es decir, un consumo máximo posible de 2.500W. En corriente esto significa 51 Amp, sabiendo que la tensión nominal es constante y son -48 Volt.

Ya se ha definido la potencia que debe tener el rectificador; se ha de estudiar ahora el dimensionamiento de las baterías a instalar si se desea tener una autonomía de 2 horas en caso de ausencia de AC.

Se conoce el consumo máximo posible en el bastidor a plena carga: 51 Amp. La capacidad de una batería se define por la unidad Amperio/hora (Ah) por lo que es sencillo deducir que si se desea poder entregar una corriente de 51 Amperios durante al menos 2 horas el conjunto de baterías ha de tener una capacidad mínima de 102 Ah.

Ahora bien, dimensionar el kit de baterías para una carga plena es una decisión ultraconservadora ya que difícilmente se llegará a ese nivel de carga. Llegar al 80% es algo más que suficiente; unas baterías que igualen o superen esta capacidad (81,6 Ah) servirán sobradamente para respaldar al rectificador.

Es importante remarcar que el rectificador sí que debe estar sobredimensionado con respecto al sistema que debe alimentar. El motivo es simple: en caso de corte eléctrico el rectificador dejará de suministrar la corriente en DC que alimenta a los sistemas de transmisión y en ese caso las baterías comenzarán a descargarse para alimentar a los equipos. Cuando vuelva la corriente eléctrica de compañía, el rectificador además de volver a alimentar a los equipos deberá recargar las baterías. Las baterías son sistemas que no tienen prácticamente limitación de corriente a la hora de recargarse, la limitación la impondrá por tanto el sistema que las carga. En este caso el rectificador, si se desea que la recarga se produzca en un espacio breve de tiempo, ha de ser lo suficientemente potente como para dar un buen caudal de corriente a las baterías mientras alimenta a los sistemas de transmisión.

Con este estudio previo se puede ir al mercado y seleccionar un conjunto de rectificador y baterías.

La solución propuesta es esta:

Rectificador: Fabricante EATON

Módulo rectificador APR48-3G (1800W)	
Imagen	Descripción
 <p style="text-align: center;">Figura 12: APR48-3G</p>	<p>48V APR-3G Rectificador, 1800W 220/240V AC</p> <p>Más detalles en: http://powerquality.eaton.com/DC-Power/3g/APR48.asp</p> <p>Para las necesidades del proyecto se necesitaría dos de estas unidades:</p> <p>1x1800W = 1800W < 2500W </p> <p>2x1800W = 3600W > 2500W </p>

Controladora del rectificador SC200	
Imagen	Características
 <p style="text-align: center;">Figura 13: SC200</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Interfaz Ethernet -Agente SNMP -Soporta conexión a modems analógicos estandara y GSM -Mensajes de alarma SMSs (con modem GSM) <p>Más detalles en: http://powerquality.eaton.com/dc-power/3g/sc200.asp</p>

Chasis del rectificador: APS3-321	
Imagen	Características
 <p style="text-align: center;"><i>Figura 14: APS3-321</i></p>	<p>3U de altura 19" de anchura 320mm de profundidad Espacio para 3 x APR48-3G (1800W @ 48V Rectifiers)</p> <p>Más detalles en: http://powerquality.eaton.com/DC-Power/3g/Access.asp</p>

El sistema propuesto ocupa 3Us y necesitaría dos módulos APR48-3G además de la controladora SC200 instalado todo dentro del chasis APS3-321

5.04.6.2. Baterías

Fabricante Enersys - Modelo: SBS C11

Tensión nominal: 12 Volt (se necesitarán cuatro de estas unidades conectadas en serie para sumar 48V)

Capacidad: 91 Ah

Tamaño: Longitud: 39,5cm - Anchura: 10,5cm - Altura: 26,4cm

Peso: 28 Kg



Figura 15: Batería de la serie SBS de Enersys

Más información de este sistema en:

http://www.enersysreservepower.com/documents/ES-SBS-RS-002_1003.pdf

El kit de baterías será el elemento más pesado a instalar en el interior del bastidor. Por seguridad se debe instalar en la base del bastidor con una bandeja adecuada y lo suficientemente resistente como para soportar 112Kg (28Kg x 4).

Se puede encontrar un ejemplo de este tipo de bandejas en:

www.swbsc.com/19AND23INCHBROCHUREAPRIL242008.pdf

5.04.6.3. Montaje del conjunto: rectificador y baterías, en un bastidor

Una vez seleccionados todo el equipamiento que compondrá el sistema de alimentación en DC se ha de proponer una solución de montaje dentro del bastidor. Como se acaba de comentar, las baterías, por seguridad del montaje y por dotar al bastidor de cierta estabilidad, se han de instalar en la parte más baja del bastidor por su elevada masa. Acto seguido, y respetando el criterio de instalar todo el sistema de alimentación e corriente continua junto, se debe instalar el rectificador. Sin embargo, en la parte más alta del bastidor, y con el fin de facilitar el cableado eléctrico en su interior, se instalará la distribución eléctrica, es decir, el panel que soportará todos los disyuntores o fusibles que salen cableados desde el repartidor y cuya misión es alimentar individualmente a cada uno de los sistemas de transmisión.

En la figura 16 se muestra una propuesta de montaje.

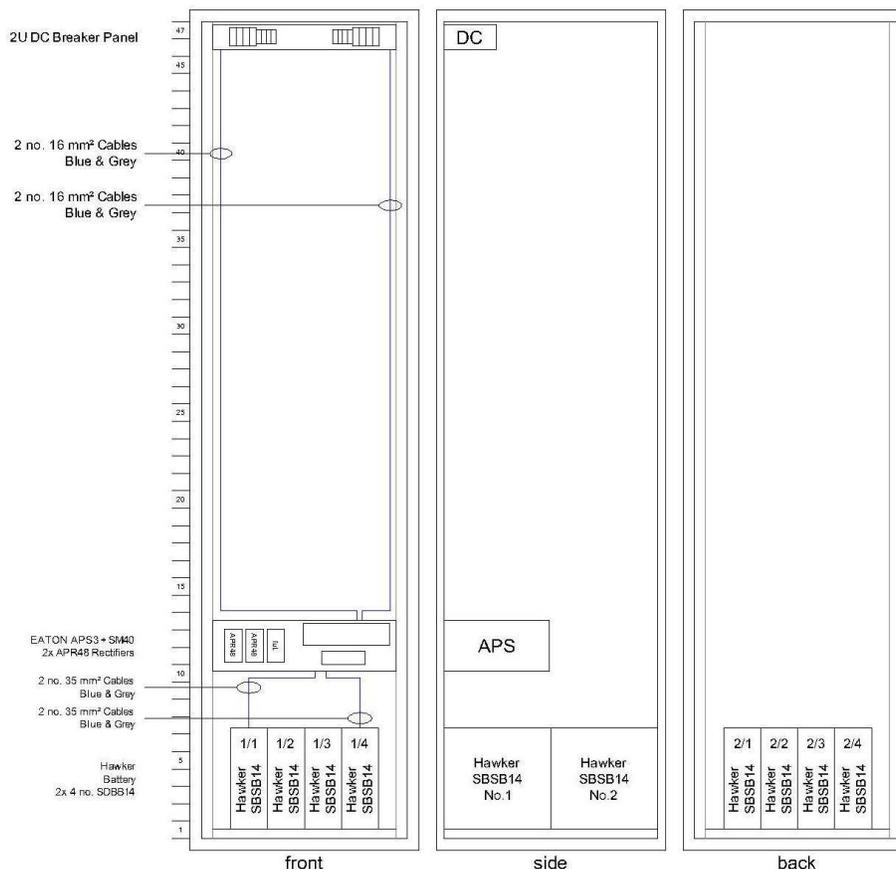


Figura 16: Propuesta de montaje del conjunto DC en bastidor

En la figura 16 se observa que el rectificador tiene dos conexiones hacia el panel de disyuntores (breaker panel). Esto es absolutamente normal, ya que por seguridad de cara a la continuidad del servicio, todos los sistemas de transmisión tienen dos entradas redundantes de alimentación DC, por lo que el sistema que se instale ha de estar dotado de dos salidas de distribución independientes. El panel de disyuntores estará dividido en dos distribuciones iguales, lado A y lado B del panel. Para aumentar la seguridad y la redundancia en la instalación, el cableado eléctrico entre ambos lados del panel y el rectificador se hace por caras diferentes del bastidor.

5.05. Capítulo 5. Elección de sistemas de transmisión

En este capítulo se especificarán los elementos de hardware que se emplearán para configurar los sistemas de transmisión.

El proyecto se centrará en dos plataformas de dos fabricantes. Cada una de estas plataformas, denominadas básicamente por el tipo chasis que albergará las tarjetas de los equipos, pueden ser configuradas de multitud de formas, según el cometido que vayan a desempeñar. En para este proyecto se utilizarán configuraciones similares en cada uno de los nodos.

5.05.1. Sistema DWDM Ekinops

Ekinops fue fundada en 2003 por expertos en la industria de las telecomunicaciones y ofrece soluciones de transporte óptico de nueva generación para proveedores de servicio y redes privadas. Sus oficinas centrales están en Lannion (Francia) y cuenta además con oficinas de venta en Europa, Estados Unidos y Singapur.

Ekinops diseña sistemas para redes CWDM/DWDM Metro, Regional y Long Haul agrega o transportar cualquier tipo de protocolo Ethernet, Fibre Channel, SONET o SDH desde 100Mb a 10G, utilizando soluciones TDM.

Se propone Ekinops como proveedor del sistema DWDM porque su tecnología reduce de manera significativa los costes de desplegar y mantener una red óptica CWDM y/o DWDM. Su sistema de agregación de longitudes de onda por bloques permite la optimización de la capacidad de la red según crece o decrece la demanda de ancho de banda.

5.05.2. Plataforma Ekinops C600

El chasis C600 de Ekinops, de 6U de altura, es capaz de albergar 20 tarjetas PM (Pluggable Modules), dependiendo del tamaño de las tarjetas PM que pueden ocupar de 1 a 3 ranuras.

Las características del chasis o plataforma C600 son las siguientes:

C600: Chasis Modular

- 19", 6U chasis, 300mm de profundidad
- Alimentación - 48V DC
- Doble entrada de alimentación
- Ventilador integrado (PM-FAN)
- Filtro de polvo integrado
- Posibilidad de intercambio de tarjetas PM en caliente

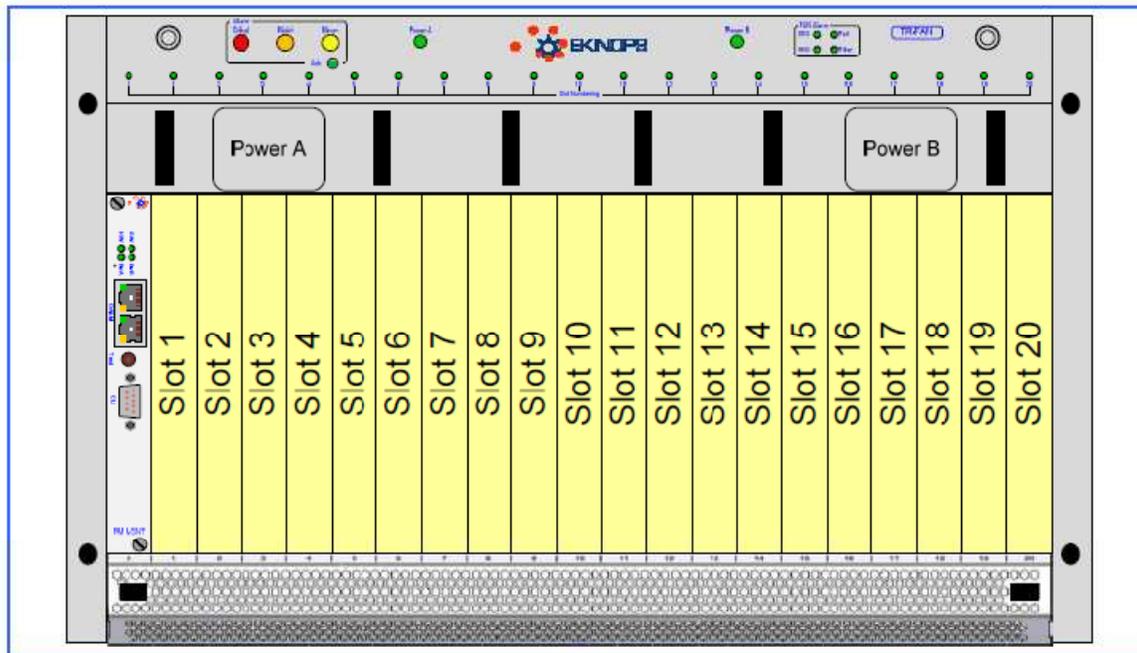


Figura 17: Plataforma Ekinops C600

La versión de software que utilizará la plataforma compatible con las tarjetas PMs que se utilizarán en este proyecto es la 5.2.

5.05.3. Colección de tarjetas PM

El portfolio de tarjetas PM que ofrece Ekinops es muy extenso, está adaptado a diferentes necesidades de sus clientes y admiten desde circuitos de video (HD-SDI, SD-SDI, DVB-ASI), redes SAN (FC, GFC), SDH/SONET (STM1, STM4, STM16, STM-64) hasta Ethernet (FE, GigE, 10GigE).

Sin embargo, de cara a este proyecto nos centraremos básicamente en dos tarjetas de agregación que se expondrán en las siguientes secciones.

5.05.3.1. PM MNGT2

La PM MNGT2 es la tarjeta controladora del chasis. Cada uno debe tener obligatoriamente una de estas tarjetas instaladas en la ranura 0 para poder funcionar. Esta tarjeta tiene 4 funciones principales:

- Alberga el agente SNMP
- Integra un gestor con interfaz web para la gestión local
- Alberga el puerto de consola que la acceso al CLI (Command Line Interface – Interfaz de Comandos en Línea)
- Presenta dos interfaces Ethernet que forman parte del conmutador interno de gestión (pueden ser utilizados para interconexión con la DCN o para interconectar más chasis C600)

PM-MGNT

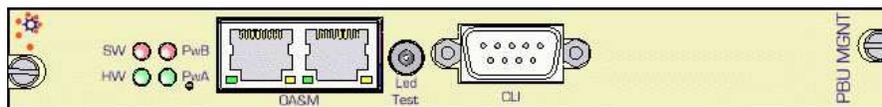


Figura 18: Controladora PM MGNT2

5.05.3.2. PM OAB-0-16-11

Este módulo está equipado con un amplificador DWDM con salida a 16,5 dBm, con una ganancia nominal de 11dB.

Es importante remarcar que este módulo presenta puertos de entrada/salida que servirán para transportar el canal de gestión de los diferentes nodos Ekinops, ya que desafortunadamente, las tarjetas de agregación que se han elegido para este proyecto no integran canal de gestión (DCC- Data Communication Channel).

Las especificaciones ópticas del amplificador son las siguientes:

Características Ópticas del Amplificador				
Parámetro	Valor			Unidad
	Min	Típico	Máx	
Longitud de onda operacional	1529		1561	nm
Rango óptico de entrada	-35		8	dBm
Potencia máxima de salida	16,5			dBm
Ganancia Óptica		11		dB
Figura de ruido		5		dB
Polarización dependiente de la ganancia			0.5	dB
Dispersión por modo de polarización			0.5	ps
OSC Inserción/extracción características				
Parámetro	Valor			Unidad
	Min	Típico	Máx	
OSC longitud de onda de Inserción/extracción		1590		nm

Tabla 3: Especificaciones ópticas del amplificador PM OAB-0-16-11

Es importante remarcar que este es el amplificador menos potente que Ekinops ofrece. Realmente las necesidades de amplificación entre los nodos, dada la corta distancia de los enlaces ópticos son muy bajas, por eso se ha elegido este amplificador (sólo 11dB de ganancia), sin embargo, es importante remarcar que por un lado habrá pérdidas importantes inserción tanto en el multiplexor de longitudes de onda como en el módulo ROADM (reconfigurable óptico add-drop multiplexer) y por otro el amplificador es indispensable para transportar la señal de gestión de los nodos a la sede principal de JulietaCom.

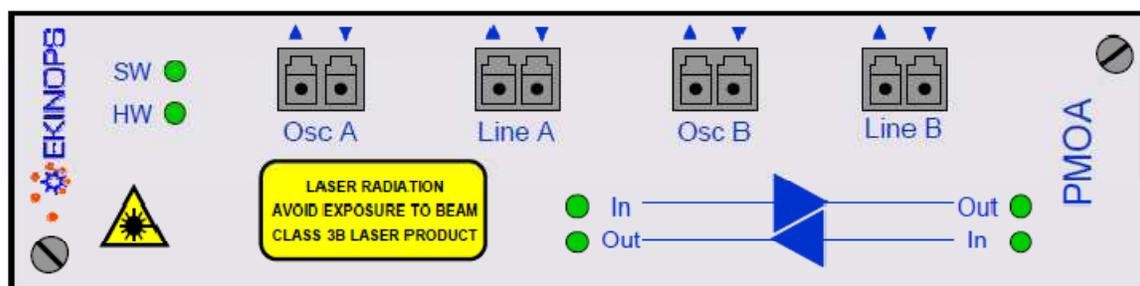


Figura 19: Modelo de familia PM OA con inserción/extracción de OSC

5.05.3.3. PM OSC

OSC: Optical Supervisory Chanel (Canal Óptico de Supervisión)

Como ya se ha explicado, en este proyecto no se utilizará ninguna tarjeta PM que transporte DCC, por tanto el canal de gestión hay que transportarlo fuera de las señales de cliente (out of band), para ello se utilizará la tarjeta PM OSC.

En esencia, la tarjeta PM OSC, se encarga de sacar al exterior puertos ópticos que estarán directamente interconectados con el conmutador interno de gestión del chasis. Dichos puertos ópticos, que en realidad son convertidores de medio electroópticos (de Ethernet a óptico), sirven para transportar el canal de gestión a otros nodos remotos.

La tarjeta PM OSC se entrega con las ranuras OSC vacías. En dichas ranuras se deberá instalar el SFP (Small form-factor pluggable transceiver) adecuado a la aplicación.

Hemos visto que el parámetro OSC longitud de onda de Inserción/extracción de amplificador que utilizaremos es 1590nm, por lo tanto en la PM OSC se deberá insertar SFPs que trabajen en la longitud de onda 1590nm



Figura 20: PM OSC

Protocolo	Distancia	Espacio en la rejilla DWDM	Características de Transmisión						Características de Recepción				
			Potencia (dBm)		ER min (dB)	Max Disp (ps/nm)	Max Disp pérdidas (ps/nm)	Longitud de onda (nm)		Potencia (dBm)		Longitud de onda (nm)	
			Min	Max				Min	Max	Min	Max	Min	Max
Fast Ethernet	120 Km	100G Hz	0	5	10	-	-	1464	1617	-42	-7	1270	1620

Tabla 4: Especificaciones ópticas del SFP a insertar en la PM OSC (Osc 1 & 2)



Figura 21: Ejemplo de SFP

5.05.3.4. PM APC

La tarjeta PM APC es un elemento que funciona activamente en ambas direcciones, del equipo hacia la red y de la red hacia el equipo. Es básicamente un compresor y su misión es asegurarse de que todas las longitudes de onda son transmitidas a la misma potencia hacia la red, análogamente se asegura que todas las longitudes de onda que lleguen limpias al demultiplexor, es decir, realiza un filtrado de ruido para que al extraer la señal en banda base de la longitud de onda portadora de la señal de cliente haya menos probabilidad de error.



Figura 22: PM APC

5.05.3.5. PM ETH

La creación de un canal de comunicaciones para gestión (DCC – Data Communications Channel) a través de la tarjeta PM OSC implica una extensión de la red de gestión (DCN – Data Communications Network) a través de un canal dedicado Ethernet óptico-eléctrico creado dentro del anillo. Sin embargo, los sistemas Ekinops son sistemas de transporte, trabajan en la capa 1 de la pila OSI, no son capaces de trabajar con protocolos de capa 2 tipo Spanning Tree, por lo tanto una topología en anillo sin los pertinentes sistemas de protección podría crear un bucle Ethernet que podría tirar abajo la red DCN.

Para prevenir esta posibilidad, y sólo en topologías de anillo, se instala la tarjeta PM ETH, que es capaz de detectar un bucle Ethernet en el canal de gestión. Así en caso de detectar un bucle, la tarjeta abriría el canal de gestión que se cierra en topología de anillo, evitando el peligro de colapsar el conmutador o enrutador de la DCN al que esté conectado.

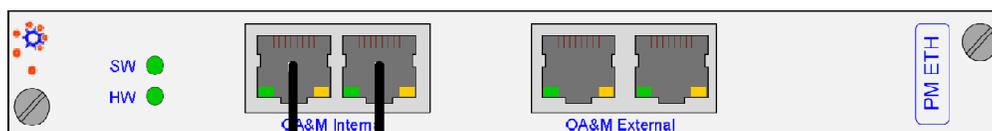


Figura 23: PM ETH

5.05.3.6. PM ROADM F40-H

En primer lugar se definirá la tecnología ROADM.

Un multiplexor ROADM (Reconfigurable Optical Add-Drop Multiplexer) es una variante de multiplexor óptico que es capaz de conmutar tráfico de un sistema WDM remotamente a nivel de longitud de onda, sin necesidad de bajar la señal óptica a nivel eléctrico. Esto se consigue gracias al uso de conmutadores selectivos de longitud de onda.

Las principales ventajas de un sistema ROADM son:

- La planificación completa para la asignación de ancho de banda no es necesaria hacerla durante el despliegue inicial de la red. La configuración se puede según se necesite sin necesidad de afectar al tráfico que pase por el ROADM
- Un sistema ROADM permite configuración y reconfiguración remota
- En sistemas ROADM, como no está claro de antemano donde puede acabar enrutada una señal, se necesita necesariamente realizar un ajuste de potencia óptica, la ventaja es que el sistema ROADM realiza ese ajuste automáticamente

La funcionalidad ROADM apareció originalmente en equipos de DWDM de larga distancia. En 2005 comenzó también a desplegarse en redes DWDM metropolitanas por la necesidad de crear redes metro mayores que fueran capaces de absorber la demanda creciente de sistemas IP.

La conmutación o funciones de reconfiguración de un sistema ROADM se consiguen utilizando diferentes tecnologías como sistemas microelectromecánicos, cristal líquido, sistemas termo-ópticos, conmutadores de orientación de haz en circuitos de guía de onda planos y sistemas sintonizables de filtrado óptico.

Particularizando en el diseño de este proyecto, la gran ventaja de utilizar ROADMs en el anillo diseñado es el ahorro. Bien es cierto que la inversión inicial de los módulos ROADMs es importante, y visto así no tiene mucho sentido hablar de ahorro, sin embargo, el diseño de la red se ha basado en las previsiones del cliente, JulietaCOM, que espera seguir ampliando el número de servicios que entregará en los diferentes centros de negocio.

En el caso en el que no se hubieran instalado los módulos ROADM:

Por ejemplo, para un circuito de 10G entre JulietaCOM y el centro de negocios B sería necesario entonces extraer en el nodo intermedio del centro de negocios A la señal de 10G y hacerla pasar un lado al otro del nodo para volverla a insertar en WDM, es decir, en cada nodo intermedio habría que bajar la señal modulada a una longitud de onda definida a banda base. Por establecer un paralelismo, sería como hacer atravesar a un vehículo que quiere ir de Sevilla a Barcelona por el centro de Madrid, en vez de encaminarlo por una de las autovías de circunvalación M-40 o M-45.

Quizá para los circuitos que el cliente ha pedido implementar como parte del proyecto no sea rentable la inversión en ROADMs, sin embargo, se insiste en que el cliente espera rellenar en corto espacio de tiempo las 40 longitudes de onda que es capaz de transportar el anillo.

El módulo ROADM de Ekinops PM ROADM F40-H trabaja con una separación de 100GHz por longitud de onda y es capaz de manejar 40 longitudes de onda. Sus características ópticas son las siguientes:

General	Value			Unit
	Min	Typ	Max	
Longitud de onda operativa	1529.16		1563.86	nm
Rejilla		100		GHz
Pérdidas de inserción (De línea a puerto Express)		6,5	7	dB
Pérdidas de inserción (De puerto Express a línea)		4,5	4	dB
PMD	-0,2		0,2	ps

Tabla 5: Especificaciones ópticas de PM ROADM F40-H

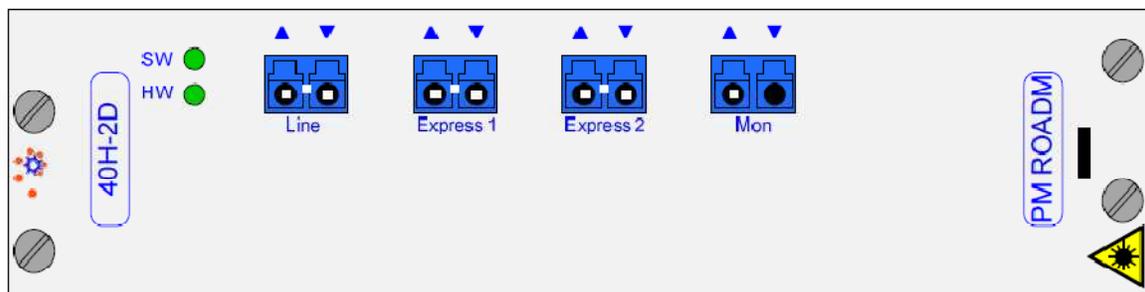


Figura 24: PM ROADM F40-H

5.05.3.7. RM OM40-O

Los multiplexores (y demultiplexores) son los elementos clave dentro de los modernos sistemas de transmisión WDM. Su misión es separar-juntar los diferentes canales a partir de su longitud de onda con las mínimas pérdidas.

El multiplexor óptico es un elemento pasivo, es decir, no precisa ninguna alimentación ni ninguna monitorización software. Está integrado por filtros ópticos muy precisos ajustados a las diferentes longitudes de onda.

Módulo Ekinops RM 40-0 es una unidad que va montada fuera del chasis C600. Se trata de un módulo de una U de altura que es capaz de agregar o desagregar 40 longitudes de onda dentro del rango 1530 nm a 1561 nm dentro de una sola línea óptica.

