

**Planificación para la Migración de Servicios FastEthernet
de Tecnología SDH a Metro Ethernet para un Cliente
Específico.**

Un Proyecto de Grado Elaborado Para Obtener El Título De Especialista
en Gerencia de Proyectos de Ingeniería en Telecomunicaciones
Universidad Santo Tomás, Bogotá

Carlos Andrés Arévalo Méndez
David Augusto Arévalo Pérez
Julián Albeiro Grisales Giraldo
Mayo 2015.

Copyright © 2015 por Carlos Arévalo, David Arévalo & Julián Grisales. Todos los derechos reservados.

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo a nuestros padres quienes con su apoyo incondicional, nos entregaron la fuerza necesaria para llevar a buen término la culminación del presente proyecto.

A nuestro profesor Rolando Ramos quien con su orientación y control nos ayudó semana a semana a desarrollar un proyecto con la mejor calidad posible.

A todas y cada una de las personas que de alguna u otra manera, contribuyeron a que lográramos esta meta que nos propusimos en la vida, y que nos ha permitido crecer intelectualmente como persona y como ser humano.

Agradecimientos

En primer lugar a Dios por habernos guiado por el camino de la felicidad hasta ahora; en segundo lugar a cada uno de los que son parte de nuestra familia padres, madres, a nuestros hermanos y a todos aquellos que por siempre nos han dado su fuerza y apoyo incondicional que nos han ayudado y llevado hasta donde estamos ahora. Por último a nuestros compañeros porque en esta armonía grupal lo hemos logrado y a nuestro profesor de dirección de proyecto quién nos ayudó en todo momento.

Abstract

El presente documento habla sobre la planificación técnica para la realización de la migración de 40 sitios de tecnología SDH a Metro Ethernet en la ciudad de Bogotá, en este se encontrarán todas las características técnicas de las dos soluciones (la actual y la que va a ser implementada), adicionalmente se especifican los diagramas de red de las mismas.

Para dicha migración se analizan tres aspectos que son fundamentales a nivel de planificación, estos son: una matriz de riesgos que es de vital importancia durante la ejecución del proyecto ya que de presentarse alguna de estas irregularidades pueden causar retrasos en el cronograma de actividades y costos adicionales durante la implementación del proyecto, el segundo aspecto es un cronograma de actividades en el cual se especifica la duración de cada una de las tareas a ejecutar y las fechas exactas en las que deben ser desarrolladas y finalmente se establece un cuadro de costos en el cual se identifican los recursos que son necesarios para llevar a cabo la migración de acuerdo a las actividades propuestas.

Tabla de Contenidos

Capítulo 1 Resumen Decisorio	1
1.1 Marco Básico de Gestión y Desarrollo	1
1.2. Aspectos Técnicos	2
1.3. Aspectos Financieros	2
1.4. Aspectos Sociales.....	3
1.5. Conclusiones y Recomendaciones	3
Capítulo 2 Marco Básico de Gestión y Desarrollo	6
2.1 Objetivos	6
2.1.1. Objetivo General.....	6
2.1.2. Objetivos Específicos.....	6
2.2. Estrategias	6
2.3. Justificaciones	8
2.4. Datos Relevantes.....	9
2.5. Descripción e Indicadores Relevantes de la Problemática	10
2.5.1. Antecedentes.....	10
2.7. Resultados y Repercusiones Esperadas	14
Capítulo 3 Aspectos Técnicos.....	16
3.1. Ingeniería del Proyecto	16
3.1.1. Jerarquía Digital Síncrona (SDH).....	16
3.1.2. Red Metro Ethernet.....	29
3.1.3. Diseño y Características del Producto.	36
3.1.4. Descripción y Selección de Procesos.....	44
3.1.5. Selección de Maquinaria y Equipo Nacional e Importado.	50
3.1.6. Requerimiento de Mano de Obra, Materia Prima e Insumo	50
Capítulo 4. Aspectos Financieros	54
4.1. Configuración de Presupuesto de Costos.....	54
4.1.1. Costos.....	54
Lista de referencias	55
Glosario de Términos.....	56
ANEXO A CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	58
ANEXO B CRONOGRAMA ESPECÍFICO	60
ANEXO C ASIGNACION DE RECURSOS	61
ANEXO D MATRIZ DE RIESGOS	62
ANEXO E FORMATO FACTIBILIDAD.....	63
ANEXO F ACTAS SEGUIMIENTO	67