Sus especificaciones ópticas son las siguientes:

Parámetro	Unidad	Especificación	
		Mux	Demux
Longitudes de onda DWDM	nm	de 1530,334 a 1561,419 (con una separación de 0,782nm cada una de ellas)	
Número de canales DWDM		40	
Rejilla DWDM	GHZ	100	
Espaciado DWDM	GHZ	100	
Pérdidas de inserción DWDM	dB	<5	<5

Tabla 6: Especificaciones ópticas de RM OM40-O



Figura 25: RM OM40-O

5.05.3.8. PM 1001LH-XT

La tarjeta PM 1001LH-XT es una tarjeta de cliente, es decir, uno de sus puertos estará destinada a prestar un servicio al cliente. El tipo de servicio que presta es una señal de 10G, puede ser un 10GigE o un STM-64, dependerá del tipo de XFP¹² que se instale.

En la configuración que se prestará como parte de este proyecto, el tipo de interfaz de cliente 10G que se utilizará siempre será: 10GigE, corto alcance, trabajando en segunda ventana de transmisión óptica: 1310nm

Por otro lado la tarjeta tendrá un interfaz óptico que irá enfrentado a la red, es decir, al lado DWDM. Por tanto dicho interfaz emitirá la señal de cliente 10G hacia la red modulada a una longitud de onda determinada para que sea agregada por el multiplexor con otras señales moduladas a diferentes longitudes de onda y transportadas en un solo par de fibra óptica.

En resumen, la tarjeta PM 1001LH-TX convierte una señal 10G de cliente a una señal 10G modulada a una determinada longitud de onda para ser transportada en una sección DWDM.

La tarjeta ofrece la posibilidad de instalar los interfaces ópticos que se deseen, a medida de las necesidades de la configuración.

Ya se han definido las especificaciones del interfaz del cliente, sin embargo no se han definido las necesidades del interfaz de red. Elección mucho más compleja.

Se estudiará a continuación las posibilidades de interfaces de red que ofrece Ekinops y las necesidades de la configuración de este proyecto.

En primer lugar se ha de tener en cuenta la potencia óptica del interfaz que se necesita; se conocen ya las pérdidas que tendrán las fibras ópticas alquiladas, se conoce también las pérdidas de inserción que introducen los módulos PM ROADM y RM OM40-0. Por último conocemos la ganancia que introducirá en amplificador

¹² XFP es como un SFP pero para señales 10G

óptico PM OAB-0-16-11, con todos estos datos se creará lo que se conoce como “optical budget”, la traducción literal al español sería presupuesto óptico.

Se planteará el peor caso posible, es decir, en el que más pérdidas se tendrán, así cualquier otro caso más favorable siempre estará cubierto por el interfaz de red 10G que finalmente se elija:

Elemento	Característica (peor caso)	dB
Perdidas del enlace	Peor enlace de nodo A a nodo B	-4,1
Perdidas insercion PM ROADM	De la línea al puerto	-7
	Del puerto a la línea	-4
Perdidas insercion RM OM40	Multiplexor	-5
	Demultiplexor	-5
Ganancia PM OAB-0-16-11		11
Pérdida neta		-14,1

Tabla 6: Presupuesto óptico para elección de interfaz 10G de línea

La tabla muestra una pérdida neta de 14,1dB, por tanto el interfaz de 10G de línea que se elija debe tener una diferencia entre la potencia mínima transmitida y la potencia mínima capaz de detectar en recepción superior a 14,1dB.

El siguiente parámetro a seleccionar es la longitud de onda a utilizar. Cada XFP de línea trabaja a una longitud de onda determinada. Si bien, a día de hoy existe la posibilidad de seleccionar un XFP cuya longitud de onda de trabajo es configurable vía software. Esta última opción, a priori, parece más cara, ya que un XFP dedicado es más caro que un XFP sintonizable, pero nada más lejos de la realidad: se ha de imaginar el caso en el que el técnico de turno ha de cambiar una interfaz que se ha estropeado, el stock de mantenimiento debería tener al menos un reemplazo de cada pieza de hardware y eso significa que por cada XFP dedicado en uso se debería haber comprado otro XFP dedicado a la misma longitud de onda para poder realizar un mantenimiento de calidad. Esto incrementaría considerablemente los costes de implementación, sin embargo el uso de XFPs sintonizables evita esta situación, ya que un XFP sintonizable se puede utilizar como reemplazo de cualquier XFP, por tanto con una sola unidad de este tipo en el inventario de mantenimiento se podría garantizar una calidad razonable del servicio.

Además el uso de XFPs sintonizables simplifica en gran medida la planificación de la red a la hora de asignar longitudes de onda.

Una vez establecidos los parámetros de selección se elige el XFP más adecuado:

Modelo Ekinops	Protocolo	Código	Tx				Rx			
			Potencia (dB)		Longitud de onda (nm)		Potencia (dB)		Longitud de onda (nm)	
			Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
313	10Gb/s (9,95Gb/s a 10,709 Gb/s)	Sintonizable	3	5	1528,77	1565,59	-18	0	1525	1570

Tabla 7: Especificaciones ópticas del interfaz 10G de línea (XFP)

Se observa en la tabla de especificaciones 7 que el modelo seleccionado cumple todas las características, trabajará en tercera ventana (como ya se adelantó en el apartado 5.02.4.), es sintonizable y tiene una ganancia de 15dB.

Las especificaciones ópticas del XFP del lado de cliente son intrascendentes. Se asume que la conexión óptica del lado de cliente se hará en segunda ventana y dentro del dominio de los centros de negocio o la sede principal del JulietaCOM.

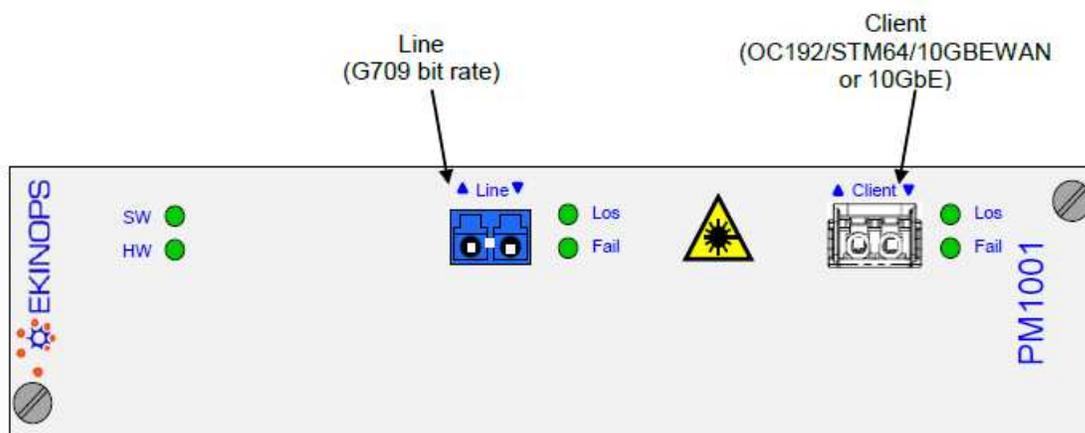


Figura 26: PM 1001 LH-XT

5.05.3.9. PM C1008DC-TT

La tarjeta PM C1008DC-TT es la segunda y última tarjeta de cliente de Ekinops que se utilizará en este proyecto. La letra "C" incrustada en el nombre de esta tarjeta viene de camaleón, se ha adoptado dicho nombre porque la tarjeta es capaz de agregar diferentes tipos de clientes a diferentes velocidades sobre una línea 10G.

En el lado de cliente de esta tarjeta se encuentran 8 puertos, dichos puertos admiten diferentes tipos de SFPs, en función del tipo de señal de cliente que se quiera agregar se instalará un SFP u otro.

De cara a este proyecto se instalarán dos tipos de SFP cliente en la tarjeta PM C1008DC-TT, del tipo GigE y del tipo STM-16.

Una de las ventajas más importantes de la tarjeta es que dispone de dos puertos en el lado de red, uno es el puerto activo y el otro es el pasivo que actúa como protección del activo. Esta funcionalidad será muy útil de

para dotar a los anillos SDH de protección (haciendo uso de la topología en anillo que tantas veces se ha mencionado).

La tarjeta también es versátil y flexible a la hora de agregar clientes, por ejemplo se pueden dar las siguientes combinaciones:

- 8x GigE sobre una sola línea de red de 10G:

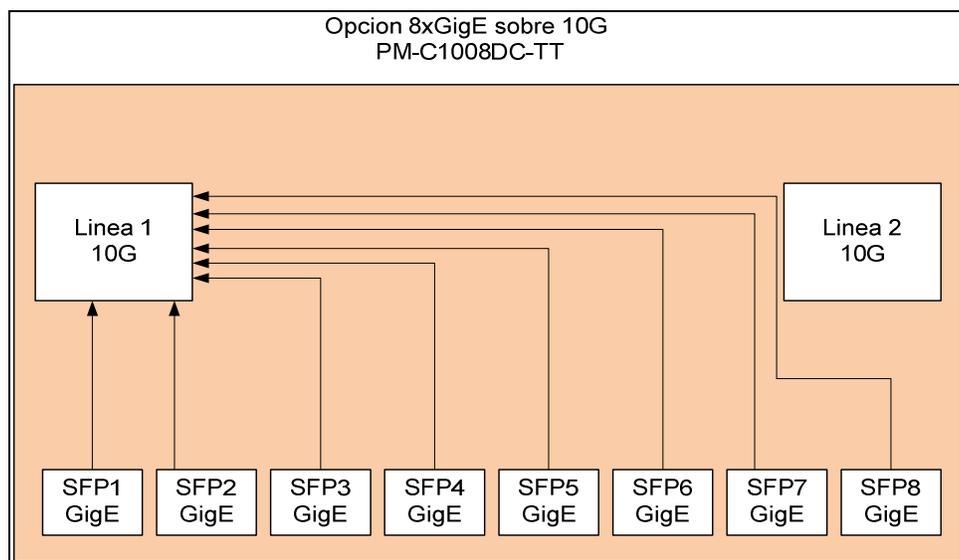


Figura 27: Ejemplo configuración PM-C1008DC-TT: 8xGigE sobre 10G

- 4x GigE sobre línea 1, 4x STM-16 sobre línea 2:

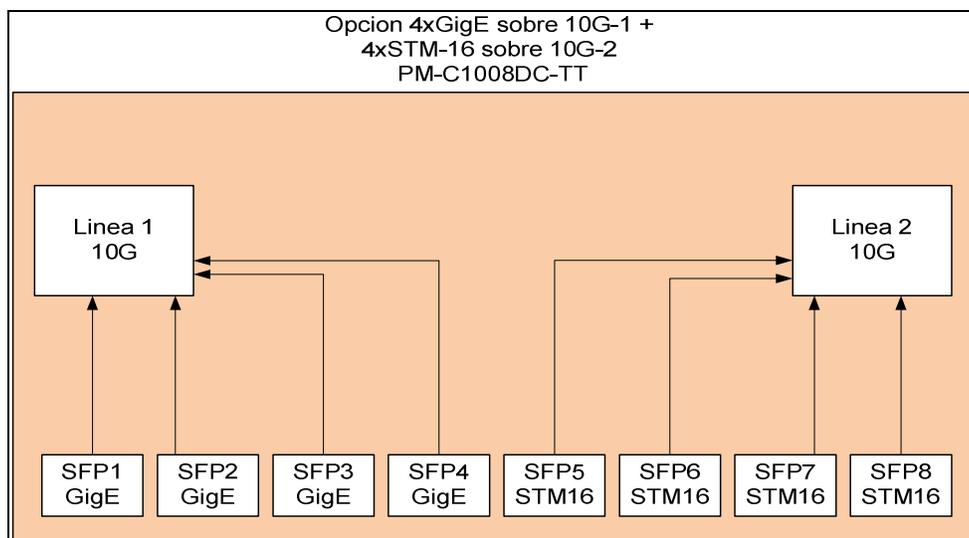


Figura 28: Ejemplo configuración PM-C1008DC-TT: 4xGigE sobre 10G-1 + 4xSTM16 sobre 10G-2

- 5x GigE sobre línea 1, GigE + 2x STM-16 sobre línea 2:

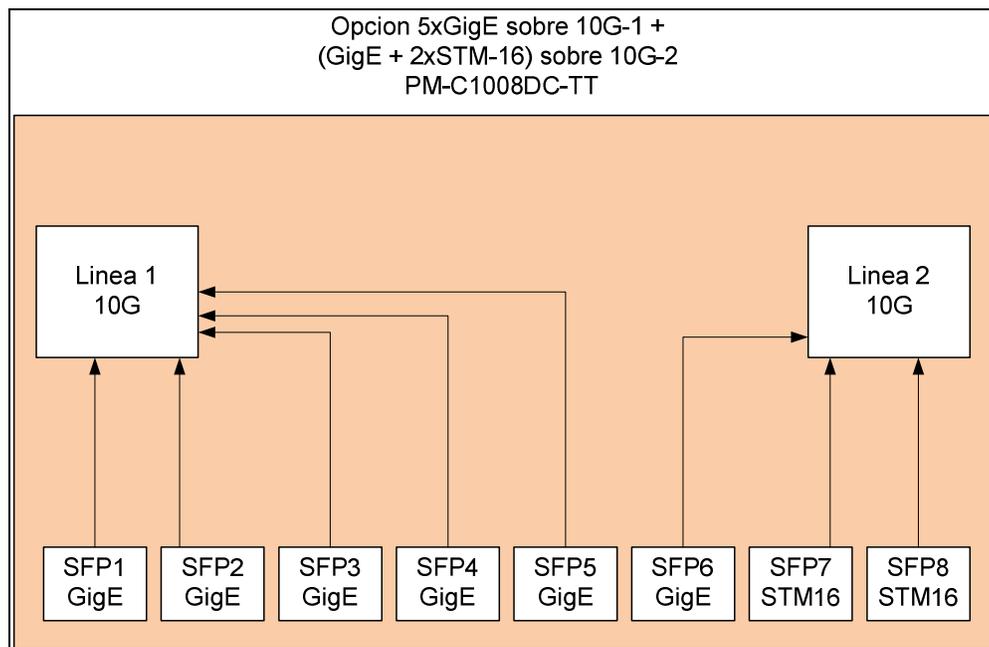


Figura 29: Ejemplo configuración PM-C1008DC-TT: 5xGigE sobre 10G-1 + (GigE + 2xSTM16) sobre 10G-2

Estos pocos ejemplos ilustran las múltiples combinaciones de agregación de circuitos que se pueden dar. Los límites están en la capacidad, ya sea de agregación....

- En una línea 10G el número máximo de STM-16 (2.5G) que se pueden agregar son 4.
- En una línea 10G el número máximo de GigE (1,125G) que se pueden agregar son 8.

...o de puertos para SFP de clientes:

Se podría dar el caso de agregar 4x GigE en la línea 1 más 4x GigE en la línea 2, ambas líneas seguirían admitiendo 4x GigE más cada una, sin embargo no quedaría puertos libres para instalar más SFPs de clientes.

Las especificaciones de los SFPs de cliente, tanto los GigE como los STM-16 que se utilizarán de cara a este proyecto, serán, al igual que el XFP de cliente de la tarjeta PM-1001LH-TX, intrascendentes. Se asume que la conexión óptica del lado de cliente se hará en segunda ventana y dentro del dominio de los centros de negocio o la sede principal del JulietaCOM.

Las especificaciones de los XFP a instalar en los lados de línea serán idénticos a los ya especificados en el apartado 5.05.3.9.

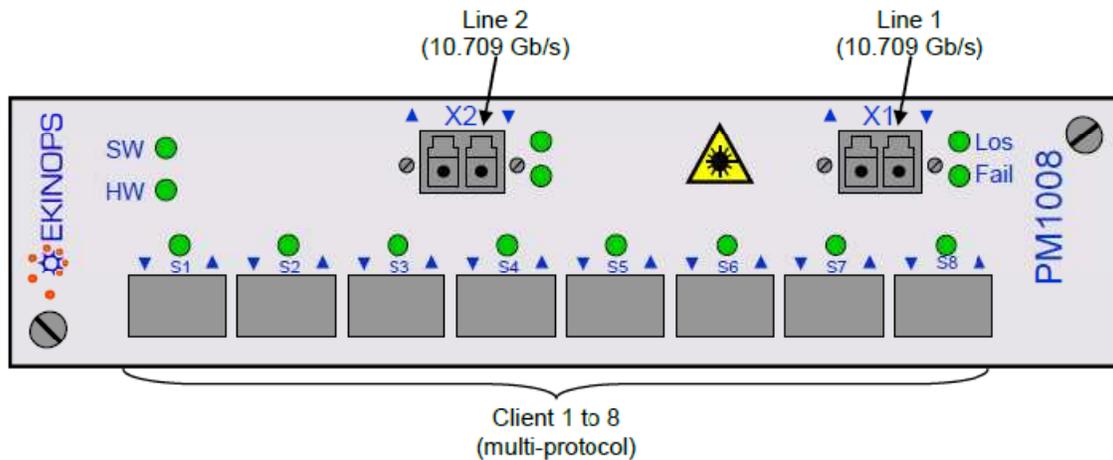


Figura 30: PMC1008DC-TT

5.05.4. Sistema SDH Alcatel-Lucent

Alcatel-Lucent es una empresa multinacional resultado de la fusión de la empresa francesa Alcatel y la estadounidense Lucent Technologies. La empresa provee hardware, software y servicios para proveedores de servicios de telecomunicaciones y empresas. Alcatel-Lucent vende equipamiento para redes de telefonía fija y móvil, redes de datos y de distribución de vídeo y televisión.

Se ha elegido a Alcatel-Lucent como proveedor del sistema SDH por su probada experiencia desarrollando sistemas SDH, porque el producto ofrecido es compacto y versátil y porque ofrece la posibilidad de entregar servicios Ethernet sobre SDH, lo que da un valor añadido a los enlaces Ethernet, ya que SDH es un sistema de transmisión robusto y seguro.

5.05.5. Plataforma Alcatel-Lucent 1655 Access Multiplexer Universal (AMU)

El chasis AMU de ALU, de 6U de altura, es capaz de albergar 6 tarjetas, dos de agregados y cuatro de tributarios. Las características del chasis o plataforma AMU son las siguientes:

AMU: Chasis Modular

- 19", 6U chasis, 300mm de profundidad
- Posibilidad de intercambio de tarjetas en caliente

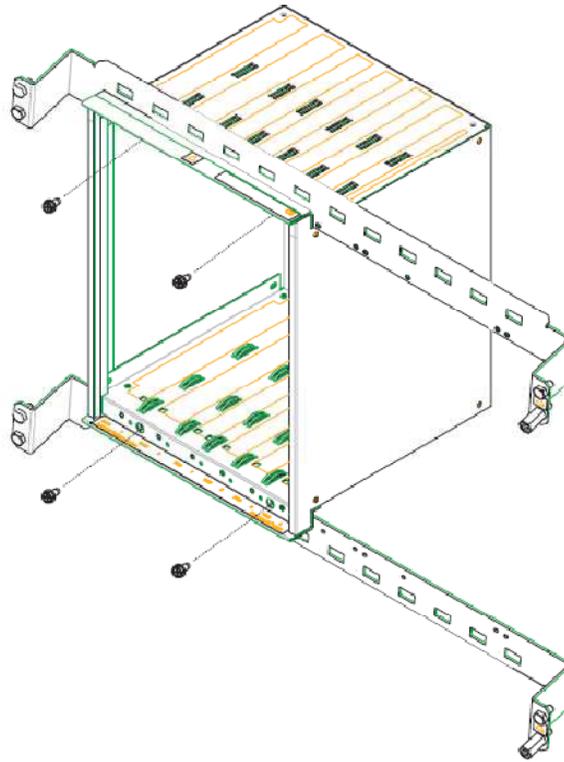


Figura 31: Plataforma AMU

La versión de software que utilizará la plataforma compatible con las tarjetas de agregado y de tributario que se utilizarán en este proyecto es la 5.0.1.

Es importante remarcar que el AMU, por ser un sistema SDH es síncrono, es decir, necesita una fuente de reloj externa para alinear correctamente las señales que transmite y recibe desde equipos remotos. El reloj de todos los AMUs a instalar bajo este proyecto se tomará desde la misma línea de agregado, siendo la fuente de reloj primaria el agregado activo y la fuente de reloj secundaria el agregado que funciona como protección del activo

5.05.6. Colección de tarjetas para plataforma AMU

El portfolio de tarjetas para AMU que ofrece ALU es muy extenso, está adaptado a diferentes necesidades de sus clientes, admiten desde circuitos de baja capacidad PDH (E1s) hasta Ethernet (E, FE y GigE) pasando por E3s, STM-1s, STM-4, etc

De cara a este proyecto nos centraremos básicamente en cuatro tarjetas de agregación que se expondrán en las siguientes secciones.

Las especificaciones de todos los SFPs del AMU, tanto de agregados como de que se utilizarán de cara a este proyecto, serán, al igual que las conexiones ópticas de cliente del sistema Ekinops, intrascendentes, se asume que todas las conexiones ópticas del AMU serán locales, por tanto se harán en segunda ventana y dentro del dominio de los centros de negocio o la sede principal del JulietaCOM.

Ha de tenerse en cuenta que los puertos de agregado del AMU (STM-16) irán conectados en modo local, de hecho serán conexiones que no saldrán del rack, al equipo Ekinops. Por otro lado, está claro que los puertos de

cliente están destinados a dar servicio a los clientes dentro de un edificio concreto, por eso no se necesitan SFPs con alcances especiales.

5.05.6.1. ASC110 – Tarjeta principal

Esta tarjeta sólo se puede instalar en cualquiera de las dos primeras ranuras del chasis. Como su nombre indica es la tarjeta principal para que el sistema funcione, alberga el hardware de control del nodo, el sistema operativo, la matriz de cross-conexión, la alimentación del nodo, los puertos de agregado STM-16 y dos puertos de cliente que pueden ser STM-1 o STM-4, dependiendo del SFP que se instale.

En topologías de anillo lo normal sería instalar dos tarjetas de este tipo, para hacer uso de la protección que dota este tipo de topologías que no es otra que la de llegar a un mismo sitio por dos caminos redundantes entre sí.

Cada una de las tarjetas miraría a cada uno de los lados del anillo, además, instalar dos tarjetas principales dota al elemento de red de redundancia total a nivel de gestión ya que todo el sistema de control del nodo estaría duplicado.

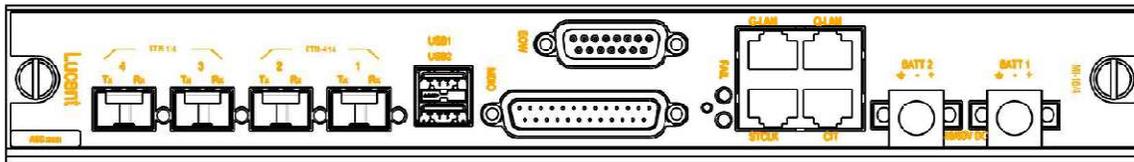


Figura 32: Tarjeta principal del sistema AMU

Se observa que la tarjeta tiene cuatro puertos para SFPs, los dos primeros admiten SFPs del tipo STM-1 o STM-4 y son puertos de cliente.

Los dos puertos de SFPs siguientes admiten SFPs del tipo STM-4 o STM-16, estos puertos son los dedicados a agregados.

En la configuración de este proyecto, como se instalarán dos tarjetas del tipo ASC110 en cada AMU, se instalará un SFP del tipo STM-16 en los puertos “3” de cada una de estas tarjetas.

Los siguientes puertos eléctricos: USB, DB25, DB9, RJ45 y dos conectores eléctricos son para conexiones de locales a los sistemas de gestión, recepción de alarmas externas y alimentación del nodo.

La máxima capacidad de la tarjeta a nivel de transporte es $16 \times VC4^{13}$, es decir, la tarjeta será capaz de recibir hasta $16 \times VC4s$ de las distintas tarjetas tributarias (que se estudiarán a continuación) y concentrarlos en un solo puerto STM-16 para ser enviados hacia la red.

5.05.6.2. ASC109 – Tarjeta 2xSTM-4 /8xSTM-1

Esta es una tarjeta de agregados ópticos, presenta 8 puertos para SFPs de cliente en su panel frontal, su capacidad máxima es de $8 \times VC4$, y el uso de los puertos del panel frontal se puede dedicar para STM-4s o STM-1s.

Si se desea suministrar STM-4's ($4 \times VC4$) como máximo se podrán entregar dos a través de esta tarjeta, y obligatoriamente los SFPs se han de instalar en los puertos 1 o 5 o ambos si se quiere entregar $2 \times STM4$

¹³ VC4 – Virtual Container 4 (Contenedor Virtual 4). Unidad de medida SDH de 150.336 Mbits/s de capacidad

Cualquiera de los 8 puertos se puede dedicar para instalar SFP para STM-1.

Las configuraciones a capacidad máxima posibles para entregar STM-4 o STM-1 a través de esta tarjeta son las siguientes:

- 4x STM-1 + 4x STM-1
- 4x STM-1 + 1x STM-4
- 1x STM-4 + 1x STM-4

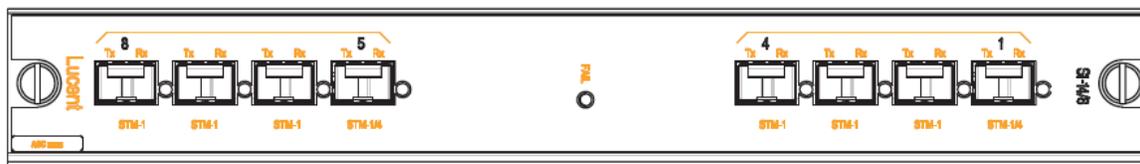


Figura 33: ASC109 – Tarjeta 2xSTM-4 /8xSTM-1

5.05.6.3. ASC105 - 2x10/100Base-T - 2x10/100/1000Base-T - 2x1000Base-X (SFP) - 4xE1

Esta es la tarjeta que se utilizará para entregar circuitos del tipo FastEthernet en los centros de negocio, sin embargo, tiene muchas más posibilidades.

En su panel frontal esta tarjeta presenta:

- Dos puertos (7 y 10) para instalar GigE SFP – 1000Base-X
- Dos puertos (8-9) RJ-45 de triple velocidad Ethernet (10/100/1000Base-T)
- Dos puertos (5-6)RJ-45 de doble velocidad Ethernet (10/100Base-T)
- Dos puertos RJ-45 que presentan cuatro interfaces E1 (puertos del 1 al 4)

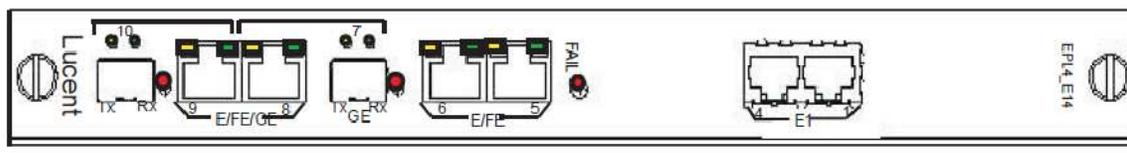


Figura 34: ASC105 – 2x10/100Base-T - 2x10/100/1000Base-T - 2x1000Base-X (SFP) - 4xE1

La capacidad total de la tarjeta es de 8x VC4, en la configuración que se presenta en el proyecto se utilizarán sólo los puertos eléctricos, 5, 6, 8 y 9 en velocidad FE (100Base-T). Es decir, de la capacidad total de la tarjeta (8x VC4=1200Mbits/s) sólo se utilizarán 400Mbits/s, los 800Mbits restantes se podrían dedicar uno de los circuitos GigE ópticos pero no a máxima capacidad.

Se supone que el cliente pide que los circuitos puedan trabajar a plena carga y que no tengan ningún tipo de capado, por eso la posibilidad de construir GigE al 80% de carga no es una opción viable.

5.05.6.4. ASC111 - 3XE3 o DS3 - 4XE1 (75/120OHM)

La tarjeta ASC111 presenta tres interfaces en conector coaxial DIN 1.6/5.6, cada uno de los interfaces puede servir un circuito E3 (33Mbps) o DS3 (45Mbps), la velocidad de dichos puertos se configura vía software.

Adicionalmente la tarjeta puede proporcionar 4xE1, del mismo modo en el que son presentados en la ASC105



Figura 35: ASC111 - 3XE3 o DS3 - 4XE1 (75/120OHM)

Esta tarjeta tiene un solo VC4 de capacidad pero es suficiente para operar con todos sus puertos a plena carga.

5.05.6.5. ASC102 – 63 x E1(120OHM)

La tarjeta ASC102 proporciona 63 circuitos del tipo E1 (2Mbit/s). Los 63 circuitos vienen terminados en 32 puertos RJ-45, es decir, cada puerto RJ-45 presentará dos E1s completos a 120Ohm.

Cada puerto RJ-45 tiene 8 pines, cada E1 utilizará 4 pines, dos para transmisión y otros dos para recepción.

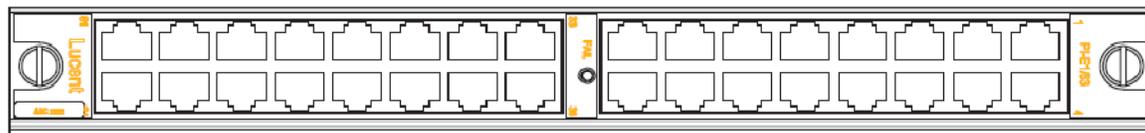


Figura 36: ASC102 – 63 x E1(120OHM)

Esta tarjeta tiene un solo VC4 de capacidad pero es suficiente para operar con todos sus puertos a plena carga.

5.06. Capítulo 6. Red Lógica

Hasta este momento se conoce cuál va a ser la ruta física de la red (figura 2), se conoce el tipo de topología que se desea, en anillo, se conoce también todo el tipo de hardware necesario que se instalará para componer en la red, sin embargo, todavía se desconocen piezas claves para entender cómo funcionará la red y qué interacciones habrá ente los diferentes elementos de red.

A lo largo de este capítulo, eminentemente gráfico, se mostrarán los diferentes diagramas lógicos indispensables para hacer didáctica y percibir qué se está construyendo.

5.06.1. Topología de Red

La figura 36 es un diagrama sencillo lógico que muestra la topología de la red y la distancia entre los nodos, es el punto de partida para desgranar cómo se irán montando los sistemas de red.

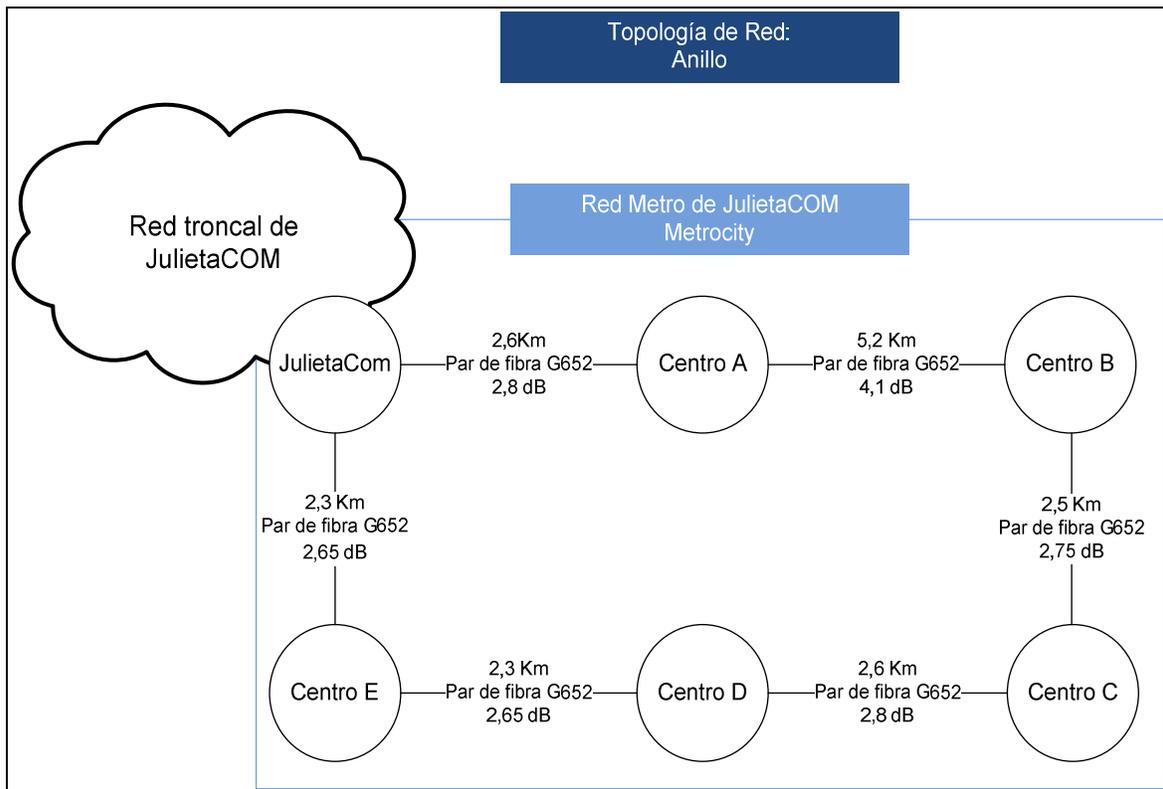


Figura 37: Topología de la Red

5.06.2. Matriz de tráfico DWDM

En el pliego de condiciones (5.01.1.7.) ya se explicó cuáles eran las necesidades del cliente en lo relativo a capacidad. La figura 38 muestra el nivel de capacidad que se instalará desde el primer momento para dar cobertura a dichas necesidades. Se puede observar que la red a implementar sobrepasa las necesidades del cliente, no obstante, se la solución se ha diseñado con el hardware mínimo necesario para dar cobertura a las especificaciones.

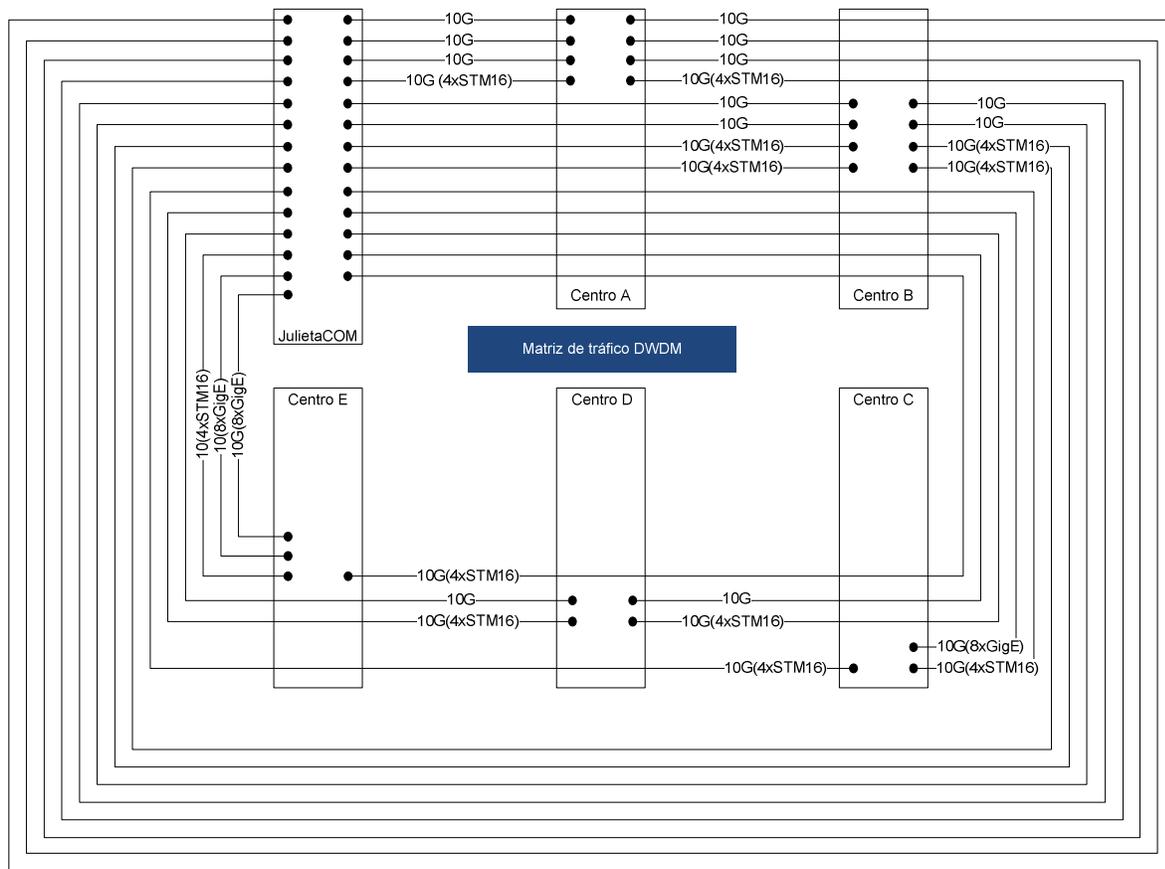


Figura 38: Matriz de tráfico DWDM

5.06.3. Estructura del sistema DWDM

A lo largo de la sección 5.05.3. se han expuesto los módulos del sistema Ekinops que compondrá la red DWDM, sin embargo no se ha explicado cuál será la interacción entre los diferentes módulos para implementar la red. La figura 39 pretende explicar gráficamente cómo se estructura todo el sistema DWDM de Ekinops, Se intenta exponer también la función de cada módulo del siguiente modo, los módulos de cliente se encuentran situados en la parte inferior de cada emplazamiento, la parte superior de cada caja (cada caja simboliza un emplazamiento) presenta el lado de alta velocidad de la red (multiplexación, amplificación, inserción de señal de gestión, etc).

También se representa la interconexión de los nodos SDH, es decir los chasis AMU de ALU, con la red DWDM de Ekinops.

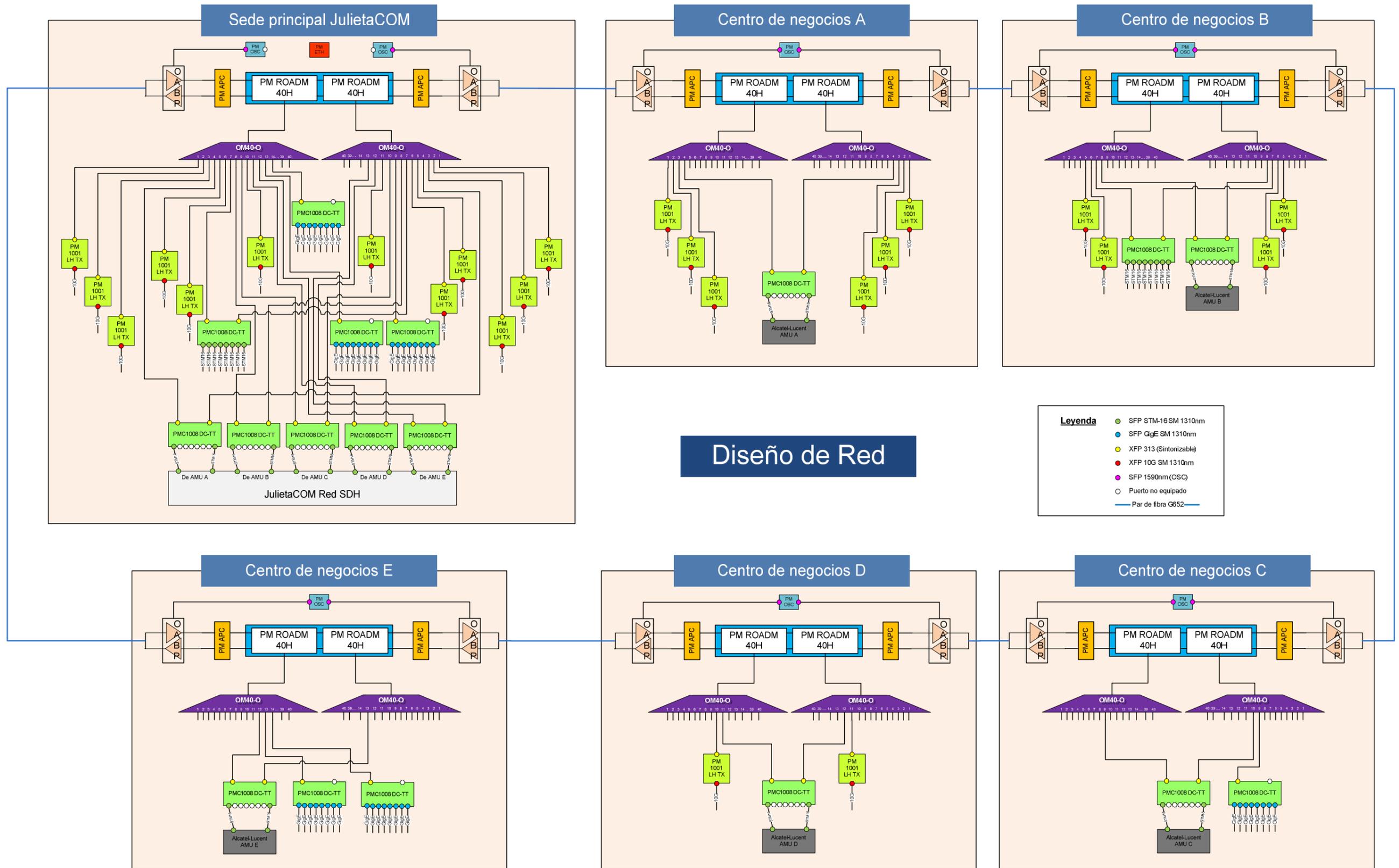


Figura 39: Estructura de red DWDM

5.07. Capítulo 7. Montaje de módulos en chasis

A lo largo de este capítulo gráfico, se explica cómo se deben ocupar las ranuras de los chasis tanto del tipo Ekinops C600 como del tipo AMU de ALU.

5.07.1. Chasis en sede de JulietaCOM

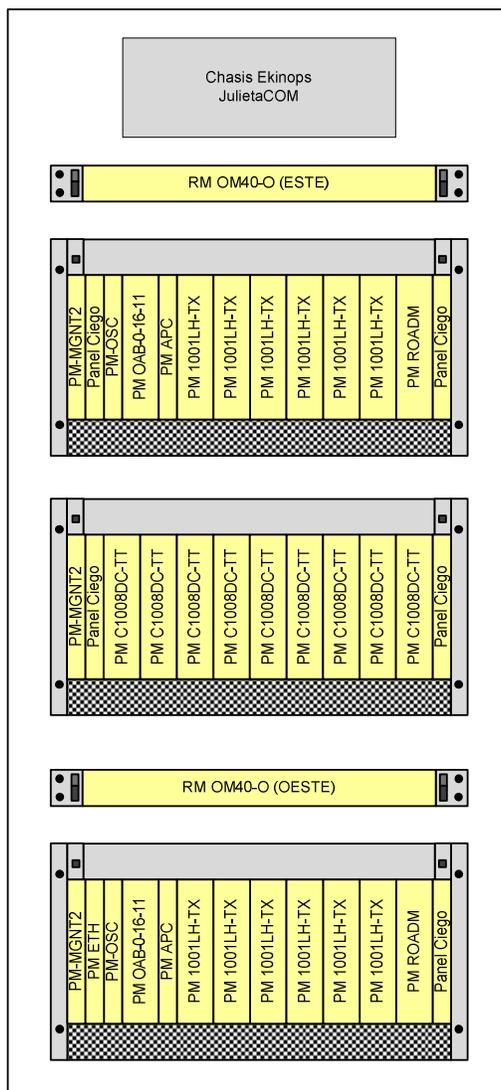


Figura 40: Chasis en JulietaCOM

5.07.2. Chasis en Centro de Negocios A

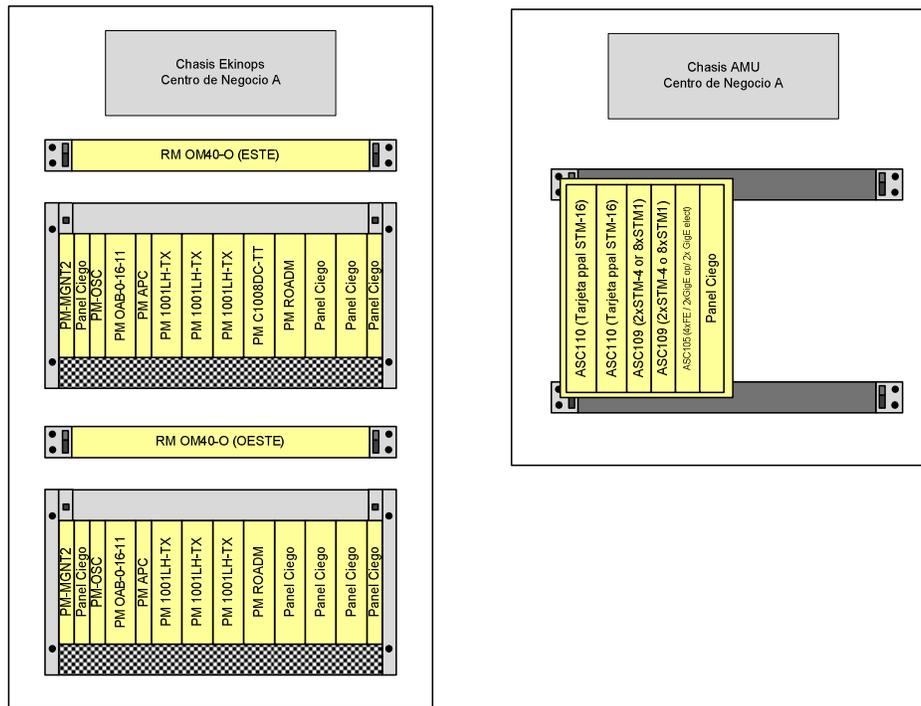


Figura 41: Chasis en centro de negocios A

5.07.3. Chasis en Centro de Negocios B

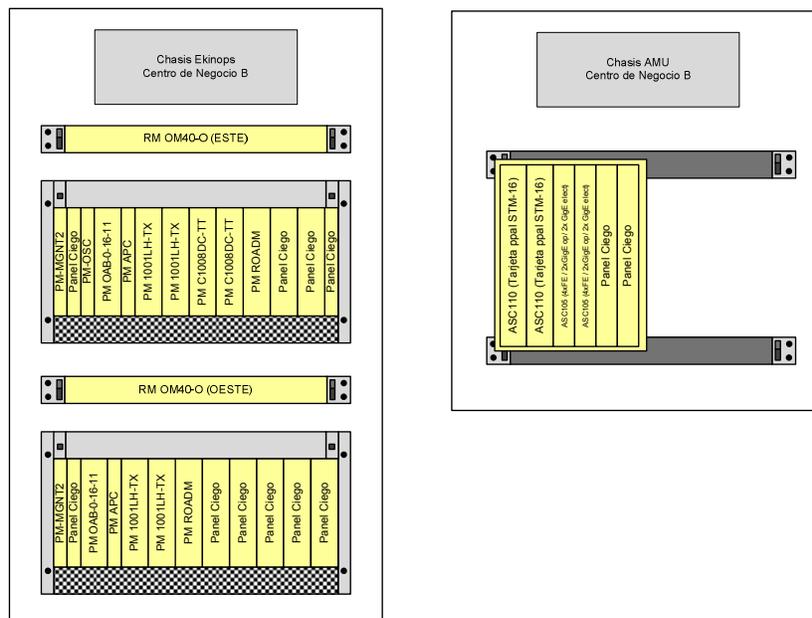


Figura 42: Chasis en centro de negocios B

5.07.4. Chasis en Centro de Negocios C

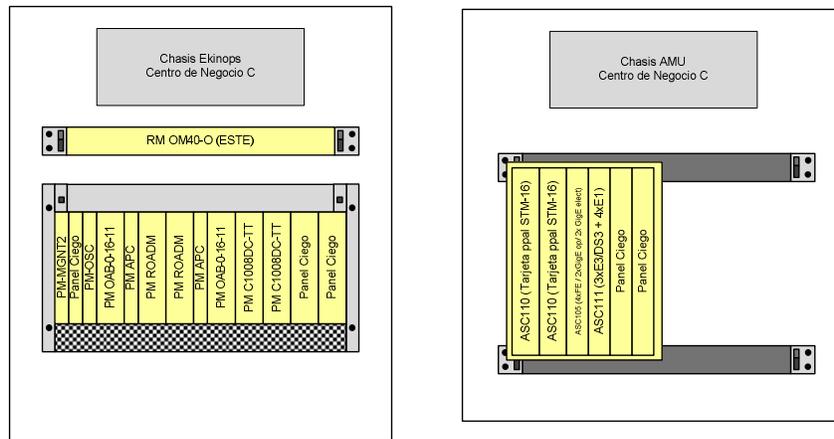


Figura 43: Chasis en centro de negocios C

5.07.5. Chasis en Centro de Negocios D

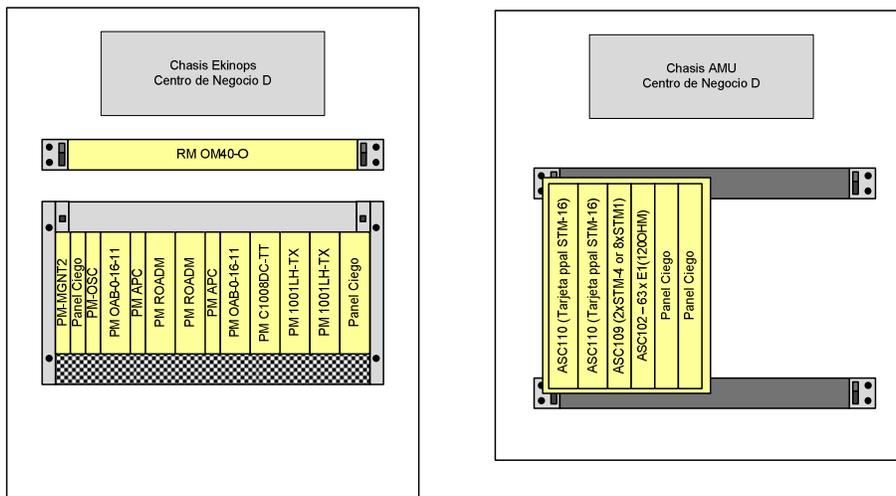


Figura 44: Chasis en centro de negocios D

5.07.6. Chasis en Centro de Negocios E

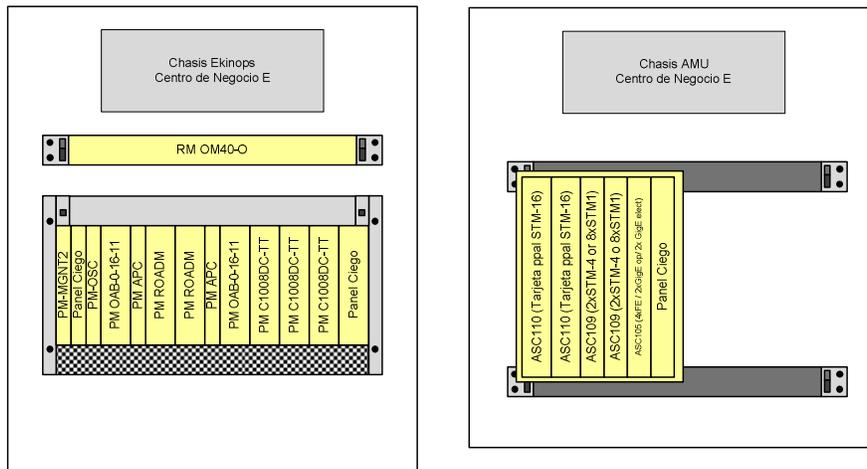


Figura 44: Chasis en centro de negocios E

5.08. Capítulo 8. Montaje de chasis en bastidores

A lo largo de este capítulo, también gráfico en su totalidad, se explica cómo se deben ocupar los bastidores en los diferentes emplazamientos.