Lista de tablas

Tabla 1. Características FO a utilizar.....	36
Tabla 2. Características Técnicas Equipo UM.....	40
Tabla 3. Costos Generales Asociados al Proyecto.....	54

Lista de figuras

Figura 1. Multiplexación SDH.....	17
Figura 2. Bloques funcionales.....	19
Figura 3. Estructura básica de una trama STM-N.....	21
Figura 5. Puntero de AU-4.....	22
Figura 4. Asignación de bytes de la cabecera de Sección.....	23
Figura 6. Diagrama de Red Solución Actual Cliente.....	28
Figura 7. Diagrama General Red Metro Ethernet	32
Figura 8. Diagrama de RED E-LINE.	33
Figura 9. Diagrama de Red E-LAN.	33
Figura 10. Red de Acceso Cliente Anillo Metro Ethernet	37
Figura 11. Diagrama de Red Solución Metro Ethernet.....	39
Figura 12. Mapa de Riesgos.....	48
Figura 13. Riesgos por Criticidad	49

Capítulo 1 Resumen Decisorio

Este documento versa, sobre la planificación para la migración de servicios Fast Ethernet de tecnología de red SDH a Metro Ethernet de 40 sitios dentro de la ciudad de Bogotá, en donde se deben tener en cuenta todas las condiciones técnicas, físicas, administrativas y financieras necesarias para el desarrollo de mismo, basados en aspectos puntuales como un cronograma de actividades con fechas y tiempos de duración de las actividades, matriz de riesgos, asignación de recursos y un aporte a nivel general en el ámbito de costos.

1.1 Marco Básico de Gestión y Desarrollo

Para el desarrollo del proyecto se define con el cliente el alcance del mismo, con el fin de realizar la planificación para la migración de los 40 sitios a tecnología Metro Ethernet en la ciudad de Bogotá, esta actividad debe ser ejecutada durante un periodo de 2 meses y medio a partir de la confirmación del cronograma y firma del acta de inicio. Se debe tener en cuenta que para realizar esta migración se contará con total disponibilidad de recursos físicos lógicos y humanos para la ejecución del proyecto y adicional el cliente debe garantizar permisos de ingreso a los diferentes sitios.

El proceso de migración de tecnología iniciará con una visita de factibilidad a todos los sitios, en esta inspección se debe evidenciar y garantizar que están todas las condiciones necesarias para proceder con la instalación de los servicios, posteriormente se realizará tendido de FO desde el anillo Metro Ethernet más cercano del proveedor a cada uno de los 40 sitios a aprovisionar definidos por el cliente, después de dicho

proceso de continuará con la realización de empalmes de FO, instalación y comisionamiento de equipo Switch 5328 con pruebas RFC y finalmente proceder con la migración y activación del servicio FastEthernet sobre nuevo tecnología en coordinación con el cliente..

1.2. Aspectos Técnicos

Si bien es cierto que las redes SDH son de gran importancia para la transmisión de datos, hoy en día existen tecnologías que nos permiten ofrecer mayores ventajas, rendimiento y capacidad para la atención y prestación de servicios de telecomunicaciones. La tecnología Metro Ethernet sin lugar a duda se convierte en una gran alternativa para la implementación de servicios FastEthernet ya que permite por anillo de FO aprovisionar servicios de hasta 1Gbps, solución óptima para ofrecer servicios de nuevas tecnologías.

Para cumplir con el proyecto, el cliente garantizará en los sitios OC (obra civil), que permita el ingreso de la FO dentro del sitio, energía eléctrica (dos breacker's de 6 Amperios, voltaje DC de -48 Voltios para un consumo máximo de 95 Watts) y adicionalmente un Rack de 19" para intemperie las cuales garantizan espacio suficiente para la instalación de equipo Switch S5328, que fue definido en la preventa como la solución para la migración de los servicios.