5.08.1. Bastidor en JulietaCOM

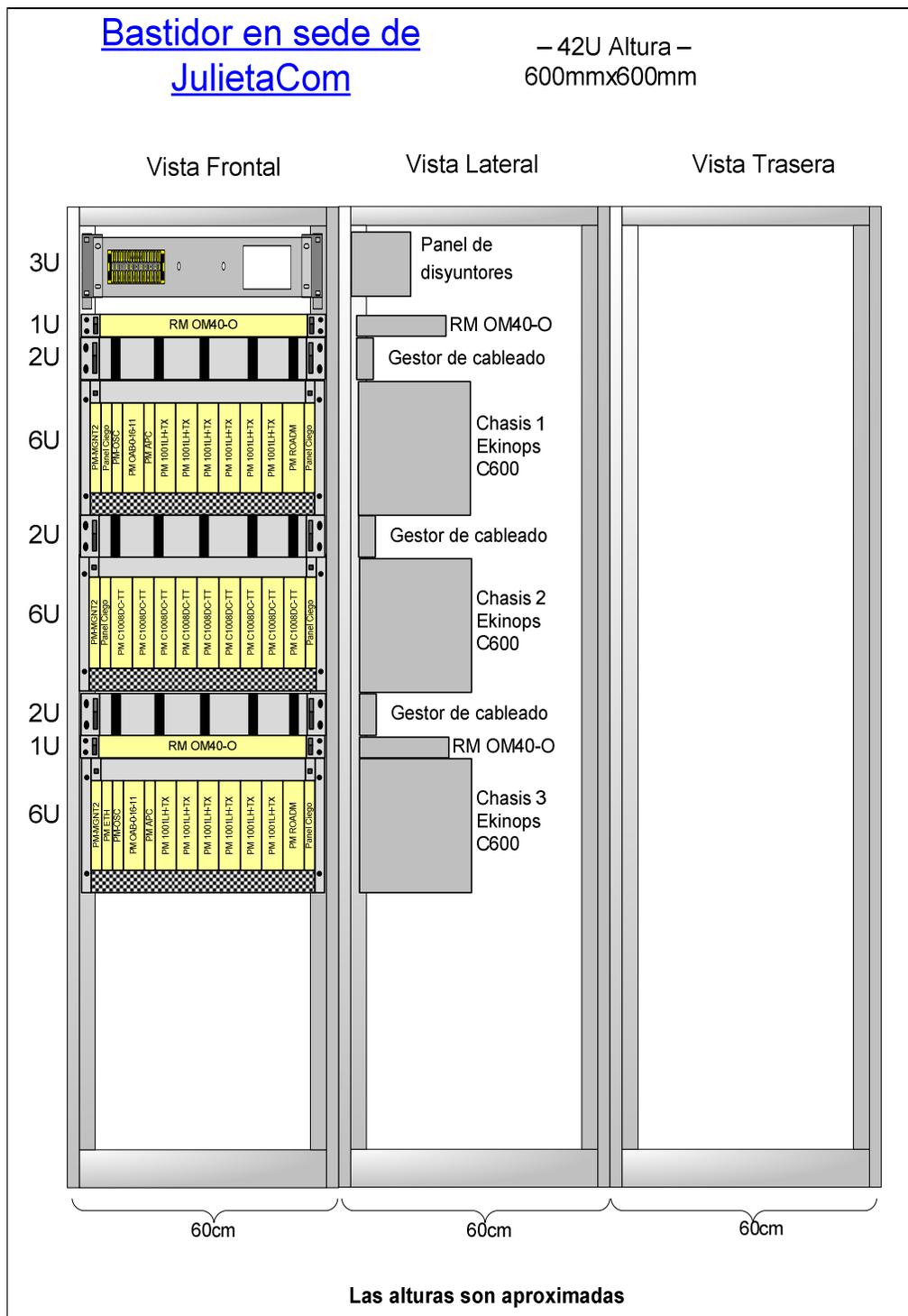


Figura 45: Distribución de bastidor en sede de JulietaCOM

5.08.2. Bastidor en Centro de Negocios A

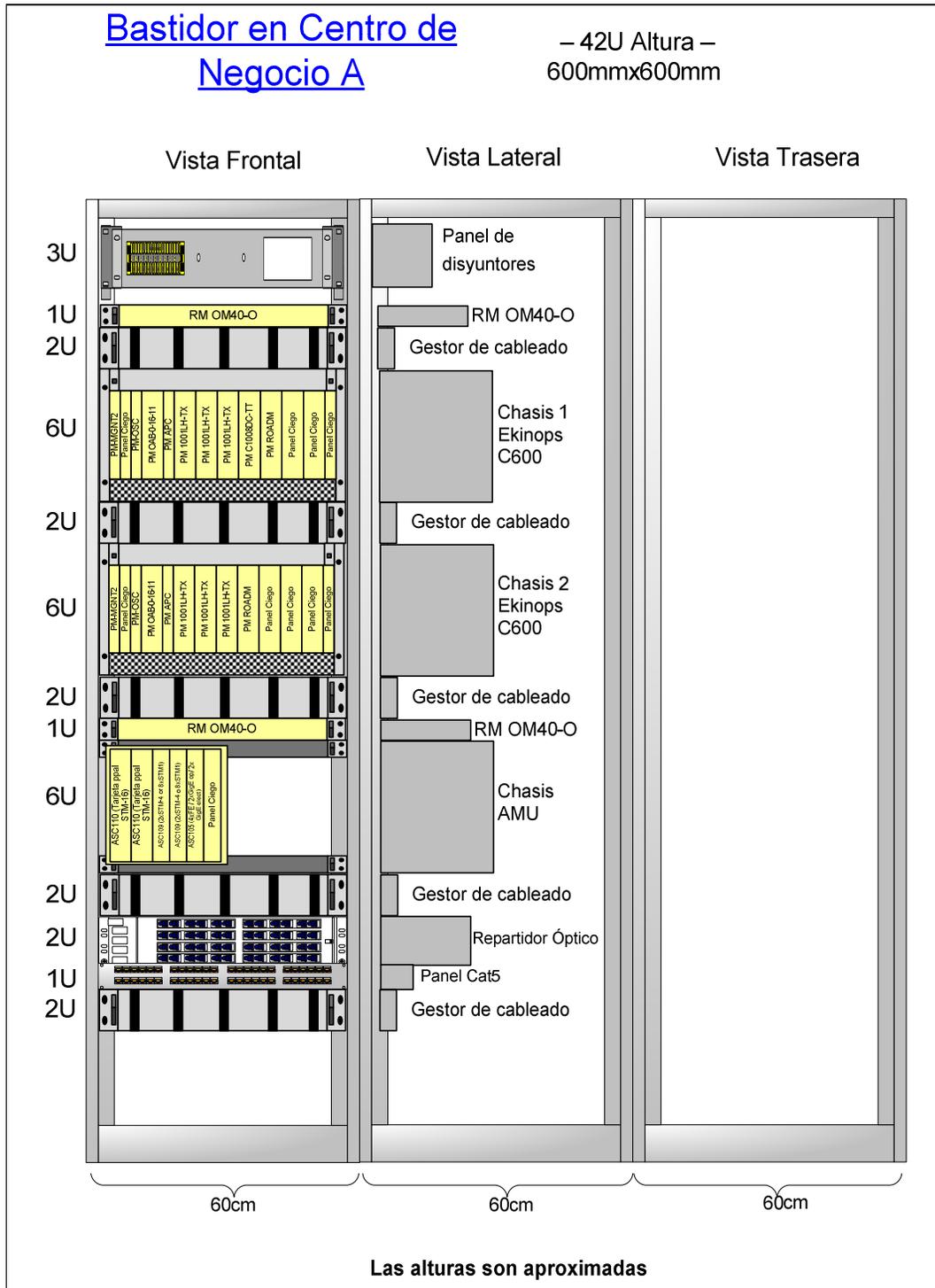


Figura 46: Distribución de bastidor en Centro de Negocios A

5.08.3. Bastidor en Centro de Negocios B

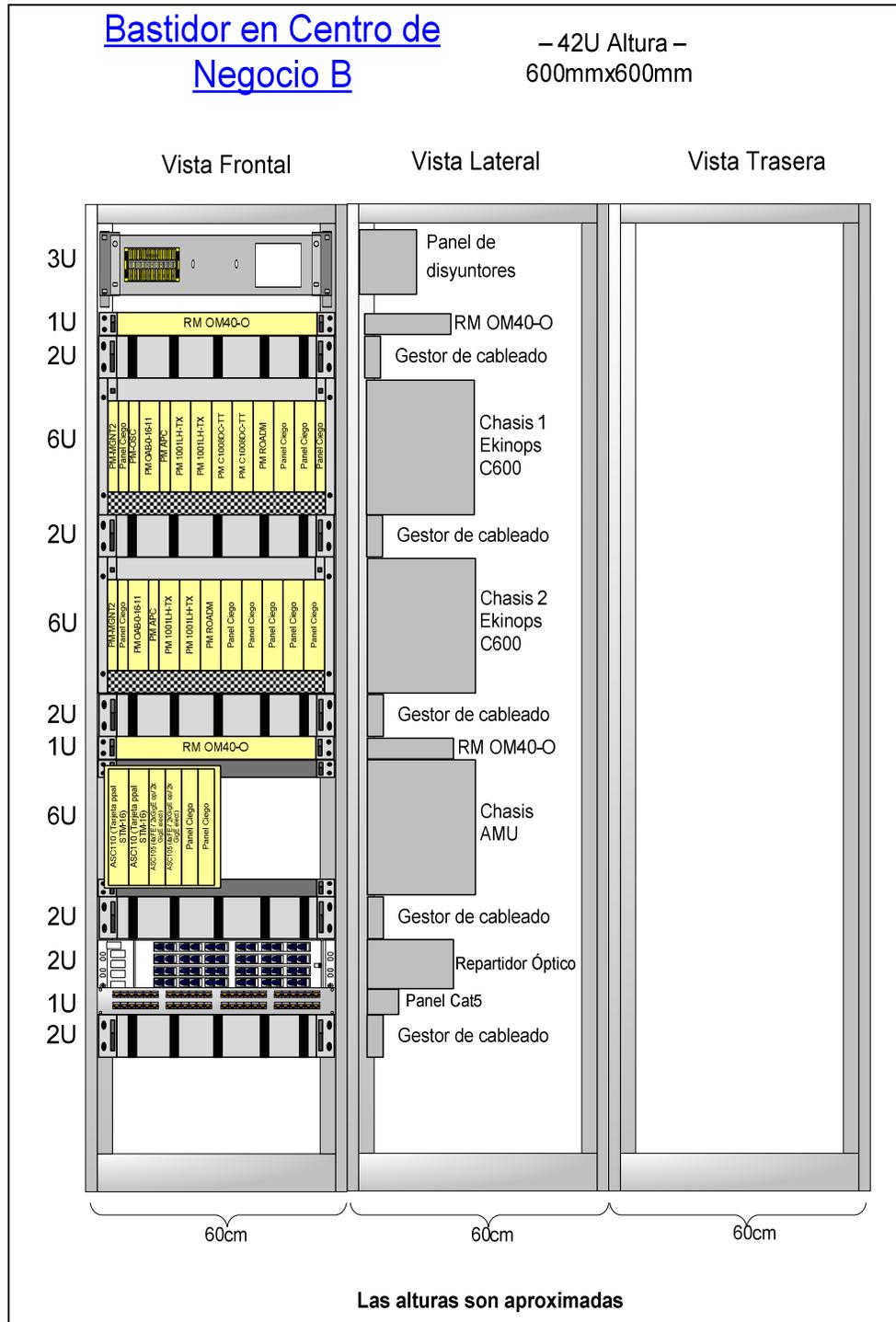


Figura 47: Distribución de bastidor en Centro de Negocios B

5.08.4. Bastidor en Centro de Negocios C

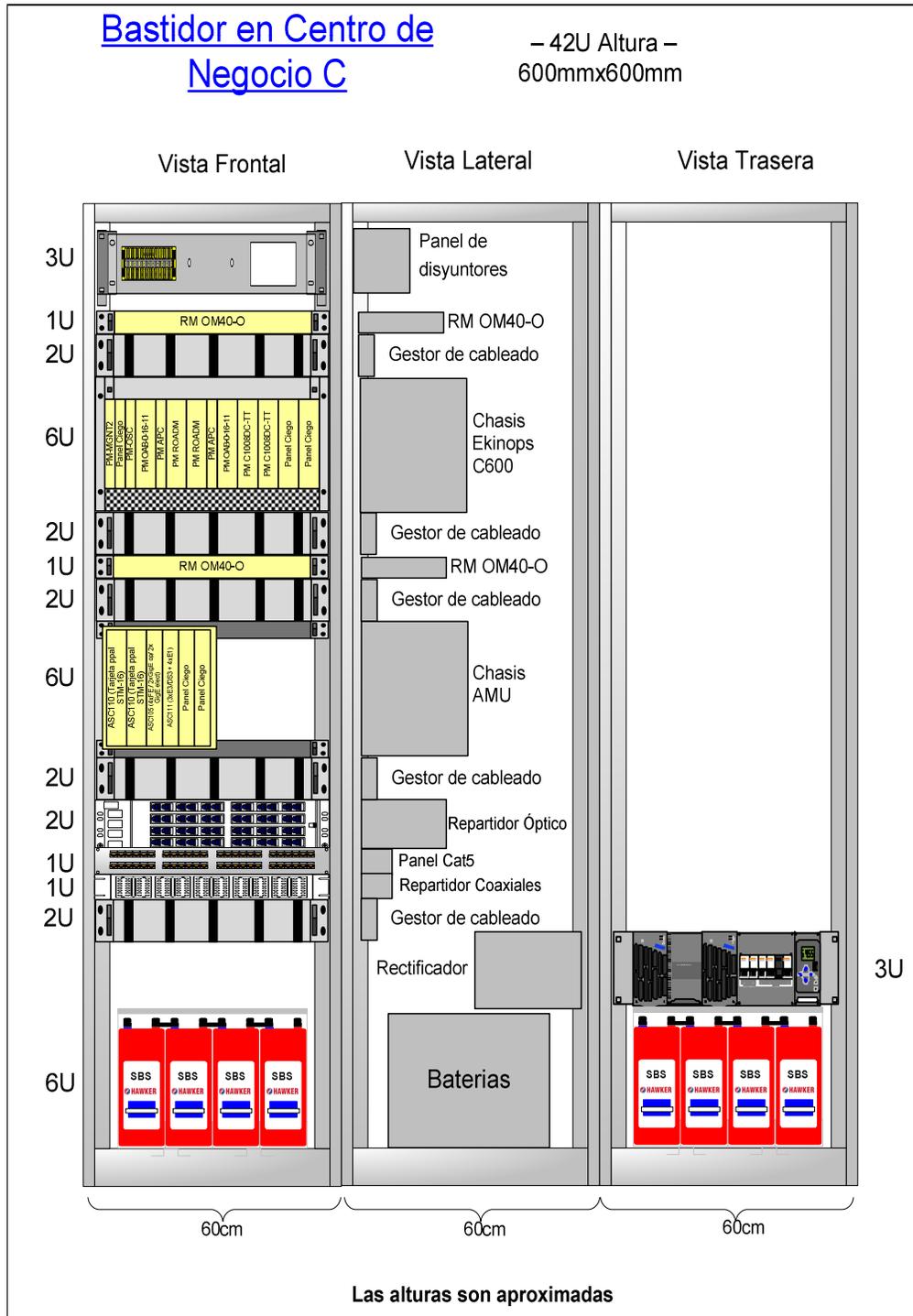


Figura 48: Distribución de bastidor en Centro de Negocios C

5.08.5. Bastidor en Centro de Negocios D

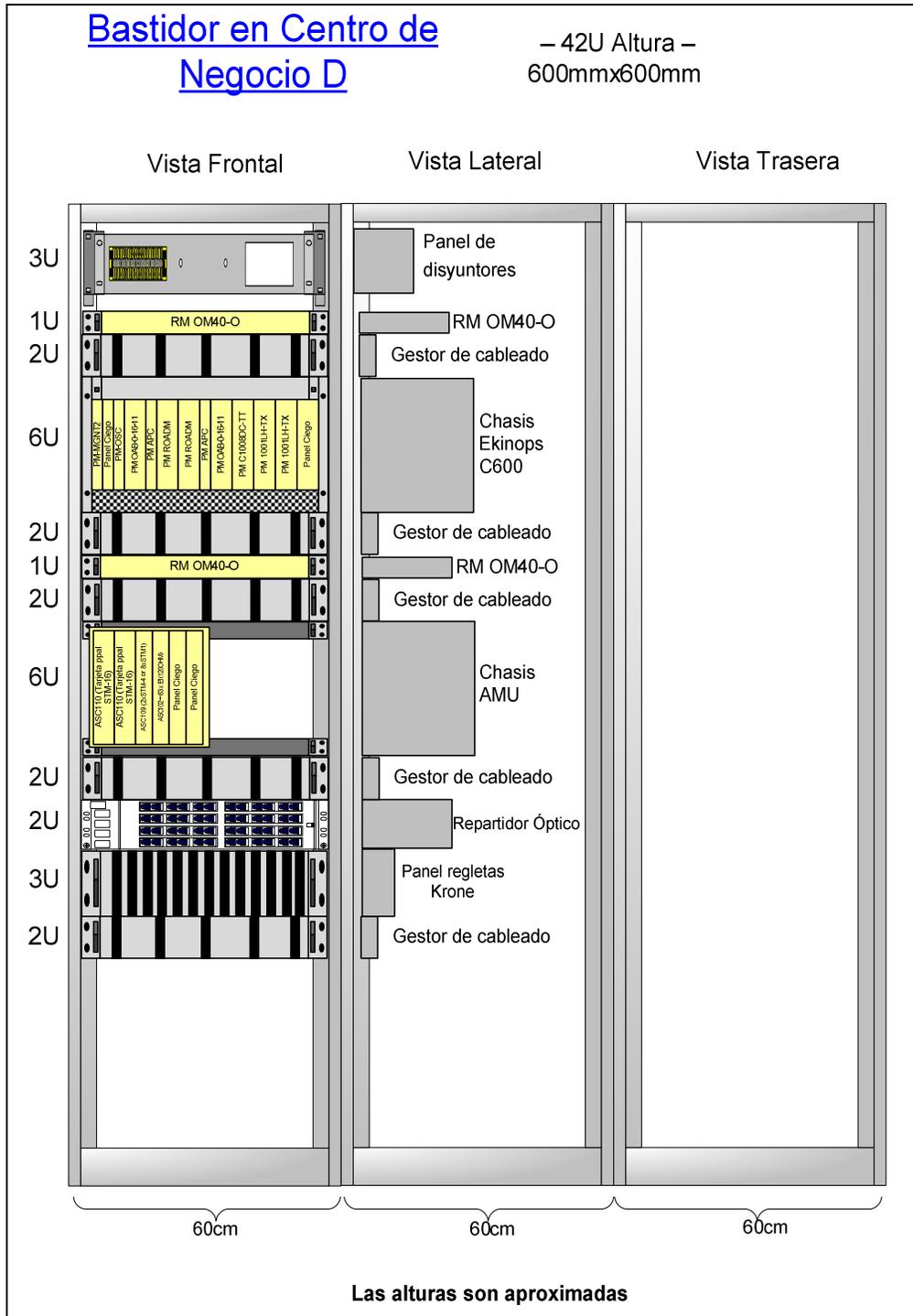


Figura 49: Distribución de bastidor en Centro de Negocios D

5.08.6. Bastidor en Centro de Negocios E

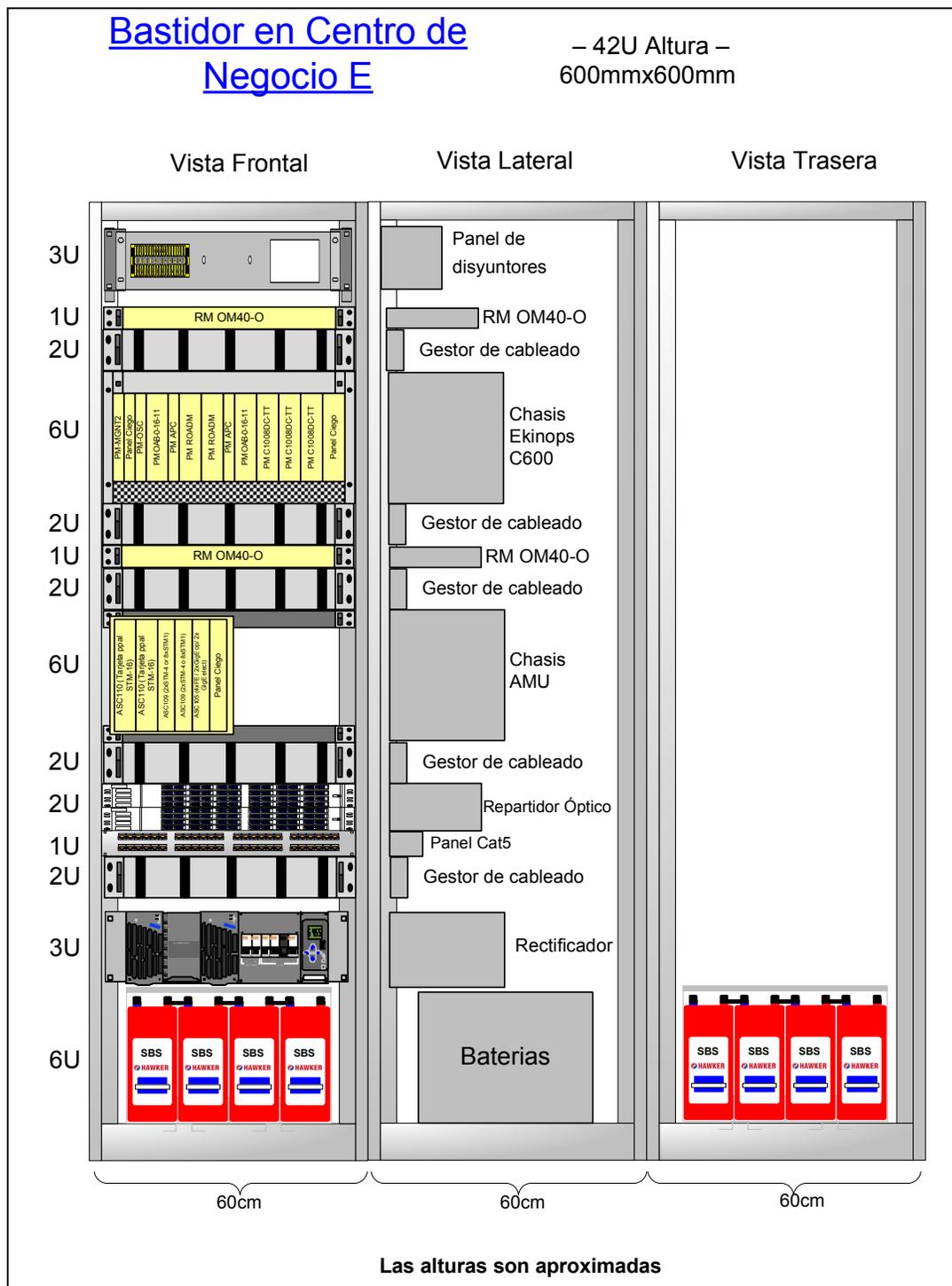


Figura 50: Distribución de bastidor en Centro de Negocios E

5.09. Capítulo 9. Interconexiones ópticas y eléctricas entre módulos

A lo largo de este capítulo se explica cómo se deben interconectar los diferentes módulos de los diferentes chasis entre sí para conseguir una estructura de red como la expuesta en la figura 39.

Esta sección es muy importante de cara a una buena planificación a la hora de contabilizar consumibles para la implementación física del proyecto, ya que cada conexión significará un par de latiguillos de fibra, un latiguillo Ethernet, par de latiguillos coaxiales, etc.

5.09.1. Interconexiones intermodulares ópticas y eléctricas en sede de JulietaCOM

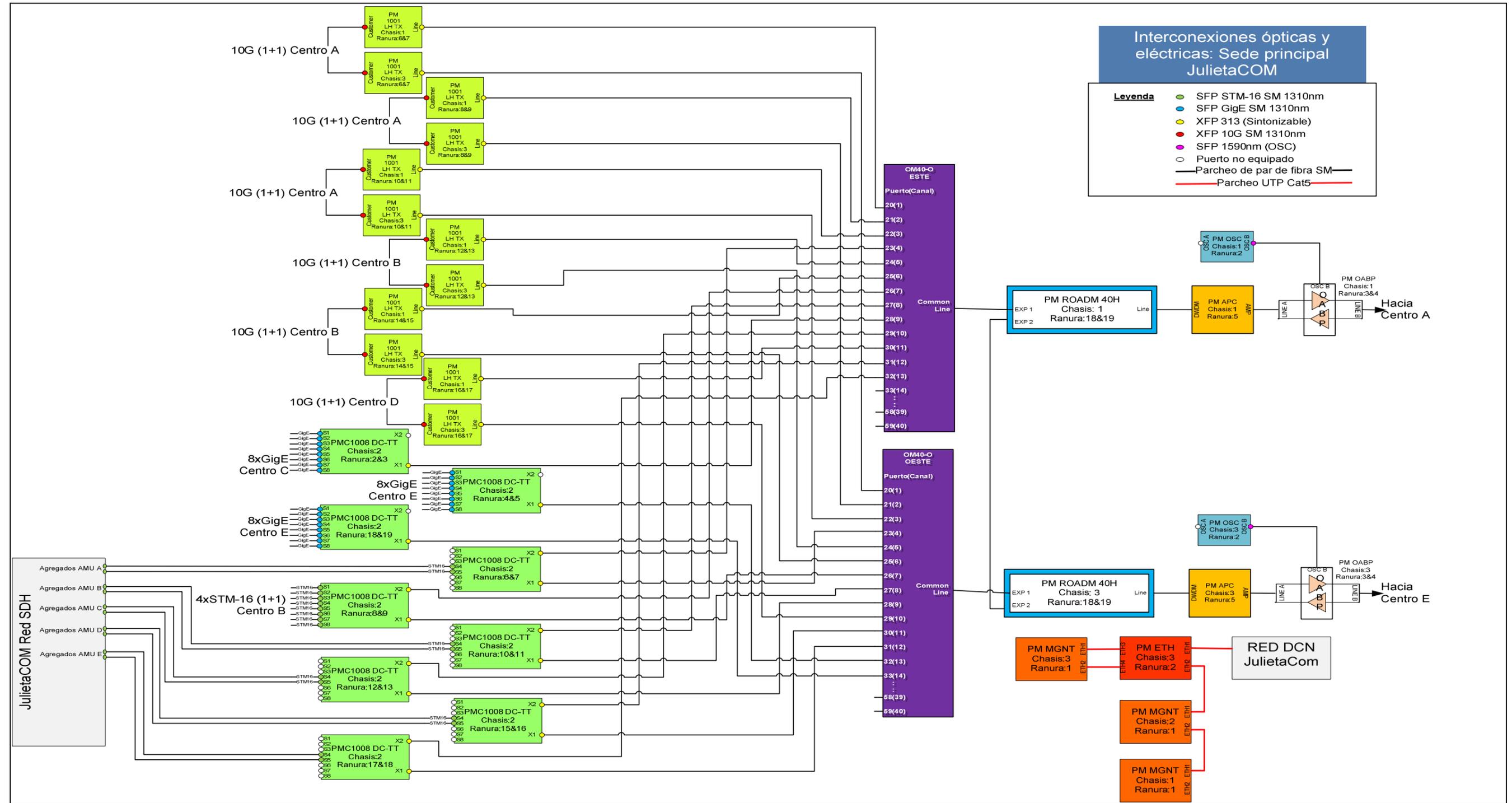


Figura 51: Interconexiones ópticas y eléctricas en sede de JulietaCOM

5.09.2. Interconexiones intermodulares ópticas y eléctricas en centro de negocios A

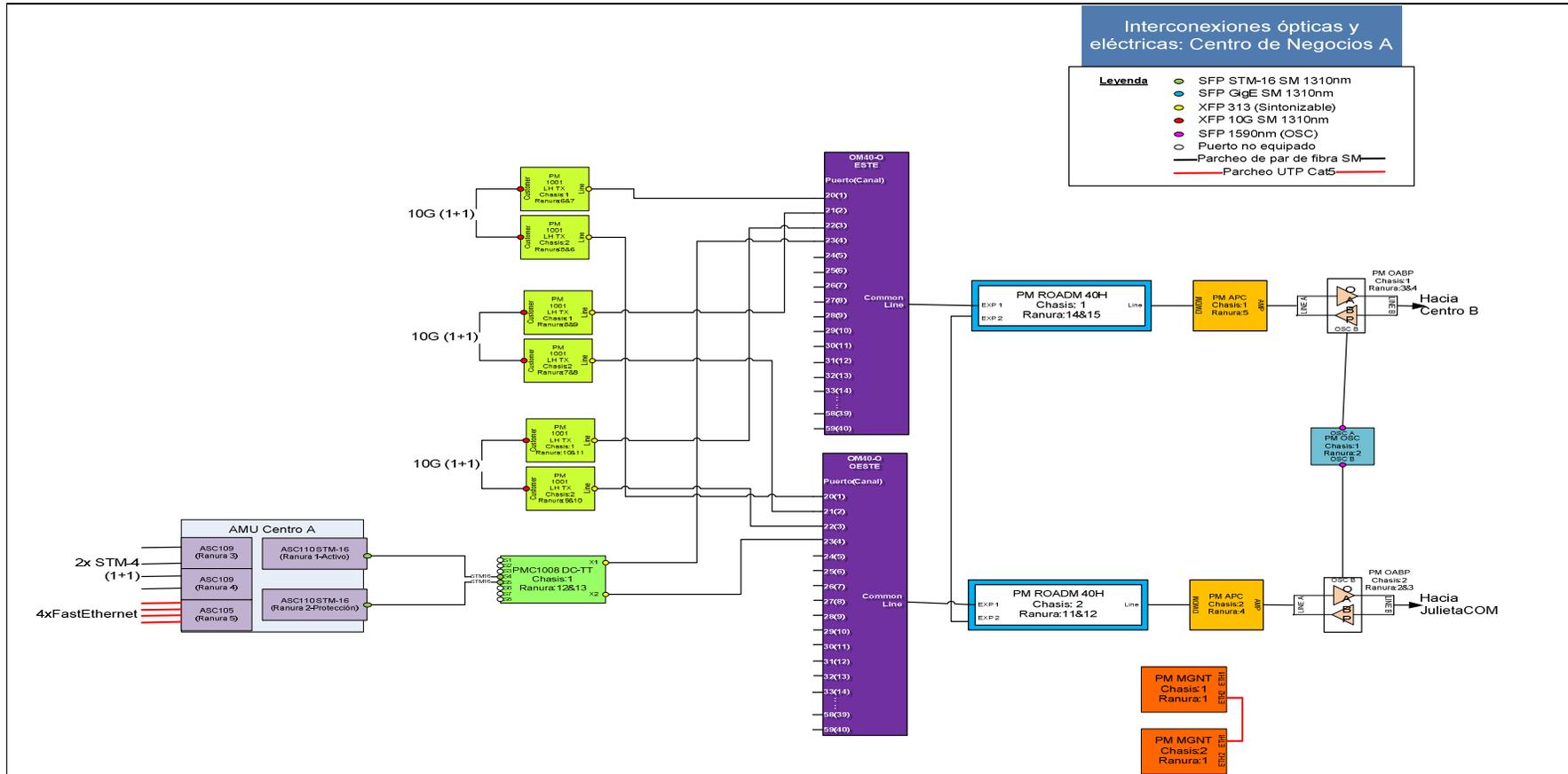


Figura 52: Interconexiones ópticas y eléctricas en centro de negocios A

5.09.3. Interconexiones intermodulares ópticas y eléctricas en centro de negocios B

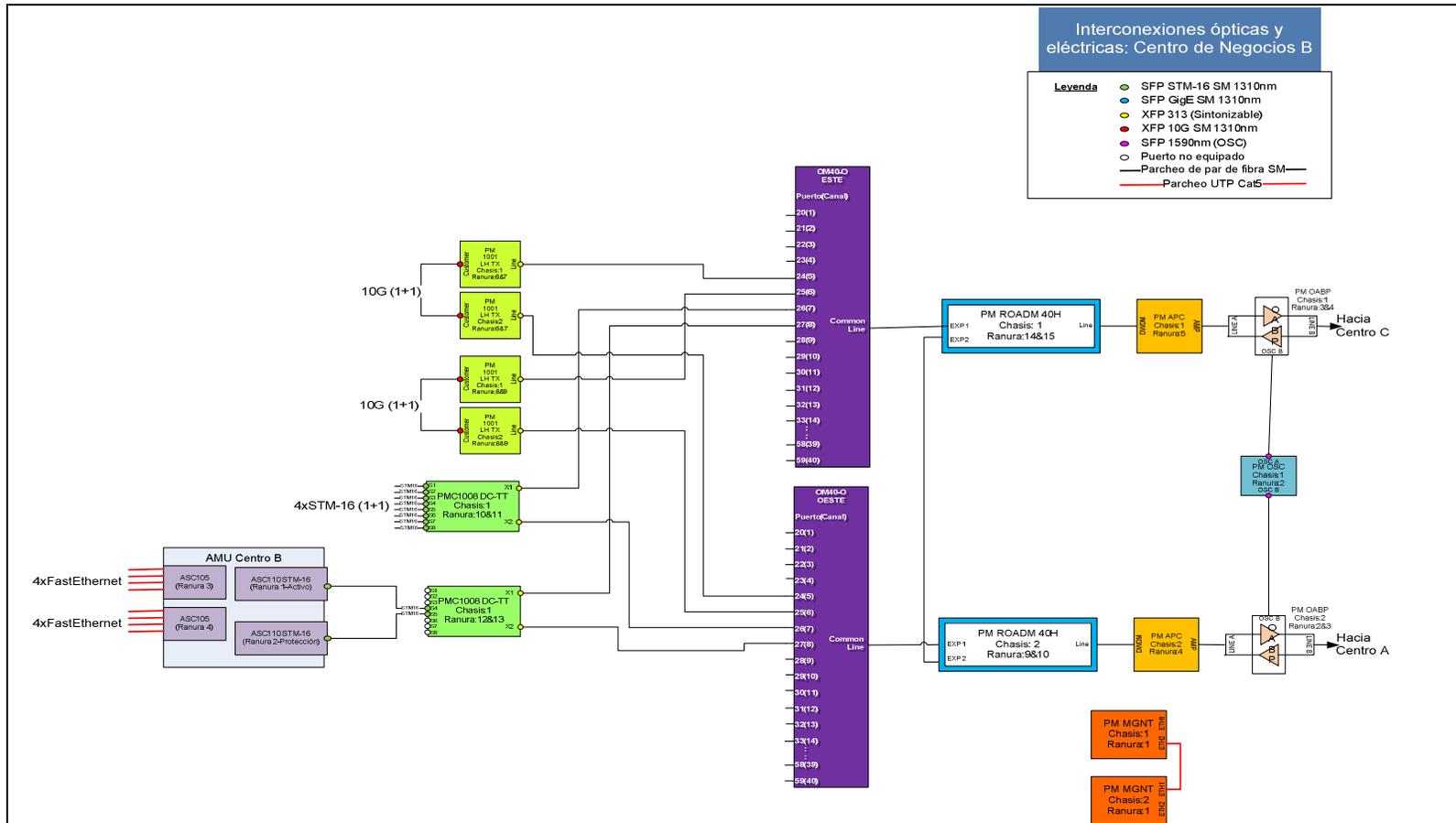


Figura 53: Interconexiones ópticas y eléctricas en centro de negocios B

5.09.4. Interconexiones intermodulares ópticas y eléctricas en centro de negocios C

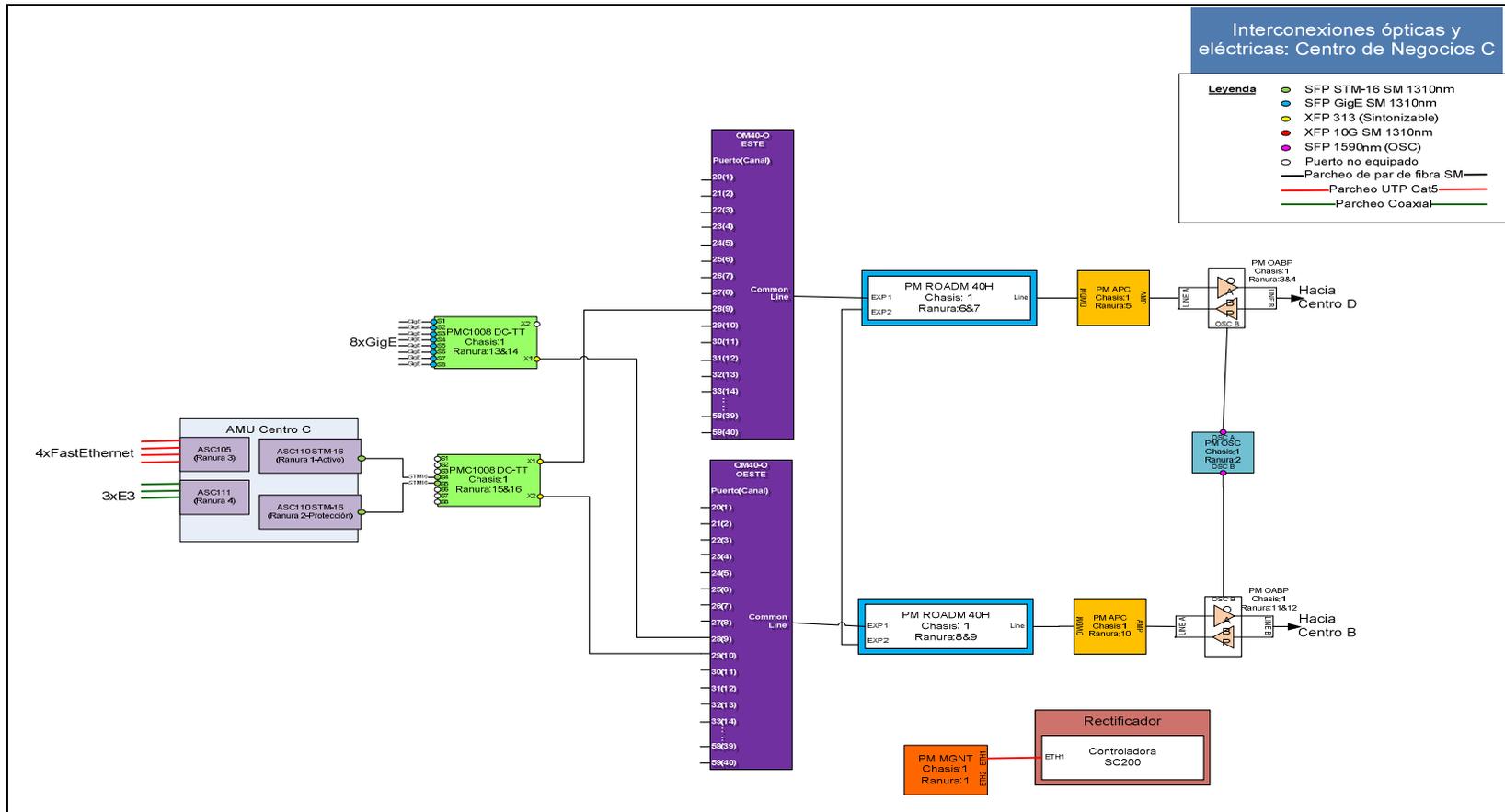


Figura 54: Interconexiones ópticas y eléctricas en centro de negocios C

5.09.5. Interconexiones intermodulares ópticas y eléctricas en centro de negocios D

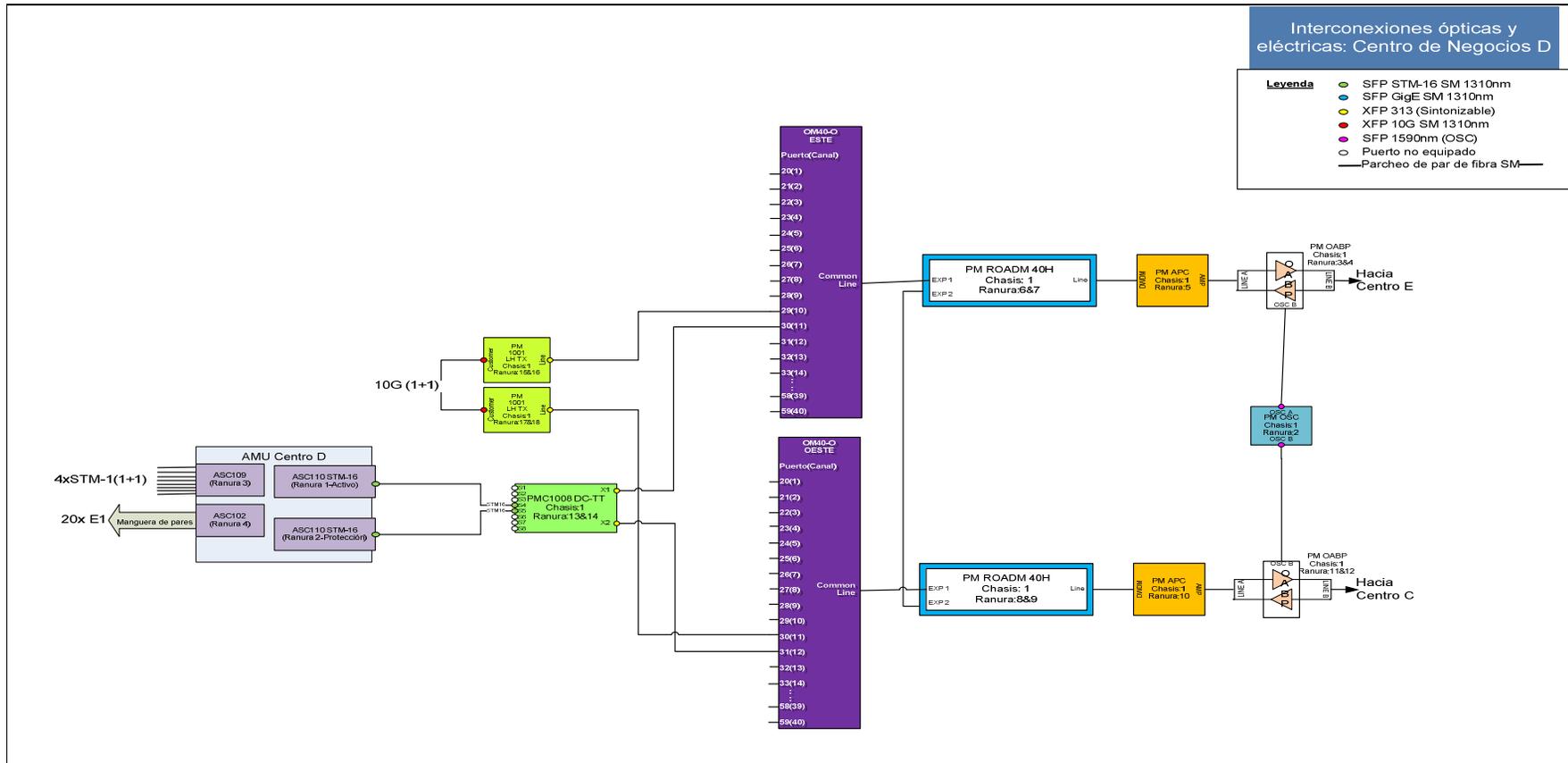


Figura 55: Interconexiones ópticas y eléctricas en centro de negocios D

5.09.6. Interconexiones intermodulares ópticas y eléctricas en centro de negocios E

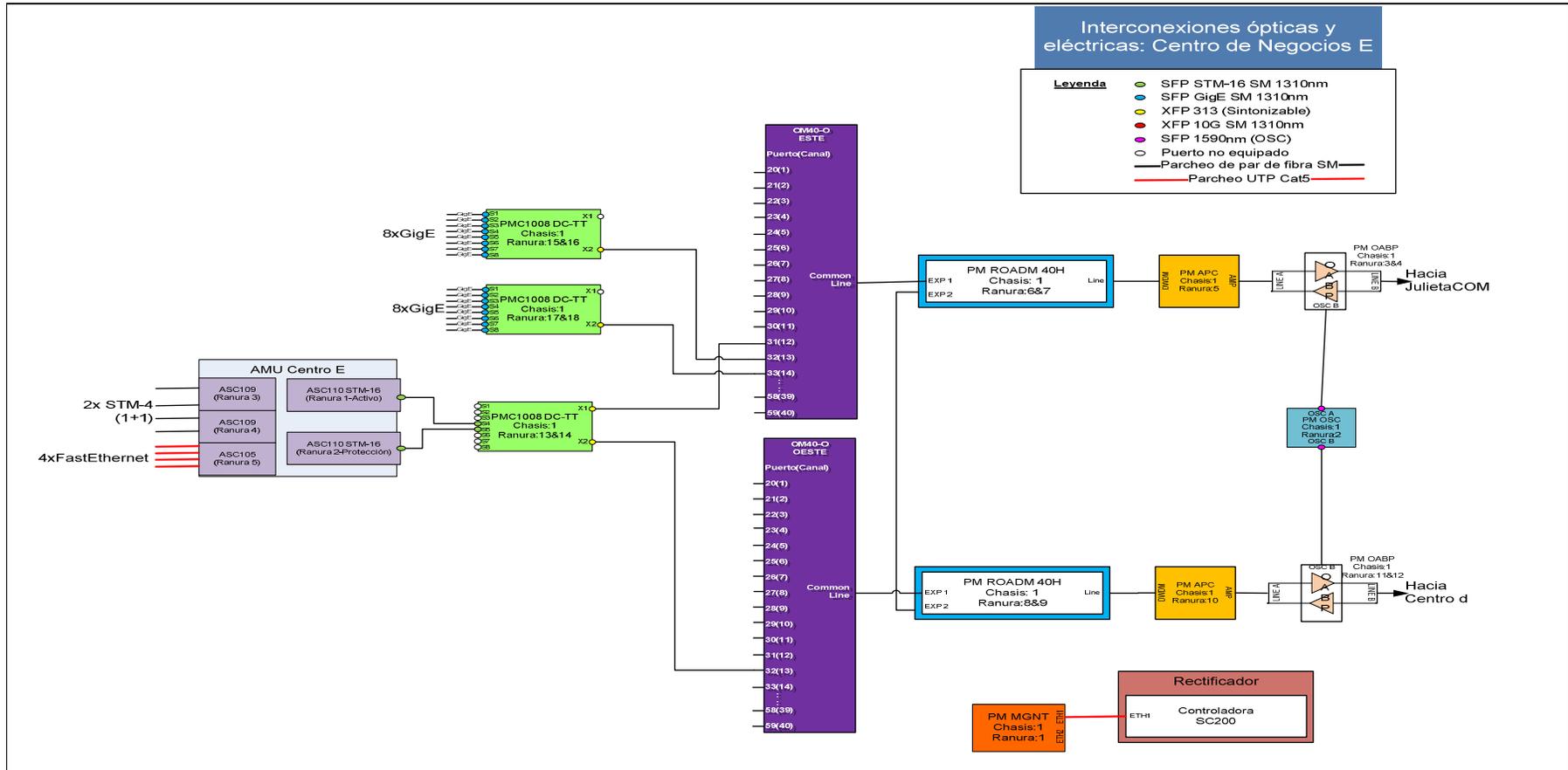


Figura 56: Interconexiones ópticas y eléctricas en centro de negocios E

5.10. Capítulo 10. Detalle de ítems comprados y coste

Aunque se abordará con más profundidad en el capítulo 5.16. (Valoración Económica), aprovechando la enumeración de los diferentes elementos necesarios para implementar el proyecto, que es precisamente el objetivo de esta sección, se ha aprovechado para aplicar el precio de cada uno de los elementos que se necesitan para instalar la red. La tabla 8 muestra con detalle cantidades, precios, tipo de elemento y su emplazamiento.

En la tabla se puede observar que hay un emplazamiento extra llamado “repuesto”. Obviamente no se trata de un emplazamiento extra sino de la suma de elementos activos que pueden fallar en un momento dado y que el cliente, JulietaCOM, desea tener en su almacén de repuestos en la sede principal para garantizar un mantenimiento correctivo de calidad.

Proyecto : **Red Metropolitana JulietaCOM**

Equipo	Descripción	Precio Unitario (€)	Total Items	Cantidad
C600	Ekinops Chassis, 6U (requiere tarjeta de gestión)	3.108 €	34.185 €	11
PM MNGT2	Tarjeta de gestión para C600	1.363 €	14.994 €	11
PM OAB-0-16-11	Amplificador óptico	10.096 €	131.250 €	13
PM OSC	Unidad de canal de supervisión óptica TX/RX	1.083 €	8.665 €	8
PM APC	Unidad de control automático de potencia	3.458 €	44.950 €	13
PM ROADM F40-H	Reconfigurable Optical Add-Drop Multiplexer	10.962 €	142.500 €	13
RM OM40-O	Multiplexor/demultiplexor de 40 canales	5.764 €	69.166 €	12
PM C100BDC-TT	Tarjeta de inserción/extracción Multi-Protocolo - 1G FC, 2G FC, 4GFC, OC-48/STM-16, OC-12/STM-4, GigE	6.293 €	119.568 €	19
PM 1001LH-KT	Tarjeta de inserción/extracción 10G [10GbE LAN & 10GbE WAN/OC192/STM64]	4.518 €	112.942 €	25
PM ETH	Gestión Ethernet en topología de anillo	664 €	1.328 €	2
400EEM	Sistema Operativo	234 €	2.572 €	11
PM-FILLER8	Panel ciego de 2 ranuras	86 €	1.378 €	16
PM-FILLER4	Panel ciego de 1 ranura	78 €	1.165 €	15
201	10G XFP, OC192/STM64 & 10GbE, 10km, 1310nm	508 €	12.692 €	25
230	SFP OC-48/STM-16 116/SR, SM, 1310nm 2km	156 €	5.934 €	38
351	SFP PM OSC 1590nm	709 €	9.220 €	13
313	10G XFP Sintonizable	3.912 €	215.135 €	55
221	SFP GigE, 1310, 2Km, SM	90 €	4.500 €	50
ASH101	Chasis AMU	807 €	4.842 €	6
ASW115B	Sistema Operativo	75 €	448 €	6
	Panel ciego	35 €	277 €	8
	Kit de Montaje en bastidor	79 €	396 €	5
ASC110	Tarjeta principal con agregado STM-16 y controladora del chasis	3.089 €	33.982 €	11
ASC109	Tarjeta 2xSTM-4 /8xSTM-1	1.520 €	9.120 €	6
ASC105	2x10/100Base-T - 2x10/100/1000Base-T - 2x1000Base-X (SFP) - 4xE1	1.190 €	7.140 €	6
ASC111	3XE3 o DS3 - 4XE1 (75/120OHM)	768 €	1.537 €	2
ASC102	63 x E1(120OHM)	864 €	1.728 €	2
OM15ST101	SFP STM-1, 1310, 15Km, SM	72 €	715 €	10
OM622T101	SFP STM-4, 1310, 15Km, SM	107 €	962 €	9
OM16	SFP OC-48/STM-16 116/SR, SM, 1310nm 2km	512 €	5.635 €	11
AP53-321	Chasis rectificador Eaton	800 €	2.400 €	3
APR48-3G	Módulo rectificador Eaton	100 €	500 €	5
SC200	Controladora del AP53-321	200 €	600 €	3
SBS C11	Unidad de batería EnerSys	250 €	2.000 €	8
	Bandeja de baterías	100 €	200 €	2
	Panel de disyuntores	400 €	2.400 €	6
	Bastidor, 42U, 60x60cm	1.200 €	7.200 €	6
	Kit de montajes en bastidor (tornillos, tuercas, bridas, velcro, etiquetas, etc)	50 €	300 €	6
	Latiguillo de FO, SM, duplex, 1,5m, LC/PC-LC/PC	12 €	1.272 €	106
	Latiguillo de FO, SM, duplex, 1,5m, LC/PC-SC/PC	12 €	1.752 €	146
	Latiguillo de FO, SM, duplex, 0,5m, SC/PC-SC/PC	12 €	120 €	10
	Latiguillo Categoría 5 RJ-45 - RJ-45, 1,5m	5 €	150 €	30
	Latiguillo Coaxial BNC Macho - 1,6/5,6 Macho, 1,5m	5 €	30 €	6
	Latiguillos Categoría 5 RJ-45 - (Sin conector en el otro extremo, para E1s) 1,5 m	5 €	50 €	10
	Gestor de cableado 2U, 19"	40 €	1.120 €	28
	Panel de 24 puertos Cat5, 1U, 19"	80 €	320 €	4
	Repartidor óptico de 48 puertos simplex o 24 duplex, con transiciones SC/PC, SM, 2U, 19"	150 €	600 €	4
	Repartidor óptico de 96 puertos simplex o 48 duplex, con transiciones SC/PC, SM, 2U, 19"	300 €	300 €	1
	Panel de 16 puertos coaxiales BNC (Hembra-Hembra), 1U, 19"	60 €	60 €	1
	Panel de 10 regletas Krone, 3U, 19"	120 €	120 €	1
Total Hardware			1.020.420 €	

Emplazamiento						
JulietaCOM	Centro A	Centro B	Centro C	Centro D	Centro E	Respueto
3	2	2	1	1	1	1
3	2	2	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	1
2	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	1
2	2	2	2	2	2	1
2	2	2	2	2	2	0
9	1	2	2	1	3	1
12	6	4	0	2	0	1
1	0	0	0	0	0	1
3	2	2	1	1	1	1
0	5	7	2	1	1	0
5	4	3	1	1	1	0
12	6	4	0	2	0	1
18	2	10	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	1
27	8	8	3	4	4	1
24	0	0	8	0	16	2
0	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1
0	1	2	2	2	1	0
0	1	1	1	1	1	0
0	2	2	2	2	2	1
0	2	0	0	1	2	1
0	1	2	1	0	1	1
0	0	0	1	0	0	1
0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	0	8	0	2
0	4	0	0	0	4	1
0	2	2	2	2	2	1
0	0	0	1	0	1	1
0	0	0	2	0	2	1
0	0	0	1	0	1	1
0	0	0	4	0	4	0
0	0	0	1	0	1	0
1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	0
36	17	15	12	13	13	0
56	16	18	14	16	26	0
0	2	2	2	2	2	0
4	6	10	5	0	5	0
0	0	0	6	0	0	0
0	0	0	0	10	0	0
3	5	5	5	5	5	0
0	1	1	1	0	1	0
0	1	1	1	1	0	0
0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0

Tabla 8: Número de elementos a instalar y coste

5.11. Capítulo 11. Instalación de los sistemas

Otro trabajo, y por tanto coste a tener en cuenta, serán los trabajos de instalación. La empresa de ingeniería y servicios, ISR, cuenta con empresas colaboradoras con especializadas en montaje de equipos de telecomunicaciones, sistemas eléctricos e infraestructuras de telecomunicaciones. Como ya se avanzaba en el apartado 5.2.10., la valoración económica total del proyecto se analizará en el apartado 5.3., no obstante en este apartado se adelantan datos sobre la organización de la instalación de los equipos y los costes derivados de dicha instalación.