1.3. Aspectos Financieros

Basados en la planificación realizada en el presente documento y a las actividades asignadas para la ejecución del proyecto, es inevitable no consumir recursos que traen asociados costos para la implementación del mismo. Durante el proceso de

planificación, se definieron los recursos necesarios para el desarrollo de las tareas propuestas, que se dividen en Humanos y Físicos, De acuerdo a lo anterior se estableció que el costo total del proyecto es de \$858.816.625,00, distribuidos entre el personal administrativo, operativo así como en equipos y herramientas necesarias para el cumplimiento de las objetivos propuestos.

1.4. Aspectos Sociales.

Las zonas de Bogotá que están incluidas durante el proceso de migración, se verán beneficiadas, ya que gracias al servicio que proporciona nuestro cliente, ellos tendrán la facilidad de contar con una mejor cobertura sobre sus servicios de voz y datos, que les permitirá comunicarse con sus familiares o que en casos de emergencia logren tener la posibilidad de contactarse con los servicios de ayuda *123 sin tantas complicaciones como sucede en la actualidad, temas que surgen por congestiones presentes sobre la red. Es importante además que las instituciones educativas que no cuenten con internet puedan utilizar este servicio para que los estudiantes lleven a cabo sus investigaciones para los diferentes trabajos en sus asignaturas y no tengan que realizar pagos adicionales en cafés internet.

1.5. Conclusiones y Recomendaciones

Se espera que, de acuerdo a la planificación realizada en el presente documento, se lleve a cabo la migración de los 40 sitios de tecnología SDH a Metro Ethernet, esto basado en 4 temas fundamentales como: la solución técnica de la implementación, el

cronograma de actividades, la matriz de riesgos, la asignación de recursos y los costos asociados al mismo.

El cronograma de actividades definido, identifica una duración total de 35 semanas distribuidas así: 16 para la etapa de factibilidad (la cual abarca el presente documento), otras 16 semanas para la ejecución del proyecto (migración de los servicios a nueva tecnología) y finalmente una fase de cierre con duración de 3 semanas para dar finalización al proyecto.

El cronograma de actividades debe estar definido con tiempos y fechas, para posteriormente ser expuesto ante el cliente. Gracias a lo anterior se genera una responsabilidad para el cumplimiento a cabalidad con las tareas propuestas y responsabilidades tanto del proveedor como el cliente, de llegarse a presentar anomalías, estas deben ser informarlas oportunamente para dar solución en conjunto y ser resueltas lo más pronto posible sin generar retrasos en la entrega de los sitios.

La matriz de riesgos es una herramienta indispensable a la hora de definir los percances que se pueden presentar durante la ejecución de las actividades, es por ello que esta es de gran importancia ya que permite evaluar contratiempos, tomar decisiones acertadas de acuerdo al riesgo presentado y dar una solución inmediata para afectar mínimamente el desarrollo de las actividades.

El costo del proyecto se definió de acuerdo a la asignación de recursos, estos se contemplaron bajo las actividades involucradas en la ejecución de las tareas, los recursos fueron divididos en humanos y físicos y que asociados a un precio generan un costo total del proyecto de COP \$858.816.625,00.

De acuerdo a nuestra experiencia en implementación de servicios Fast Ethernet, en muchas ocasiones los clientes que han implementado canales bajo tecnologías SDH, solicitan ampliación de BW en sus servicios, pero la mayoría de las veces, la solución propuesta es migrar dichos canales de datos a la misma tecnología, simplemente cambiando de anillos STM 1 a STM 4, pero esto igual genera inconvenientes ya que son recursos limitados para servicios con BW significativos.

Haciendo un análisis del cliente y revisando las posibilidades de crecimiento, como Gerentes de Proyectos debemos ofrecer a los usuarios diferentes alternativas de interconexión de sus enlaces, que permitan que sus servicios sean cuentas con una mayor disponibilidad y una mayor proyección de crecimiento, esto se puede lograr, haciendo una buena distribución de los recursos de ancho de banda entre las diferentes sucursales del cliente, ofreciendo así un servicio estable y confiable con ayuda de redes Metro Ethernet que so la oportunidad de posicionamiento y crecimiento para ellos.