	JulietaCOM	Centro A	Centro B	Centro C	Centro D	Centro E
15/11/2010	Instalación Bastidor			Instalación Bastidor		Instalación Bastidor
16/11/2010	Panel de Disyuntores	Instalación Bastidor	Instalación Bastidor	Panel de disyuntores y sistema DC	Instalación Bastidor	Panel de disyuntores y sistema DC
17/11/2010	Equipos de transmisión	Panel de disyuntores	Panel de disyuntores	Equipos de transmisión	Panel de Disyuntores	
18/11/2010	Interconexiones	Equipos de transmisión	Equipos de transmisión			
19/11/2010		Interconexiones			Equipos de transmisión	Equipos de transmisión
20/11/2010			Interconexiones	Interconexiones	Interconexiones	Interconexiones

-  Cuadrilla de montadores de infraestructuras de telecomunicaciones
-  Técnicos instaladores de sistemas eléctricos
-  Técnicos instaladores de sistemas de comunicación

Tabla 9: Planificación de la instalación

- Cuadrilla de montadores de infraestructuras de telecomunicaciones: 16 horas x 4 operarios x 40€/hora/operario: 2.560€
- Técnicos instaladores de sistemas eléctricos: 16 horas x 2 técnicos x 60€/hora/técnico: 1.920€
- Técnicos instaladores de sistemas de comunicación: 32 horas x 2 técnicos x 60€/hora/técnico: 3.840€

Total montaje: 8.320€

5.12. Capítulo 12. Comisión de los sistemas instalados

Una vez todo el hardware comprado ha sido totalmente instalado y cableado según el proyecto, los ingenieros de ISR realizarán la comisión de todos los sistemas de transmisión. Comisionar el sistema significa dejar cada elemento de red totalmente probado y configurado de cara a las pruebas de red previas a la entrada en producción.

Tareas más relevantes a la hora de comisionar un elemento de red:

- Encendido
- Revisión de sistema operativo
- Asignación de Identificación
- Asignación de dirección de red para gestión (IP u OSI)

- Provisión del hardware que compone cada nodo
- Testeo de puertos ópticos
 - Sensibilidad
 - Potencia
 - Estabilidad
- Testeo de puertos eléctricos
- Test de estabilidad

De cara al proceso de provisión los ingenieros de ISR disponen de las herramientas adecuadas, una de las más importantes es el CIT (Craft Interface Terminal) que permite la conexión local a cada nodo para realizar todas las configuraciones básicas. El CIT es simplemente un software que suministra el fabricante de cada equipo.

5.12.1. Encendido, configuración básica y prueba de puertos

Como cualquier aparato electrónico, bastará suministrar energía eléctrica a los sistemas para que arranquen.

Los primeros pasos después del encendido de un nodo por primera vez son:

- Conexión local vía CIT
- Configuración de la fecha y hora
- Verificación del sistema operativo presente en el nodo (la versión del sistema operativo es la que asegura que el sistema está preparado para trabajar con las tarjetas que se le han asignado, es decir, no todos los sistemas operativos son adecuados para la configuración de tarjetas propuestas en este proyecto)
 - Ekinops C600 utilizará su versión de software 5.2.
 - ALU AMU utilizará su versión de software 5.0.1.
- Creación de identidad: Asignación de un nombre nemotécnico específico fácilmente identificable por los gestores de red
- Asignación de una dirección de red:
 - Los elementos Ekinops utilizan una dirección IP para ser gestionados
 - Los elementos AMU utilizan una dirección OSI para ser gestionados

Los administradores de la red DCN son los responsables de asignar los direccionamientos correctos, la tabla 10 muestra una propuesta de direccionamiento.

- Provisión de las tarjetas XFPs y SFPs que componen cada nodo
- Se debe verificar que toda la configuración creada hasta el momento se guarda.

Emplazamiento	Chasis	Identificador de red	Dirección	Máscara (IPs)	MAC (OSI)
JulietaCOM	Ekinops C600 1	JulietaCOM_EKI01	172.18.42.113	255.255.255.240	
	Ekinops C600 2	JulietaCOM_EKI02	172.18.42.114	255.255.255.240	
	Ekinops C600 3	JulietaCOM_EKI03	172.18.42.115	255.255.255.240	
Centro de negocios A	Ekinops C600 1	Centro_A_EKI01	172.18.42.116	255.255.255.240	
	Ekinops C600 2	Centro_A_EKI02	172.18.42.117	255.255.255.240	
	ALU AMU	Centro_A_AMU01	39840f80113824000000003020		000F25146768
Centro de negocios B	Ekinops C600 1	Centro_B_EKI01	172.18.42.118	255.255.255.240	
	Ekinops C600 2	Centro_B_EKI02	172.18.42.119	255.255.255.240	
	ALU AMU	Centro_B_AMU01	39840f80113824000000003020		000F25146769
Centro de negocios C	Ekinops C600 1	Centro_C_EKI01	172.18.42.120	255.255.255.240	
	ALU AMU	Centro_C_AMU01	39840f80113824000000003020		000F2514676A
Centro de negocios D	Ekinops C600 1	Centro_D_EKI01	172.18.42.121	255.255.255.240	
	ALU AMU	Centro_D_AMU01	39840f80113824000000003020		000F2514676B
Centro de negocios E	Ekinops C600 1	Centro_E_EKI01	172.18.42.122	255.255.255.240	
	ALU AMU	Centro_E_AMU01	39840f80113824000000003020		000F2514676C

Tabla 10: Tabla de identificación y direccionamiento de los elementos de red

En referencia al largo código de la dirección OSI. Decir que la dirección OSI se compone de una parte llamada NSAP (Network Service Access Point Address) que es la que figura en la columna “Dirección” de la tabla 10 más una parte llamada MAC (Media Access Control). La parte NSAP hace referencia a un área de direccionamiento dentro de una red de OSI, la parte MAC es la referencia que identifica a un elemento dentro de la red, la MAC es única por equipo.

Ahondando un poco más en el método para gestionar y supervisar los elementos de red, los sistemas Ekinops se conectarán físicamente a la red DCN a través de un puerto Ethernet, como se detalla en la figura 51. Ya se sabe que en el resto de los emplazamientos no hay red DCN, por ese motivo se diseñó la solución de transporte del canal de gestión a través de los módulos PM OSC.

En el puerto dedicado de la red DCN donde se interconectará el elemento “JulietaCOM_EKI03” se deben haber configurado todas las direcciones IPs que se asignarán a cada uno de los elementos Ekinops. Esta es una responsabilidad de los administradores de la red DCN.

Gracias al canal de gestión construido con topología de anillo con los módulos PM OSC y la correcta asignación de las direcciones IP nodo por nodo así como en el puerto de la red DCN, la gestión de los elementos Ekinops estará asegurada.

Los sistemas AMU de ALU se gestionan “en banda”, es decir, no se ha construido un canal externo de gestión para supervisar los elementos tal y como se ha hecho para Ekinops. Gestionar “en banda” significa que el canal de gestión DCC (Data Communications Channel) irá embebido en la señal de agregado de cada nodo, es decir en el circuito de STM-16. El único requisito para que esta configuración funcione es que tanto cada AMU como los puertos de los elementos de la red SDH en la sede principal de JulietaCOM donde los AMU irán enfrentados han de tener sus canales de comunicaciones abiertos, es un parámetro que ha de estar configurado así. Tanto los elementos de la red SDH en JulietaCOM como los nuevos AMUs serán gestionados todos dentro del mismo área, por lo tanto todos los sistemas tendrán la misma dirección NSAP por ser nodos adyacentes.

Una vez que todos los elementos de red instalados como parte de este proyecto tienen la configuración básica cargada se procederá a la prueba de puertos.

En la plataforma SDH AMU el procedimiento normal para probar puertos de cliente tanto ópticos como eléctricos consistiría en realizar un bucle físico o hardware en la línea de agregado (STM-16). Se conectará entonces un instrumento de medida adecuado al interfaz de cliente que se está probando, ya sea E1, E3, FE, STM-1 o STM-4, además con esta prueba se comprueba también el cableado desde el repartidor hasta el puerto físico del equipo, ya que lo apropiado es conectar el instrumento de medida no directamente en el puerto del equipo, sino en el repartidor donde ha sido cableado el puerto.

En el mercado hay instrumentos que son capaces de medir todos los interfaces que se acaban de listar y algunos más, fabricantes como Agilent, JDSU, Sunrise o Exfo se dedican a fabricar estos tipos de instrumentos de medida

Para que esta prueba funcione correctamente, a través del CIT se deberá realizar una cros-conexión lógica entre el puerto de cliente que se está probando y la línea de agregado que tiene conectado el bucle. Es obvio que este test sirve también para comprobar que la línea de agregado funciona correctamente ya que si el test en el puerto de cliente responde bien no es sólo porque el puerto de cliente está respondiendo correctamente sino porque la línea de agregado también está respondiendo bien.

La figura 57 ilustra los test a llevar a cabo sobre los puertos de cliente

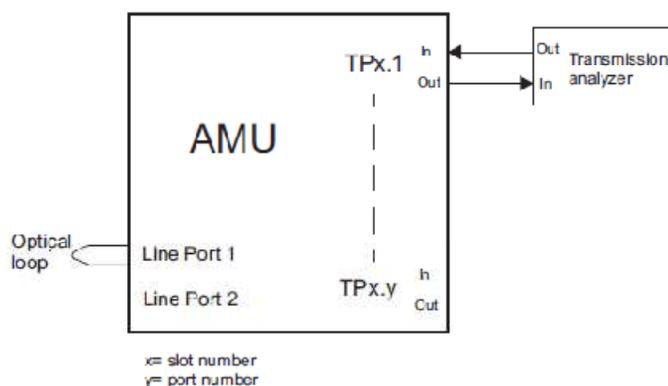


Figura 57: Test sobre puerto de cliente

En todos los puertos ópticos, ya sea de cliente o de agregado, ya sea de AMU o de Ekinops se debe probar la respuesta dinámica, dicha prueba consiste básicamente en comprobar que las especificaciones ópticas dadas por el fabricante para cada uno de los SFP o XFP se cumplen, es decir, la prueba viene a demostrar que un SFP o XFP transmite a la potencia y en la ventana que el fabricante dice que tiene que transmitir y que en su recepción tiene la sensibilidad mínima que el fabricante dice que tiene que tener.

Medir el rango dinámico implica implícitamente comprobar que el puerto óptico funciona correctamente, con lo cual, en caso de ir directamente a un escenario de medida de rango dinámico como el que se detalla a continuación se podría obviar el test simple de un puerto óptico como el que se detalla en la figura 57.

Para testear la respuesta dinámica de todos los puertos ópticos de la red que se ha implementado se necesitarán las siguientes herramientas:

- Instrumento de medida (analizador de transmisión) capaz de medir desde STM-1 hasta 10GigE, como por ejemplo:

<http://www.jdsu.com/en-us/Test-and-Measurement/Products/a-z-product-list/Pages/mts-8000transport.aspx>

- Atenuador óptico variable, como por ejemplo:

<http://www.kingfisher.com.au/VariableOpticalAttenuator.htm>

- Medidor de potencia óptica, como por ejemplo:

<http://www.jdsu.com/en-us/Test-and-Measurement/Products/a-z-product-list/Pages/hp3-60.aspx>

- Colección de latiguillos ópticos

Particularizando el test de repuesta dinámica en los puertos de cliente AMU; se partiría del mismo escenario de pruebas recién expuesto, es decir, conectar un bucle físico en el puerto de línea y cros-conectar a la línea el puerto óptico que se vaya a testear, se interconectaría además entre el emisor del equipo de medida y el receptor del puerto de cliente del AMU un atenuador óptico, con el fin de ir degradando la señal de entrada al hasta que el test de prueba empiece a dar errores, entonces se ajustaría ligeramente el atenuador óptico variable en sentido inverso hasta que el test volviera a estar limpio, justo en ese momento se mediría la potencia óptica de entrada al puerto de cliente del AMU, esa potencia óptica será el valor mínimo detectado por el puerto.

En el otro extremo, y asumiendo que el instrumento de medida tiene una potencia de transmisión suficiente, se puede medir la saturación del puerto, es decir, en este caso se iría ajustando el atenuador óptico variable de tal manera que la potencia recibida en el puerto del AMU llegará a su límite de saturación, en ese caso el test comenzaría de nuevo a dar errores, al igual que en el caso anterior se deberá ajustar ligeramente el atenuador óptico variable de manera inversa para que el test volviera a estar limpio, sin errores. Se medirá entonces el valor de la potencia óptica en ese momento en el receptor del puerto de cliente del AMU. Dicho valor será por tanto el límite superior de potencia admitido por el puerto.

Estos dos valores, el límite superior y el límite inferior, constituyen el rango dinámico del receptor del puerto de cliente que se esté valorando, el fin de este test es comprobar que dicho rango está dentro de las especificaciones que marca el fabricante.

Por descontado que el test se debe realizar en la ventana de trabajo que marca el fabricante, en este diseño todos los puertos de cliente trabajan en la segunda ventana de transmisión, 1310 nm.

Sobre el emisor, sólo se debe medir su potencia óptica de salida, invariable independientemente de la potencia óptica de entrada, y comprobar que está dentro de especificaciones.

La figura 58 ilustra gráficamente el test de rango dinámico de la entrada de cualquier puerto óptico de cliente del AMU.

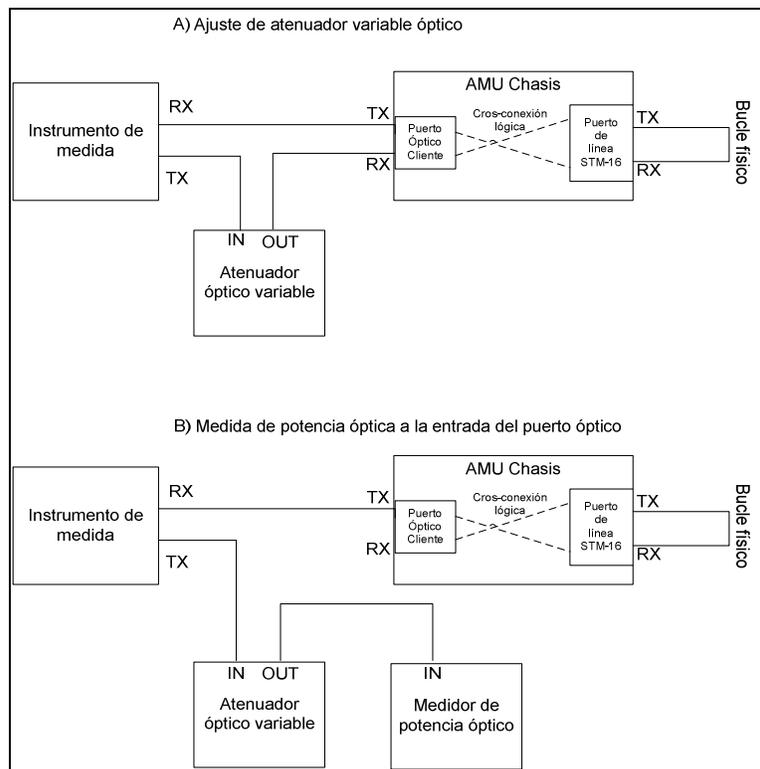


Figura 58: Configuraciones para medida de rango dinámico en receptor de puerto de cliente AMU

La medida del rango dinámico de los puertos de línea del AMU se realiza con un bucle lógico situado en el mismo puerto de línea y mirando hacia la línea (normalmente los equipos SDH permiten orientar la posición de los bucles lógicos en los puertos ópticos). El proceso sería el mismo que para el puerto de cliente, con la diferencia de que no se realiza una cros-conexión, sino que se habilita un bucle software o lógico en el puerto de línea.

La explicación de esta forma de proceder es obvia, la línea admite la capacidad de cualquier puerto de cliente, sin embargo, cualquier puerto de cliente no puede soportar toda la capacidad de la línea.

El test se ha de hacer en los dos puertos de línea de cada AMU

El proceso se detalla en la figura 59.

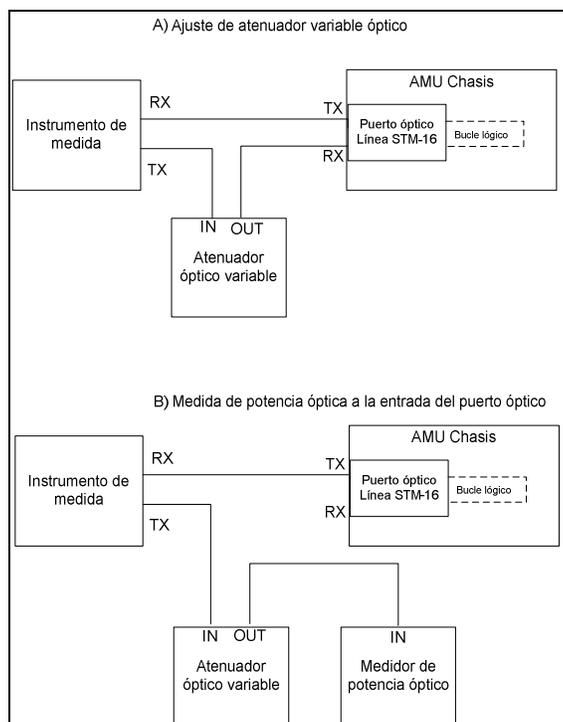


Figura 59: Configuraciones para medida de rango dinámico en receptor de puerto de línea AMU

En el sistema Ekinops las pruebas de rango dinámico se harán de forma muy similar. No obstante hay que matizar ciertas diferencias.

Desde los puertos de cliente de los módulos PM C1008DC-TT se harán asociaciones (que no cros-conexiones, ya que no hay que pasar por una matriz de cros-conexiones como en un sistema SDH) a alguno de los puertos de línea del mismo módulo, ya sea X1 o X2. En el puerto de línea donde se hayan realizado las asociaciones se colocará un bucle físico interconectando el receptor de dicho puerto con el transmisor. Se ha de tener la precaución de colocar un atenuador óptico entre medias del transmisor y el receptor ya que el transmisor transmite a mucha más potencia de la que el receptor puede tolerar y por lo tanto lo saturaría.

Las especificaciones ópticas de los puertos de línea de los módulos PM C1008DC-TT y PM 1001 LH-TX se detallaron en la tabla 7, en el apartado 5.05.3.8.

Transmisor emite entre 3 y 5 dB
El receptor acepta una potencia máxima de: 0dB

Sobra decir que el caso del puerto de cliente de la tarjeta PM 1001 LH-TX no hay que realizar ninguna asociación a la línea ya que sólo es posible una asociación al haber sólo un puerto de cliente y un puerto de línea.

A partir de aquí el procedimiento de prueba de rango dinámico de los puertos de cliente de los módulos Ekinops es igual que el de los puertos de cliente del AMU.

De igual modo que en el AMU, los puertos de línea de los módulos PM C1008DC-TT y PM 1001 LH-TX se probarán configurando un bucle lógico hacia la red.

Pruebas ópticas adicionales a realizar en el sistema Ekinops serán:

- Medir la ganancia de los amplificadores, es una medida tan sencilla como medir la potencia en las entradas y en las salidas. La diferencia entre ambas será la ganancia.
- Medir el rango dinámico del puerto óptico de la tarjeta PM OSC, al igual que los puertos de línea de los módulos PM se hará configurando un bucle lógico en dichos puertos.

5.12.2. Asociaciones y pruebas de estabilidad

En el apartado previo se ha definido cual será la configuración básica de los nodos, un aspecto importante de configuración a tener en cuenta en los nodos Ekinops, que soportarán tanto circuitos de cliente como los anillos 2,5G (STM-16) donde irán montados los AMUs, será el ajuste de frecuencia de los interfaces XFP 10G.

Como se ha podido observar en múltiples diagramas de este documento, como el mostrado en la figura 39 o cualquiera de los mostrados en las figuras de la 51 a la 56, dichos interfaces irán conectados de manera directa a canales del multiplexor OM40, los canales son dedicados, es decir, actúan a modo de filtro óptico que sólo deja pasar una señal óptica modulada a la frecuencia del canal.

La versatilidad de un XFP sintonizable frente a uno estándar es que la frecuencia de modulación se puede ajustar vía software. Dicho ajuste será el que haya que hacer en los 54 XFP que se instalarán bajo este proyecto.

El canal o frecuencia a ajustar en cada uno de estos interfaces modulables dependerá del canal del multiplexor al que esté conectado.

El proyecto define gráficamente todas esas conexiones, tanto en la figura 39 como más explícitamente en cualquiera de las figuras de la 51 a la 56.

Otro parámetro importante a configurar en Ekinops son las asociaciones dentro la tarjeta PMC1008DC-TT.

En la definición de dicho módulo se pueden estudiar las múltiples opciones de dicha tarjeta en cuanto a conexiones lógicas entre los puertos de cliente y los puertos de línea.

Para este proyecto, en función de las solicitudes del cliente en cada emplazamiento a la hora de entregar circuitos GigE o STM-16 en modo 1+0 (sólo por un lado del anillo) o 1+1 (ambos lados del anillo) se deberán configurar asociaciones desde los puertos de cliente a los de línea así como definir e instalar el tipo de SFP adecuado (GigE o STM-16) en el lado de cliente.

Las citadas asociaciones se interpretan fácilmente a partir de las figuras de la 51 a la 56.

Con las asociaciones lógicas realizadas dentro de las tarjetas PMC1008DC-TT y los XFP modulados a la frecuencia adecuada ya se han construido los primeros circuitos a través del sistema DWDM Ekinops.

Someter a test largos a alguno de estos circuitos será una prueba muy representativa de la calidad de la red que se ha construido, además de un modo muy sencillo de encontrar desajustes en la red. Cualquiera que tenga algo de experiencia implementando redes puede asegurar que los desajustes siempre están ahí y que nada funciona a la primera.

Un buen criterio de prueba de estabilidad es configurar algún circuito que de la vuelta completa al anillo, si dicho test sale limpio se puede aseverar que la red está ajustada: niveles ópticos, sección de multiplexación, sección de amplificación.

Por descontado que de cara a la entrega de la red al cliente se probarán todos los circuitos que se han construido, ya sean sobre la red DWDM o sobre la red SDH, no obstante dichas pruebas pretenden medir la calidad de los circuitos y no la estabilidad de la red recién comisionada, por eso dichas pruebas dedicadas circuito por circuito se realizarán en otra fase del proyecto.

Uno de los test de estabilidad propuestos consiste en aprovechar la configuración de alguno de los circuitos pedidos en formato 1+1, ya sea un STM-16 o un 10GigE.

Por ejemplo, fijándose en el circuito 10G (1+1) construido entre la sede principal de JulietaCOM y el centro de negocios D se podría realizar la siguiente disposición:

- Conexión de un analizador de circuitos 10GigE en JulietaCOM, Ekinops Chasis 1 (JulietaCOM_EKI01), Ranura 16&17, puerto Customer
- Interconexión de los puertos 10GigE en centro de negocios D entre sí: Ekinops Chasis 1 (Centro_D_EKI01), Ranura 15&16, puerto Customer con Ekinops Chasis 1 (Centro_D_EKI01), Ranura 17&18, puerto Customer
- Colocación de un bucle físico en 10GigE en JulietaCOM, Ekinops Chasis 3 (JulietaCOM_EKI03), Ranura 16&17, puerto Customer

Se habrá construido así un circuito 10GigE que da la vuelta a todo el anillo y que empieza y acaba en JulietaCOM. En uno de sus extremos se coloca un bucle físico sobre el que probar y en el otro extremo del circuito se coloca un analizador.

Lo lógico sería lanzar una prueba de 24 o 48 horas que estuviera libre errores o que al menos esté libre de errores el 99,99% del tiempo durante el tiempo que ha durado el test.

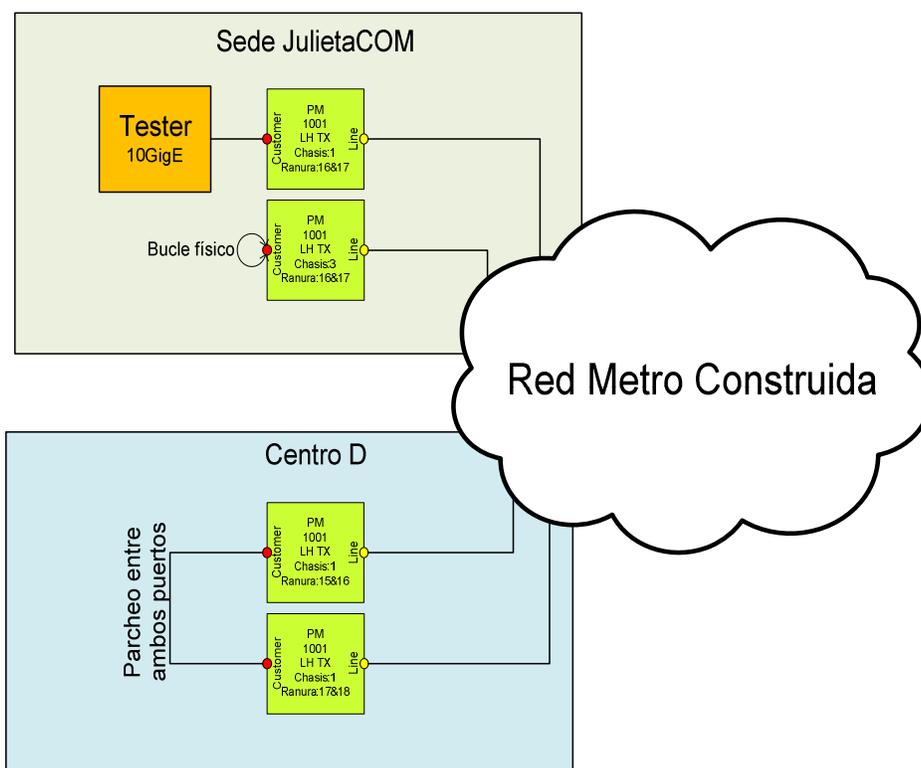


Figura 60: Test de estabilidad propuesto

Se podría haber elegido cualquier otro circuito 10GigE (1+1) para realizar una prueba de estabilidad de todo el anillo o incluso un STM-16 (1+1), velocidad o tipo de trama es indiferente a la hora de probar la estabilidad, lo importante es que el circuito pase por todos los elementos de red, es decir, que de la vuelta a todo el anillo.

Otra prueba importante relacionada con la estabilidad pero esta vez en el dominio de la frecuencia será el análisis del espectro óptico. Dicha medida se realiza con un analizador de espectro óptico (OSA) en algún puerto de monitorización que transporte la señal DWDM, es decir la señal óptica que transporta todos los canales de cliente cada uno en su frecuencia.

La medida realizada por el OSA mostrará la calidad de las portadoras en base a su relación señal-ruido (SNR), potencia total transmitida, potencia por canal, también indicará si existe dispersión cromática¹⁴, aunque en distancias tan cortas en secciones de fibra óptica como las implementadas en este proyecto la dispersión cromática no es un problema.

La ventaja del OSA es su diseño basado en el principio de un medidor de potencia, lo que le permite medir la potencia óptica (y todas las características asociadas) con una precisión de hasta 0,5 dB. Por ello, el OSA es el mejor instrumento para medir características como la potencia total transmitida, potencia por canal, SNR, intermodulación (crosstalk) y generación espontánea de señales laterales (Four-Wave Mixing).

El único puerto de equipo que nos permitirá interconectar un OSA sin afectar al tráfico es el puerto MON en la tarjeta ROADM.

En los ROADM de la sede principal se concentrarán todas las longitudes de onda que transitan por el anillo, por lo tanto es un buen lugar para realizar el análisis de espectro.

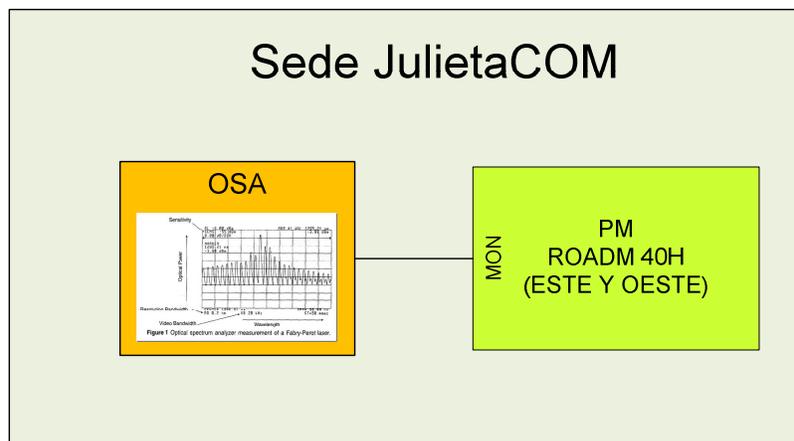


Figura 61: Interconexión de analizador de espectro óptico

5.12.3. Informes de comisión y de pruebas de estabilidad.

Todo el trabajo de configuración en cada uno de los nodos así como los informes generados por los instrumentos de medida se recogerá en un documento. Dicho documento, informe de la comisión, será parte de

¹⁴ http://en.wikipedia.org/wiki/Optical_dispersion

la documentación al cliente, JulietaCOM, y vendrá a representar la configuración “de fábrica” y las pruebas a las que se ha sometido el producto que se le entrega al cliente.

Sobre la configuración a detallar en el informe de comisión, ya se han detallado en apartados previos la configuración que se debe cargar en los nodos.

Las pruebas realizadas en los puertos eléctricos del tipo E1, FastEthernet y E3 se recogerán en una tabla sencilla como la mostrada a continuación que contiene algunos ejemplos.

Emplazamiento	Identificador de Nodo	Tarjeta	Puerto	Tipo de puerto	Velocidad	Test
Centro D	Centro_D_AMU01	ASC102 / Ranura 4	1	E1	2Mbps	Favorable
Centro C	Centro_C_AMU01	ASC111 / Ranura 4	5	E3	33Mbps	Favorable
Centro E	Centro_E_AMU01	ASC105 / Ranura 5	5	FastEthernet	100Mbps	Favorable

Tabla 11: Resultado de testeo de puertos eléctricos

Como se observa los test en los puertos eléctricos sólo pretenden conocer si el puerto funciona o no

Los resultados de las pruebas de sensibilidad, potencia y estabilidad realizadas sobre los puertos ópticos individualmente recogerán bastante más información que los eléctricos.

En la tabla 12 se expone una tabla que contiene un ejemplo de cada tipo de puerto de cliente a probar:

Emplazamiento	Identificador de Nodo	Tarjeta	Puerto	Tipo de puerto	Velocidad	Ventana (nm)	Sensibilidad RX (dB) medida	Potencia TX (dB) medida	Sensibilidad RX según fabricante	Potencia TX según fabricante (dBm)	RX dentro de especificaciones	TX dentro de especificaciones	Test estabilidad del puerto (30 min)
Centro D	Centro_D_AMU01	ASC109 / Ranura 3	1	STM-1	155Mbps	1310	-31,3	-14,3	≤-28	De -15 a -8	Sí	Sí	Favorable
Centro E	Centro_E_AMU01	ASC109 / Ranura 3	1	STM-4	622Mbps	1310	-29,7	1,6	≤-28	De -3 a +2	Sí	Sí	Favorable
Centro E	Centro_E_EKI01	PMC1008 / Ranura 15&16	S1	GigE	1000Mbps	1310	-24,8	-3,6	≤-22	De -9 a -3	Sí	Sí	Favorable
Centro B	Centro_B_EKI01	PMC1008 / Ranura 10&11	S1	STM-16	2.5 Gbps	1310	-19,2	-3,3	≤-18	De -10 a -3	Sí	Sí	Favorable
Centro B	Centro_B_AMU01	ASC110 / Ranura 1	1	STM-16	2.5 Gbps	1310	-18,4	-3,5	≤-18	De -10 a -3	Sí	Sí	Favorable
Centro A	Centro_A_EKI01	PM1001 / Ranura 6&7	Cust	10G	10 Gbps	1310	-16,1	-2,9	≤-14	De -6 a -1	Sí	Sí	Favorable
Centro A	Centro_A_EKI01	PM1001 / Ranura 6&7	Line	10G	10 Gbps	1550	-18,9	-3,4	≤-18	De -3 a -5	Sí	Sí	Favorable

Tabla 12: Resultado de testeo de puertos ópticos

Sobre los test de estabilidad de la red:

- Test de estabilidad 10GigE
 - El test de 10GigE sobre el anillo debe tener una duración mínima de 24horas
 - Debe realizar pruebas de ancho de banda con diferentes tamaños de trama Ethernet, desde 64K hasta 12000K (las tramas jumbo se admitirán)
 - Debe realizar pruebas de latencia
 - Test de pérdidas de trama, los errores en Ethernet se traducen en pérdidas de tramas.

- Test de espectro óptico
 - Se comprobará en número de canales y las correspondientes longitudes de onda transmitidas
 - Se comprobará que no haya diafonía entre canales (la diafonía se define como el rechazo en dB de un canal frente a los otros)
 - Medida de relación óptica señal a ruido (OSNR) por longitud de onda transmitida

En resumen, comprobar que se transmiten todos los canales que tienen conexión en el multiplexor, que se transmiten todos más o menos a la misma potencia, que no se salen de las frecuencias asignadas y que la relación señal a ruido está dentro de especificaciones (entre 20 y 25dB por canal)

Los ingenieros de SIR también recogerán datos de la instalación física realizada por los instaladores, cruzarán la realidad de la instalación con lo que se ha diseñado en este proyecto, el fin de dicha inspección es generar el documento “as-built” que también forma parte de la filosofía llave en mano. La documentación “as-built” se expondrá en posteriores secciones.

5.13. Capítulo 13. Formación y Soporte

Una parte importante de la responsabilidad adquirida por ISR como parte del servicio ofrecido a su cliente, JulietaCOM, será la interlocución con los fabricantes de la tecnología instalada para definir un plan de formación para técnicos e ingenieros de JulietaCOM así como la definición de un plan de soporte, que en esencia consistirá en una primera fase en dedicar personal especializado del fabricante en la organización de gestión de red de JulietaCOM y en una segunda fase en un centro de apoyo remoto especializado (Niveles 2 y 3)

5.13.1. Plan de formación personal técnico de JulietaCOM

El plan de formación de debe llevar a cabo en paralelo con la implementación de red. La idea es que una vez la red esté lista para entrar en producción, el personal responsable de gestionarla dentro la organización de JulietaCOM esté formado en las nuevas tecnologías de las que tendrá que hacerse cargo.

En primer lugar a la hora de definir los cursos a preparar por los fabricantes, se han de definir los perfiles del personal de JulietaCOM que operará los sistemas de transmisión recién implementados:

- Técnico de campo: Personal dedicado a la operación y mantenimiento físico sobre el sistema de transporte, sus principales tareas y misiones son:
 - Atención in situ al emplazamiento donde está el sistema instalado

- Instalación de nuevos módulos o tarjetas sobre nodos existentes cuando sea necesario por necesidades de la red
- Familiarizado con medidas en campo (eléctricas, ópticas, test de circuitos, OTDR, OSA, etc)
- Sustitución de módulos averiados
- Conexión en modo local a los elementos de red con CIT
- Seguirá instrucciones del operador de red remoto, quien guiará en todo momento sus acciones ante una avería
- Realizará las pruebas de aceptación en local para integrar nuevos sistemas en red.
- **Operador de red:** Personal dedicado a la operación y mantenimiento remoto sobre el sistema de transporte, trabajará en el centro de gestión de red de JulietaCOM, sus principales tareas y misiones son:
 - Monitorización de los elementos de red
 - Analizar fallos en nodos y fallos en circuitos
 - Definición de plan de acción para cada avería
 - Documentación de la avería
 - Servirá de guía a los técnicos en aquellas averías que requieran presencia de técnicos de campo
 - Familiarizado con medidas en campo (eléctricas, ópticas, test de circuitos, OTDR, OSA, etc)
 - Realizará las pruebas de aceptación en remoto para integrar nuevos sistemas en red.
- **Diseñador de circuitos:** Personal dedicado al diseño y documentación de servicios de cliente en los sistemas de transmisión, sus principales tareas y misiones son:
 - Monitorización de la capacidad en los sistemas
 - Creación y documentación de circuitos SDH
 - Creación y documentación de circuitos DWDM
 - Documentar nuevos sistemas de red en sistemas internos de producción
- **Especialista de servicios técnicos:** Personal dedicado al soporte del resto de personal técnico, sus principales tareas y misiones son:
 - Analizar fallos complejos en nodos y en circuitos
 - Definición de plan de acción para averías complejas
 - Documentación de la avería y documentación de la solución
 - Servirá de guía al resto de equipos técnicos en aquellos casos que requieran su soporte
 - Familiarizado con medidas en campo, gestión de red y provisión de circuitos
 - Determinará cuando será necesario pedir soporte externo cuando un determinado problema no se pueda o no se sepa resolver con los recursos internos.

Por tanto, se han de preparar 8 cursos diferentes, uno por grupo y por fabricante.
El contenido de los cursos, en función del grupo y del fabricante será el siguiente:

Curso Ekinops para técnicos de campo, contenido:

- Presentación de módulos y chasis
- Utilización del CIT
- Instalación
 - Instalación física de nuevos módulos
 - Provisión vía CIT de los nuevos módulos
 - Asociación local de circuitos en PMC1008DC-TT
 - Cableado
- Mantenimiento
 - Diagnostico de fallos en función de LEDs de los módulos

- Diagnostico de fallos a través del CIT
- Taréas periódicas de mantenimiento preventivo (backup de bases de datos, cambio de filtro de polvo, etc)

Curso de AMU para técnicos de campo, contenido:

- Presentación de tarjetas y chasis
- Utilización del CIT
- Instalación
 - Instalación física de nuevas tarjetas
 - Provisión vía CIT de las nuevas tarjetas
 - Cros-conexiones locales
 - Cableado
- Mantenimiento
 - Diagnostico de fallos en función de LEDs de los módulos
 - Diagnostico de fallos a través del CIT
 - Taréas periódicas de mantenimiento preventivo (backup de bases de datos, cambio de filtro de polvo, etc)

Curso Ekinops para operadores de red, contenido:

- Presentación de módulos y chasis
- Sobre el gestor de red:
 - Entorno de gestor
 - Creación de un mapa
 - Mapeado de un nuevo elemento de red por IP
 - Lectura de alarmas en elemento de red
 - Acciones a realizar en función de la alarma
 - Lectura de históricos de alarmas
 - Backup de base de datos de elemento de red
 - Restauración de bases de datos en elemento de red
 - Realización, borrado y editado de asociaciones
 - Configuración de bucles
 - Medidas de calidad
 - Provisión de nuevos módulos

Curso de AMU para operadores de red, contenido:

- Presentación de tarjetas y chasis
- Sobre el gestor de red:
 - Entorno de gestor
 - Creación de un mapa
 - Mapeado de un nuevo elemento de red por OSI
 - Lectura de alarmas en elemento de red
 - Acciones a realizar en función de la alarma
 - Lectura de históricos de alarmas
 - Backup de base de datos de elemento de red
 - Restauración de bases de datos en elemento de red
 - Realización, borrado y editado de cros-conexiones

- Configuración de bucles
- Medidas de calidad
- Supervisión de circuitos extremo a extremo
- Supervisión de la sincronización
- Provisión de nuevas tarjetas
- Configuraciones de las protecciones SDH

Curso Ekinops para diseñador de circuitos, contenido:

- Presentación de módulos y chasis
- Sobre el gestor de red:
 - Entorno de gestor
 - Creación de un mapa
 - Realización, borrado y editado de asociaciones

Curso de AMU para diseñador de circuitos, contenido:

- Presentación de tarjetas y chasis
- Sobre el gestor de red:
 - Entorno de gestor
 - Realización, borrado y editado de cros-conexiones
 - Supervisión de circuitos extremo a extremo

Curso Ekinops para especialista de servicios técnicos, contenido:

- Presentación de módulos y chasis
- Utilización del CIT
- Instalación
 - Instalación física de nuevos módulos
 - Provisión vía CIT de los nuevos módulos
 - Asociación local de circuitos en PMC1008DC-TT
- Mantenimiento
 - Diagnostico de fallos en función de LEDs de los módulos
 - Diagnostico de fallos a través del CIT
- Sobre el gestor de red:
 - Entorno de gestor
 - Creación de un mapa
 - Mapeado de un nuevo elemento de red por IP
 - Lectura de alarmas en elemento de red
 - Acciones a realizar en función de la alarma
 - Lectura de históricos de alarmas
 - Backup de base de datos de elemento de red
 - Restauración de bases de datos en elemento de red
 - Realización, borrado y editado de asociaciones
 - Configuración de bucles
 - Medidas de calidad
 - Provisión de nuevos módulos

Curso de AMU para especialista de servicios técnicos, contenido:

- Presentación de tarjetas y chasis
- Utilización del CIT
- Instalación
 - Instalación física de nuevas tarjetas
 - Provisión vía CIT de las nuevas tarjetas
 - Cros-conexiones locales
- Mantenimiento
 - Diagnostico de fallos en función de LEDs de los módulos
 - Diagnostico de fallos a través del CIT
- Sobre el gestor de red:
 - Entorno de gestor
 - Creación de un mapa
 - Mapeado de un nuevo elemento de red por OSI
 - Lectura de alarmas en elemento de red
 - Acciones a realizar en función de la alarma
 - Lectura de históricos de alarmas
 - Backup de base de datos de elemento de red
 - Restauración de bases de datos en elemento de red
 - Realización, borrado y editado de cros-conexiones
 - Configuración de bucles
 - Medidas de calidad
 - Supervisión de circuitos extremo a extremo
 - Supervisión de la sincronización
 - Provisión de nuevas tarjetas
 - Configuraciones de las protecciones SDH

5.13.2. Plan de soporte

El plan de soporte en ambas tecnologías, ALU y Ekinops, se estructurará en dos fases. La primera fase consistirá en asignar un ingeniero del fabricante en casa del cliente durante los tres primeros meses de vida de la red, y la segunda fase consistirá en un periodo de soporte hasta nivel 4 durante los dos años siguientes de vida de la red en servicio. Estos aspectos habrán sido negociados por ISR con los fabricantes de tecnología durante la etapa de compra de los sistemas.

Como norma general y para facilitar la entrada de un producto en un cliente por primera vez, dicho soporte es gratuito. En este proyecto así se contempla.

Los ingenieros a asignar en casa del cliente, cuyo rol se denomina comúnmente “on-site support engineer” o familiarmente “babysitter”, serán personal propio de los fabricantes y tendrán experiencia en este tipo de misiones, sus principales tareas serán:

- Ser el primer punto de contacto entre JulietaCOM y los fabricantes de los sistemas
- Identificar los eventuales problemas en sus plataformas, resolverlos y escalarlos cuando sea necesario al grupo apropiado dentro de su organización
- Instruir a través de soluciones en casos reales al personal de JulietaCOM
- Disponibilidad permanente fuera del horario de trabajo para incidencias acaecidas fuera de horas comerciales

La fase dos, una vez concluido el periodo de residencia del “babysitter” en casa del cliente consistirá en proveer al cliente con un centro de soporte o “helpdesk” accesible telefónicamente, permanente y gratuito durante los dos primeros años. Dicho “helpdesk” tendrá las principales características:

- Disponibilidad telefónica 24 horas
- Posibilidad de conexión remota con plataforma de gestión de cliente
- Escalado interno de incidencias en caso necesario a grupos de especialistas superiores dentro de su propia organización (Nivel 2, 3 y 4)
- Desplazamientos de técnicos a casa de cliente cuando el centro de soporte así lo requiera
- Desplazamientos de técnicos a campo cuando el centro de soporte así lo requiera

La resolución de las incidencias estará garantizada hasta el final, incluso si requiere remplazo de hardware o nuevos paquetes de software.

Se habrá acordado un SLA con el proveedor de hardware resolución de incidencias dentro de unos tiempos.

El nivel de soporte fuera de los dos primeros años lo negociará directamente el cliente, JulietaCOM con los proveedores de hardware. Desde ISR se aconseja no contratar un servicio tan exclusivo y dedicado como el que se tendrá los primeros dos años de vida de la red, pero sí contratar al menos un número mínimo de asistencias gratuitas por año. En función de la experiencia de los dos primeros años el cliente podrá estimar oportuno cuál será ese número de asistencias incluidas por año.

5.14. Capítulo 14. Test de aceptación de red e integración de los sistemas en plataforma de gestión

Esta fase se llevará a cabo justo después de la comisión de los sistemas instalados, es la última fase de la implementación, por lo tanto es el paso previo a la entrada en producción de la red.

Esta etapa se deberá realizar con personal de ISR tanto en campo como en el centro de gestión y personal de JulietaCOM (operadores de red ya formados) en el centro de gestión, con la supervisión del “babysitter”.

El motivo de involucrar a las tres partes en esta etapa es porque aunque estas tareas sean responsabilidad de ISR como entrega del proyecto llave en mano, las plataformas de gestión ya existentes son propiedad de JulietaCOM¹⁵, y por tanto solamente personal de JulietaCOM está autorizado a operar sus propios sistemas de gestión. En cualquier caso ISR liderará los pasos a seguir durante este período.

El objetivo principal de esta fase es verificar que los equipos se gestionan correctamente desde el centro de gestión de red de JulietaCOM así como dejar construidos, provisionados y probados todos los circuitos de cliente que formarán parte de la red desde el día uno de su entrada en producción.

Otra tarea importante a llevar a cabo en esta fase es la prueba de las protecciones de los sistemas SDH, para ello se emularán fallos de red como por ejemplo cortes de fibra.

¹⁵ Se asume que el cliente tiene las plataformas de gestión disponibles en su centro de gestión de red, es decir, este proyecto no abarca la instalación de la plataforma de gestión en el centro de operación y soporte de red, sino la integración de los elementos de red en plataformas de gestión ya existentes en el centro de operaciones

5.14.1. Alta de nodos en plataforma de gestión y test básico de alarmas

De manera individual se irán añadiendo los diferentes nodos a los sistemas de gestión, ISR propone una lista de comprobaciones a realizar que JulietaCOM debe validar y posteriormente verificar cuando se lleven a cabo.

Las tablas 13 y 14 muestran la lista de pruebas de aceptación a realizar en función del fabricante.

Ejemplo de pruebas de aceptación de equipo Ekinops

Caso	Descripción del test	Comprobado	
1	<i>Comunicaciones con elemento de red y pruebas básicas</i>		
	Conexión con elemento de red	Sí	
	Dirección IP	La que aplique	Sí
	Máscara de subred	La que aplique	Sí
	Usuario de acceso	admin	Sí
	Identificador	El que aplique	Sí
	Versión de software	R5.2	Sí
	DCN	DCC/OSC	Sí
	Configuración de hora y fecha		Sí
	Reporte de alarmas activo		Sí
	Puertos no utilizados no monitorizados		Sí
	Configuración de arranque salvada		Sí
2	<i>Provisión de circuitos y prueba sin error</i>		
	10G	Sí	
	2.5G	Sí	
3	<i>Verificación de fuerza</i>		
	Entrada redundante de corriente continua	Sí	
	Reporte de alarmas de fuerza	Sí	
4	<i>Conmutación de la protección MSP</i>		
	Conmutación Manual	Sólo aplica en SDH	No aplica
	Conmutación Automática	Sólo aplica en SDH	No aplica
5	<i>Alarma LOS (Lost Of Signal) en puertos de cliente y línea</i>		
	Línea LOS	Sí	
	Cliente LOS	Sí	
	Recepción de alarmas LOS	Sí	

Tabla 13: Ejemplo de pruebas de aceptación para nodo Ekinops

Ejemplo de pruebas de aceptación de equipo AMU

Caso	Descripción del test	Comprobado	
1	<i>Comunicaciones con elemento de red y pruebas básicas</i>		
	Conexión con elemento de red	Sí	
	Dirección OSI	La que aplique	Sí
	Usuario de acceso	admin	Sí
	Identificador	El que aplique	Sí
	Versión de software	R5.0.1	Sí
	DCN	DCC embebido	Sí
	Configuración de hora y fecha		Sí
	Reporte de alarmas activo		Sí
	Puertos no utilizados no monitorizados		Sí
	Configuración de arranque salvada		Sí
2	<i>Provisión de circuitos y prueba sin error</i>		
	STM-4	Sí	
	STM-1	Sí	
	FastEthernet	Sí	
	E-3	Sí	
	E-1	Sí	
3	<i>Verificación de fuerza</i>		
	Entrada redundante de corriente continua	Sí	
	Reporte de alarmas de fuerza	Sí	
4	<i>Conmutación de la protección MSP</i>		
	Conmutación Manual	Sí	
	Conmutación Automática	Sí	
5	<i>Alarma LOS (Lost Of Signal) en puertos de cliente y línea</i>		
	Línea LOS	Sí	
	Cliente LOS	Sí	
	Recepción de alarmas LOS	Sí	

Tabla 14: Ejemplo de pruebas de aceptación para nodo AMU

5.14.2. Construcción y prueba de circuitos. Pruebas de conmutación SDH

Todos los circuitos de cliente que se entregarán como parte del proyecto, detallados en el apartado 5.01.1.7., se han de probar cuidadosamente. De hecho, como norma de calidad, los posteriores circuitos que JulietaCOM pueda construir entre su sede y los diferentes centros de negocio, han de ser probados para garantizar una calidad al usuario final.

Hay que destacar una importante funcionalidad inherente a la tecnología SDH y que no está presente de manera natural en DWDM.

SDH nació como una tecnología muy robusta de transmisión, si una red SDH había sido bien diseñada, con suficientes redundancias es muy difícil sufrir una pérdida de servicio, pues por defecto, en topologías SDH de anillo o más malladas aún, como una topología en estrella, SDH siempre tiene algún camino alternativo por si uno de sus agregados se cae por corte de fibra o por algún otro motivo, en SDH estas protecciones por conmutación de tráfico se conocen como SNCP (SubNetwork Connection Protection) o MSPring (Multi Section Protection Ring). Es decir, en SDH se produce una conmutación en el trayecto de los circuitos creados entre dos puntos.

Cuando un cliente pide en SDH por ejemplo un circuito STM-4 con protección de puerto, está pidiendo en realidad un STM-4 (1+1), pero esto no quiere decir que se le esté entregando dos STM-4, sino que el punto de entrega está protegido y redundado en dos puertos y que además, por la propia arquitectura de la red SDH, el trayecto del circuito entre sus dos extremos estará protegido.

¿Cómo puede emular esto DWDM? Pues ya que no existen conmutadores de longitudes de onda, al menos no se han implementado en este proyecto, la única forma de asemejar la solicitud de un circuito STM-n (1+1) pedida por el cliente y construido directamente sobre longitudes de onda es facilitarle la capacidad dedicada al cliente en rutas redundantes y puertos independientes, por eso, en este proyecto, cuando el cliente ha pedido circuitos STM-16 o 10G, que por su alta capacidad no pueden ser entregados a través de un AMU, con protección en ruta y entrega (1+1), no ha quedado más remedio que construir dichos circuitos por ambos lados del anillo, para dotarles de redundancia física real, y entregarlos en puertos independientes.

Esta explicación se ha de tener en cuenta a la hora de testear los circuitos, pues aquellos construidos directamente sobre longitudes de onda se han de probar de forma independiente y aislada del circuito al que están protegiendo, como ejemplo decir que un 10G (1+1) construido sobre canales Ekinops se probará como dos circuitos independientes de 10G, uno por el lado este y otro por el lado oeste del anillo, sin embargo, por continuar con el ejemplo, un circuito STM-4 (1+1) entregado a través del AMU se probará de manera diferente, forzando conmutación del trayecto y conmutación del puerto, emulando fallas de red. En definitiva en SDH también se le está reservando la capacidad al cliente por una ruta alternativa, pero no está siempre funcionando como en el caso de los circuitos permanentes redundados sobre DWDM, sino que SDH conmuta y revierte toda la capacidad por otra ruta sólo cuando se necesite.

ISR desconoce cuál será el fin de dichos circuitos, no se sabe cuáles de ellos serán usados como extensión de su red troncal, no se sabe cuántos de ellos servirán para interconectar sus enrutadores o conmutadores con los clientes de los centros de negocio para venderles tránsito IP. Tampoco se sabe cuáles serán dedicados para intercambio de paquetes IP con otros operadores, lo que se conoce como "peering", en definitiva, hay cantidad de incógnitas que forman parte de la estrategia de negocio de JulietaCOM y que sus proveedores, como ISR, no tienen porqué saber.

En cualquier caso, tanto si los circuitos tienen planes de ser interconectados con otros circuitos de la red troncal o no, de cara a las pruebas de este proyecto, sólo lo equipado como parte de este proyecto será testado. Estas

pruebas son fáciles para los circuitos construidos directamente sobre la red DWDM, sin embargo no es tan sencillo para aquellos que han sido construidos sobre la red SDH (AMUs), ya que como se ha podido observar en las figuras 39 y 51, la interconexión de los AMUs en la sede JulietaCOM se hace directamente en nodos de jerarquía superior SDH, denominados en dichas figuras “red SDH de JulietaCOM”. Por lo tanto, habrá que buscar un método para poder “bajar” en la sede de JulietaCOM esos circuitos SDH construidos a través de los diferentes AMUs para poder así probarlos dentro del dominio metropolitano estrictamente.

El grupo de diseño de circuitos de JulietaCOM tendrá que colaborar con ISR durante la ejecución de estas pruebas para, o bien terminar dichos circuitos en puertos físicos de algún sistema SDH ya existente dentro de la sede principal de JulietaCOM, o bien realizar bucles lógicos en dichos sistemas para poder probar con un analizador SDH desde los centros de negocios contra esos bucles toda la sección SDH construida sobre la nueva red.

En esencia, se han de medir:

- Entre JulietaCOM y el Centro de Negocio A:
 - 6x 10 GigEthernet (3 por el oeste + 3 por el este)
 - 2x STM-4, entrega: 1+1 (protegidos en puerto y en trayecto)
 - 4x FastEthernet, entrega: 1+0 (protegidos en trayecto)
- Entre JulietaCOM y el Centro de Negocio B:
 - 4x 10 GigEthernet (2 por el oeste + 2 por el este)
 - 8x STM-16, (4 por el oeste + 4 por el este)
 - 8x FastEthernet, entrega: 1+0 (protegidos en trayecto)
- Entre JulietaCOM y el Centro de Negocio C:
 - 8x GigEthernet, (8 por el oeste + 0 por el este)
 - 3x E3, entrega 1+0 (protegidos en trayecto)
 - 4x FastEthernet, entrega: 1+0 (protegidos en trayecto)
- Entre JulietaCOM y el Centro de Negocio D:
 - 1x 10 GigEthernet (1 por el oeste + 1 por el este)
 - 4x STM-1, entrega: 1+1 (protegidos en puerto y en trayecto)
 - 20x E1, entrega: 1+0 (protegidos en trayecto)
- Entre JulietaCOM y el Centro de Negocio E:
 - 16x GigEthernet (0 por el oeste + 16 por el este)
 - 2x STM-4, entrega: 1+1 (protegidos en puerto y en trayecto)
 - 4x FastEthernet, entrega: 1+0 (protegidos en trayecto)

Pruebas de protecciones en trayecto.

Cada AMU tendrá definido uno de sus agregados como activo (worker) y el otro como protección del activo o pasivo (protect). Los diseñadores de circuitos construirán las rutas por defecto por el lado activo. Cuando se testeen los circuitos dependientes del AMU: STM-4, STM-1, FastEthernet, E3 y E1 se forzará en algún momento una conmutación de tráfico, bastará con desconectar manualmente el cableado óptico del agregado activo, el AMU interpretará dicha desconexión como lo que es, una discontinuidad con el nodo remoto, y volcará todo su tráfico de cliente por el lado de protección, esto se traducirá en el análisis del circuito como una pérdida de trama, dicha anomalía, por convención SDH, no debe ser superior a 50milisegundos.

Pruebas de protecciones en puerto.

Estas pruebas sólo aplican a los STM-1 y STM-4, entregados todos como 1+1 y dependientes de los AMUs.

Para realizar esta prueba se necesitan dos analizadores corriendo en paralelo, uno conectado al puerto activo y otro conectado al puerto de backup.

En condiciones normales, el que está conectado al puerto de backup dará errores, pues sus tramas no se están transmitiendo, mientras que el conectado al puerto activo debe dar un test limpio, pues deberá estar viendo el bucle del otro extremo del circuito.

Si desconectamos la transmisión del analizador que está conectado a la recepción del puerto activo, el AMU interpretará que existe algún error en el puerto del cliente, o que la recepción de su interfaz óptico de recepción se ha averiado, por lo tanto habilitará el puerto que protege al activo y de modo que el analizador conectado al puerto de protección será el que empiece a presentar un test limpio.

Por descontado que en condiciones normales, cuando es el puerto activo el que esté funcionando, el AMU, si tiene configurado un esquema de protección 1+1 de puerto óptico de cliente, esperará una señal de cliente en el puerto de protección, aunque esta no sea transmitida a ningún sitio. Será la forma de asegurarse que ante una eventual falla en el puerto activo, el puerto de protección estará listo para retransmitir la señal de cliente. Si hay configurado un esquema de protección 1+1 y no hay señal de cliente en el puerto de protección, el AMU presentará una alarma en dicho puerto (LOS: Lost Of Signal, Pérdida de Señal).

Por eso es necesario realizar esta prueba con dos analizadores, para emular una situación que se entiende, será la normal.

5.14.3. Paso a producción

Las pruebas de aceptación de red son el último paso previo antes del paso a producción.

Paso a producción significa que la red puede empezar a ser explotada por clientes y por tanto, su gestión pasa a ser responsabilidad del centro de operación de red.

Por lo tanto el paso a producción se podría considerar como el punto de inflexión entre el diseño y la fabricación (ingeniería) y el uso del producto (cliente)

Como norma general, el centro de operación de red recibirá una serie de documentación de la nueva red:

- Diseño de red
- Características de los elementos de red
- Proyecto de instalación
- Diagramas de Red
- Documentación as built
- Informes de las pruebas de comisión
- Informes de las pruebas de aceptación de red
- Protocolo de apertura y escalado de incidencias con todos los proveedores involucrados:
 - Fabricantes de hardware
 - Proveedor de fibra oscura
 - Proveedor de suministro eléctrico DC

Toda esta documentación garantizará que la red pueda ser operada y mantenida desde el centro de gestión con los estándares de calidad que JulietaCOM garantiza a sus clientes.

5.15. Capítulo 15. Documentación “as built”

Documentación as built se refiere a toda aquel conjunto de documentos que se generan en campo.

Bien es sabido que una cosa es lo que se diseña en un estudio, desde el puesto de trabajo de un arquitecto o ingeniero, y otra cosa lo que se implementa en la realidad. En multitud de ocasiones, por contingencias no planificadas, un proyecto en fase de implementación necesita pequeños reajustes que se salen de lo estrictamente diseñado en el proyecto, como por ejemplo una atenuación superior a la calculada en un vano entre dos emplazamientos a interconectar, cuya solución inmediata pasaría por instalar unas ópticas más potentes a las especificadas en el proyecto. Otro ejemplo podría ser un mal aprovisionamiento de consumibles como latiguillos, puertos de un panel óptico o eléctrico. Por añadir un último ejemplo, se planifica instalar una tarjeta en una ranura que está reservada para otra familia de tarjetas, por lo tanto hay que reasignar una ranura nueva, etc. Así se podría continuar con una lista bastante amplia de situaciones que se pueden dar en campo.

Lamentablemente en este proyecto, aunque se planifica una implementación, no se desarrolla en realidad, se queda todo en puro esbozo, por eso no será posible corregir los eventuales fallos que pudiera tener el diseño.

5.15.1. Elaboración de la documentación “as built”

Teniendo en cuenta como guía de montaje e instalación el propio proyecto, los técnicos de ISR contrastarán el contenido del diseño con lo que realmente se ha instalado, caso de que nada cambie con respecto al diseño, el propio diseño se puede considerar “as-built”, caso de haber cambios y/o correcciones, se genera un nuevo documento, ya sea gráfico o de texto, mostrando la realidad del montaje.

La colección de documentos “as-built” serán:

- Diagrama lógico de red (Figura 39)
- Diseño de chasis (Figura 40 a 44)
- Diseño de bastidores (Figura 45 a 50)
- Interconexiones entre tarjetas (Figuras 51 a 56)
- Documentación de la comisión, esta documentación ya es en sí mismo “as-built” porque está generada en campo
- Documentación de las pruebas de aceptación de red, al igual que el último punto, esta parte ya es “as-built” desde el minuto uno.
- Interconexiones entre puertos de cliente y paneles, ópticos o eléctricos
 - Esta parte, aunque se ha tenido en cuenta a la hora de contabilizar los latiguillos necesarios para la instalación, no se ha diseñado con detalle. No se ha diseñado porque no es relevante para la funcionalidad del sistema, sin embargo, sí es importante tener estos cableados documentados de cara a un buen mantenimiento. Por ese motivo, los instaladores de los sistemas de transmisión serán los responsables de terminar los puertos de cliente de los módulos Ekinops y de las tarjetas AMU en los paneles ópticos y eléctricos dedicados para este fin, documentarán dicho cableado en una tabla (ejemplo en la tabla 15), y dicha documentación pasará a formar parte de la colección de documentos “as-built”

Emplazamiento	Centro de Negocios C	
Huella	F/11	
Equipo	Centro_C_EKI01	
Ranura	13&14	
Tipo de tarjeta	PMC1008 DC-TT	
Puerto:	Destino:	
S1	Repartidor Óptico - RO 1 - Huella F/11	Posición: A1/B1
S2	Repartidor Óptico - RO 1 - Huella F/11	Posición: A2/B2
S3	Repartidor Óptico - RO 1 - Huella F/11	Posición: A3/B3
S4	Repartidor Óptico - RO 1 - Huella F/11	Posición: A4/B4
S5	Repartidor Óptico - RO 1 - Huella F/11	Posición: A5/B5
S6	Repartidor Óptico - RO 1 - Huella F/11	Posición: A6/B6
S7	Repartidor Óptico - RO 1 - Huella F/11	Posición: A7/B7
S8	Repartidor Óptico - RO 1 - Huella F/11	Posición: A1/B8
X1	OM40-u oeste (canal 28)	
X2	No equipado /No cableado	

Tabla 15: Ejemplo de documentación de cableado de puertos de cliente

5.15.2. Entrega de la documentación “as-built”

El acto de entrega de la documentación “as-built” por parte de ISR a JulietaCOM no será solamente un hecho necesario y relevante como parte del servicio llave en mano contratado, será también un acto simbólico, como la entrega de llaves de una vivienda recién comprada.

La entrega de la documentación, en cualquiera que sea el soporte que se acuerde, marcará el fin del trabajo realizado por ISR

5.16. Capítulo 16. Valoración económica

En algunos capítulos previos se han ido aportando datos sueltos de precios, alquiler de fibra, huellas, hardware, etc

En este capítulo se expondrá el coste total inicial de toda la implementación y el coste recurrente que aquellas partes que son alquiladas.

Se ha de tener en cuenta que los precios facilitados no son precios oficiales de fabricante o proveedor de servicios.

Los costes de proveedores de servicios e infraestructuras se han creado a partir de aproximaciones a precios reales que a día de hoy ofrecen proveedores como Interxion, Telvent en lo que se refiere a alquiler de huellas en CPDs e Iberdrola o Unión Fenosa en lo que se refiere a alquiler de fibra óptica en ámbito metropolitano. De manera análoga los precios de los sistemas de alimentación DC y sistemas de transmisión son costos que los mismos fabricantes tienen acordados entre la empresa para la que trabaja el autor y los mismos fabricantes, con esto se quiere significar que los precios no son únicos para cada todos los clientes, dependerá del volumen de

compra y de otros factores comerciales. Si bien la valoración aportada se aproximará mucho a la realidad, ya la variación de precios de estos fabricantes para distintos clientes tiene un arco de $\pm 15\%$.

Hasta el momento se han aportado todos los costes parciales de cada pieza que compone el proyecto, a continuación se resumen:

Partida	Pago único	Coste anual
Alquiler de Fibra oscura a 15 años Sección 5.2.1.2.	297.500,00 €	10.412,50 €
Alquiler de huellas Sección 5.2.2.2.		112.248,00 €
Equipos y consumibles Tabla 8	1.020.420,00 €	
Montaje Sección 5.2.11	8.320,00 €	
Minuta ISR Diseño, integración, aceptación y documentación de la red	80.000,00 €	
Total	1.406.240,00 €	122.660,50 €

Tabla 16: Valoración económica de todo el proyecto

Tal y como se puede comprobar en la última tabla, la inversión a realizar es elevada. Se sobreentiende que el cliente habrá realizado un caso de negocio con resultado favorable en base a valoraciones previas ofertadas por ISR y otras ingenierías.

La oferta que en su día presentó ISR a JulietaCOM para implementar el proyecto no debería diferir mucho de los datos presentados en la tabla 16.

5.17. Capítulo 17. Conclusiones

Este trabajo ha planteado el diseño y la implementación de una infraestructura de telecomunicaciones para un cliente ficticio. El objetivo del cliente es extender el alcance de una red troncal ya existente de dominio nacional a un dominio metropolitano.

Se ha tenido en cuenta la alta disponibilidad de la solución propuesta, aspectos como: repuestos de sistemas críticos, topología de red basada en rutas totalmente redundantes, garantía de suministro eléctrico y SLAs negociados con terceras partes forman parte del contenido de este TFC.

Se ha planteado una solución en base a unas necesidades iniciales del cliente si bien la solución es escalable, la capacidad utilizada del sistema implementado está en torno al 15% (14 longitudes de onda utilizadas de 40 posibles). Por lo tanto el cliente podrá seguir desarrollando su negocio con inversiones mucho menores, ya que la inversión inicial es la más fuerte.

Se ha presentado una solución basada en elementos de hardware reales para un esquema de red física de fibra óptica ficticio pero aproximado a la realidad en base a características reales de la fibra óptica.

La solución diseñada es fiable, escalable y muy costosa, por lo que su viabilidad dependerá de un plan de negocio bien elaborado.

En opinión del autor el TFC bien podría ser una guía de referencia para una implementación real con características parecidas a las que aquí se presentan, no obstante, cualquier operador de telecomunicaciones en el mundo real no deja toda la ingeniería de su red a una empresa externa, ya que es un departamento clave en el negocio que tiene muchas otras sinergias con otros grupos internos de la compañía, como marketing, producto, operaciones y ventas.

En referencia al apartado 5.2.12.1, en lo que a prueba de puertos se refiere el documento no pretende ser un manual de laboratorio ni un procedimiento paso a paso a seguir por técnicos o ingenieros. Se sobrentiende que la implementación y las pruebas se llevarán a cabo por profesionales que saben hacer su trabajo e interpretar documentación técnica, sin embargo, el autor considera interesante ahondar en el proceso de las pruebas sobre puertos ópticos para que la memoria del proyecto no quede muy superficial en este aspecto.

6. Glosario

10GigaEthernet.- Estándar Ethernet a 10Gigabit/s

AC.- Altern Current. Corriente Alterna

ATM.- Asynchronous Transfer Mode. Modo de transferencia asíncrono, tecnología de telecomunicaciones para transmisión de celdas (paquetes de tamaño fijo).

Backscatter.- Fenómeno físico que consiste en la reflexión de partículas

CLI.- Command-Line Interface. Interfaz de línea de comandos, es un método que permite a las personas dar instrucciones a algún programa informático por medio de una línea de texto simple.

CPD.- Centro de Proceso de Datos. Ubicación de los recursos necesarios para el procesamiento de información de una organización

Crosstalk.- Diafonía. Fenomeno que se produce entre dos circuitos cuando parte de las señales presentes en uno de ellos, considerado perturbador, aparece en el otro, considerado perturbado.

CWDM.- Coarse Wavelength Division Multiplexing. Multiplexación por división en longitudes de onda ligera. Es una técnica de transmisión de señales a través de fibra óptica que pertenece a la familia de multiplexion por división de longitud de onda (WDM). Capaz de transmitir hasta 8 longitudes de onda.

DC.- Direct Current. Corriente continua

DCC.- Data Communications Channel. Canal de comunicaciones de datos, se utiliza para transmitir la gestión de los sistemas de telecomunicaciones.

DCN.- Data Communications Network. Red de comunicaciones de datos, red que administra la gestión de los sistemas de telecomunicaciones.

DS3.- Digital Signal 3. Señal Digital 3, Canal de comunicaciones síncrono de 45Mbps

DWDM.- Dense Wavelength Division Multiplexing. Multiplexación por división en longitudes de onda densa. Es una técnica de transmisión de señales a través de fibra óptica que pertenece a la familia de multiplexion por división de longitud de onda (WDM). Capaz de transmitir hasta 160 longitudes de onda.

E1.- Canal de comunicaciones síncrono de 2Mbps

E3.- Canal de comunicaciones síncrono de 33Mbps

FastEthernet.- Estándar Ethernet a 100Mbps

FC.- Fibre Chanel. Canal de Fibra, canal de comunicaciones de 1Gbps de capacidad utilizado en redes de almacenamiento.

Four-Wave Mixing.- Mezcla de cuatro longitudes de onda. Fenomeno de intermodulación en redes ópticas.

Frame Relay.- Es una técnica de comunicación mediante retransmisión de tramas para redes de circuito virtual

FTTx.- Fiber to the X. Fibra hasta... Técnica de acceso de fibra óptica a viviendas, edificios, calles

GigaEthernet.- Estándar Ethernet a 1Gbps

IP.- Internet Protocol. Protocolo de Internet, es un protocolo no orientado a conexión usado tanto por el origen como por el destino para la comunicación de datos a través de una red de paquetes conmutados no fiable de mejor entrega posible sin garantías.

IRU.- Indefeasible right of use. Derecho de uso inexcusable, acuerdo entre operadores para intercambio de infraestructuras o capacidad a largo plazo.

Long Haul.- Larga distancia, hace referencia a circuitos de larga distancia.

LOS.- Lost Of Signal. Pérdida de señal, alarma que presentan los sistemas de telecomunicaciones cuando no reciben señal a la entrada de un puerto.

MAC.- Media Access Control. Control de acceso al medio, en redes de ordenadores la dirección MAC (siglas en inglés de Media Access Control o control de acceso al medio) es un identificador de 48 bits (6 bloques hexadecimales) que corresponde de forma única a una ethernet de red. Se conoce también como la dirección física en cuanto a identificar dispositivos de red. Es individual, cada dispositivo tiene su propia dirección MAC determinada y configurada por el IEEE (los últimos 24 bits) y el fabricante (los primeros 24 bits) utilizando el OUI.

MAN.- Metropolitan Area Network. Red de área metropolitana

MMR.- Meet-Me Room. En CPDs hace referencia a la sala donde los clientes se interconnectan entre sí.

NSAP.- Network Service Access Point. Punto de acceso de la red de servicio, etiqueta de identificación de area en direccionamiento OSI

NOC.- Network Operation Center. Centro de operaciones de red, es uno o más sitios desde los cuales se efectúa el control de las redes de computación, transmisión de televisión o telecomunicaciones.

OSA.- Optical Spectrum Analyzer. Analizador de espectro óptico, instrumento de medida para medir una señal WDM en el dominio de la frecuencia.

OSI.- Open System Interconnection. El modelo de referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos es el modelo de red descriptivo creado por la Organización Internacional para la Estandarización lanzado en 1984. Es decir, es un marco de referencia para la definición de arquitecturas de interconexión de sistemas de comunicaciones.

OSNR.- Optical Signal-To-Noise Ratio. Relación señal a ruido optica, en redes ópticas se trata del margen que hay entre la potencia de la señal que se transmite y la potencia del ruido que la corrompe. Este margen es medido en decibelios.

RITI.- Recinto de Instalaciones de Telecomunicación Inferior, se trata del cuadro de conexiones de telecomunicaciones de un edificio

ROADM.- Reconfigurable Optical add-drop Multiplexer. Multiplexor óptico de inserción y extracción configurable, se trata de un dispositivo utilizado en redes WDM que es capaz de enrutar longitudes de onda a partir de una configuración software.

SDH.- Synchronous Digital Hierarchy. Jerarquía digital síncrona, tecnología de transmisión síncrona.

SFP.- Small form-factor pluggable transceiver. Transceptor conectable, dispositivo electro-óptico que se utiliza como interfaz óptico en sistemas de telecomunicación

SLA.- Service Level Agreement. Acuerdo de nivel de servicio, es un contrato escrito entre un proveedor de servicio y su cliente con objeto de fijar el nivel acordado para la calidad de dicho servicio.

SM.- Single Mode. Monomodo, tipo de fibra óptica que sólo admite un haz de luz.

SNR.- Signal-To-Noise Ratio. Relación señal a ruido, se trata del margen que hay entre la potencia de la señal que se transmite y la potencia del ruido que la corrompe. Este margen es medido en decibelios.

SONET.- Synchronous optical networking. Red óptica síncrona, estándar americano de SDH

Spanning Tree.- es un protocolo de red de nivel 2 de la capa OSI. Su función es la de gestionar la presencia de bucles en topologías de red debido a la existencia de enlaces redundantes

STM-1.- Synchronous Transport Module. Módulo de Transporte Síncrono, unidad de transmisión básica de la Jerarquía Digital Síncrona (SDH), correspondiente al primer nivel básico. Velocidad 155,52Mbps

STM-16.- Synchronous Transport Module Nivel 16. Módulo de Transporte Síncrono de nivel 16, circuito de transmisión de la Jerarquía Digital Síncrona (SDH). Velocidad 2.488.320 Mbit/s

STM-4.- Synchronous Transport Module Nivel 4. Módulo de Transporte Síncrono de nivel 4, circuito de transmisión de la Jerarquía Digital Síncrona (SDH). Velocidad 622.080 Mbit/s

STM-n.- Synchronous Transport Module Nivel n-ésimo. Módulo de Transporte Síncrono de nivel no definido, cualquiera entre 1, 4, 16 o 64, circuito de transmisión de la Jerarquía Digital Síncrona (SDH).

TDM.- Time-Division Multiplexing. Multiplexación por división en el tiempo, tecnología de transmisión basada en la agregación de capacidad a enlaces de capacidad superior.

U.- Unidad de montaje en bastidores equivalente a 1,75 pulgadas

VC4.- Virtual Container 4. Contenedor virtual 4, Unidad de carga útil de un STM-1

WDM.- Division Multiplexing. Multiplexación por división en longitudes de onda. Es una técnica de transmisión de señales a través de fibra óptica.

XFP.- Es un 10G SFP

7. Bibliografía

DWDM Network Designs and Engineering Solutions por Ashwin Gumaste y Tony Antony
Primera edición, Diciembre 2002
ISBN: 1-58705-074-9

DWDM: Networks, Devices, and Technology por Stamatios V. Kartalopoulos
Primera edición 2003
ISBN: 0-471-26905-0

Sonet/SDH por Walter Goralski
Tercera Edición, 2002
ISBN: 0-07-222524-6

Fiber Optic Measurement Techniques por Rongqing Hui y Maurice O'Sullivan
Primera edición, 2009
ISBN: 978-0-12-373865-3

Documentación de producto Ekinops

Ekinops PM C1008MP Documentation - Date: August 5th 2010
Ekinops PM 1001LH-TX Documentation - Date: Sep 18th 2008
Ekinops C600 Documentation - Date: January 3rd 2005
Ekinops PM MGNT2 Documentation - Date: January 3rd 2005
Ekinops PM OAB-0-16-11 Documentation - Date: March 16th 2009
Ekinops PM OSC Documentation - Date: April 6th 2006
Ekinops PM APC Documentation - Date: April 6th 2006
Ekinops PM ETH Documentation - Date: Sep 18th 2008
Ekinops PM ROADM F40-H Documentation - Date: March 16th 2009
Ekinops RM OM40-O Documentation - Date: January 3rd 2005

Documentación de producto Alcatel-Lucent

1655 Access Multiplexer Universal
(Formerly Metropolis® AMU)
RELEASE 1.0 THROUGH 5.0
INSTALLATION GUIDE

365-312-848R5.0
CC109663757
ISSUE 1
MARCH 2008

1655 Access Multiplexer Universal
(Formerly Metropolis® AMU)
RELEASE 1.0 THROUGH 5.0
APPLICATIONS AND PLANNING GUIDE

365-312-847R5.0
CC109663724
ISSUE 2
MARCH 2008