Teniendo en cuenta el crecimiento tecnológico que exige el mercado surge la necesidad de implementar sistemas de Telecomunicación competitivos. Es por esto que la implementación de la Red Metro Ethernet, se convierte en una ventaja y necesidad para los clientes empresariales, debido a su confiabilidad y velocidad, ya que permite extender los negocios de los clientes de Redes LAN, MAN y WAN.

Capítulo 2 Marco Básico de Gestión y Desarrollo

2.1 Objetivos

2.1.1. Objetivo General.

- ✓ Planificar la Migración de 40 servicios FastEthernet de Tecnología SDH a Metro Ethernet para un cliente específico en la ciudad de Bogotá.

2.1.2. Objetivos Específicos.

- ✓ Dar a conocer de forma general el funcionamiento de las redes SDH y Metro Ethernet, con el fin de exponer sus principales características, ventajas y desventajas.
- ✓ Realizar un cronograma de actividades para la migración de los servicios, de acuerdo lo definido en el alcance del proyecto.
- ✓ Identificar los costos asociados a la implementación, de acuerdo a la asignación de roles y recursos sobre las actividades a definir para la implementación del proyecto.

2.2. Estrategias

Para la planificación del proyecto es importante determinar la capacidad operativa y técnica, con el fin de elaborar un cronograma que describa todas las actividades para la ejecución del mismo, para lo cual se determinan las siguientes estrategias.

Ejecución: Etapa donde se materializan los aspectos de los estudios técnicos a realizar, soportado en la estructura organizacional para la implementación del proyecto

y en la financiación del mismo. Es necesario desarrollar una gestión que facilite su inicio y puesta en marcha. La ejecución incluye, la adquisición e instalación de equipos y la capacitación del personal técnico para iniciar las operaciones.

Administración: Se debe establecer un sistema organizacional que permita ejecutar todas las actividades como estudios de Adecuaciones internas, estudios de Fibra óptica en terreno y estudio de gestión de la red.

Suministro de equipos: Para el suministro de nuevos equipos nos basamos en las especificaciones técnicas y cantidades definidas en el estudio técnico.

Selección y capacitación de personal: Se hace un estudio para seleccionar el personal administrativo y técnico que se requiera para la operación del proyecto.

Realización de pruebas de equipo: Es una actividad fundamental para verificar y tener la seguridad que todo está listo de acuerdo a lo planeado y que el proyecto está listo para iniciar la operación.

Es conveniente elaborar un cronograma de actividades para determinar la fecha de inicio del proyecto y fijar una fecha de entrega del servicio y puesta en marcha.

Si los resultados obtenidos en la evaluación son favorables y determinaron su viabilidad, el paso siguiente es tomar la decisión de implementar el proyecto. Para la implementación se debe contar con un plan que determine detallada y cronológicamente en qué forma se van a desarrollar las actividades para alcanzar los objetivos planeados.

Es necesario identificar los procesos y requisitos que se deben cumplir antes del inicio de las operaciones, como es el caso de las licencias, permisos y demás requerimientos exigidos.

En lo correspondiente al estudio de costos se determinarán las necesidades de recursos para la inversión y capital de trabajo.

Una vez se en la etapa de instalación, puesta en marcha y entrega del servicio al cliente, se tendrán 5 días de prueba en los cuales el cliente va a garantizar el correcto funcionamiento del servicio, y de presentarse alguna falla nuestro equipo está en la disposición de solucionarla para así hacer la entrega oficial, firma del Acta de entrega y legalización del servicio.

2.3. Justificaciones

Hoy en día bajo los continuos y acelerados avances tecnológicos, es de gran importancia generar mejoras en la prestación de servicios de telecomunicaciones en las diferentes empresas, que usan de ella para sus principales actividades económicas. Adicionalmente gracias a estos cambios, se cuenta con la posibilidad de un crecimiento en su infraestructura de red, con el fin de ofrecer mejores servicios bajo las exigencias de sus usuarios.

De acuerdo a lo anterior, surge la necesidad de realizar la planificación de un proyecto, en donde un cliente específico realice una modificación en la prestación de sus servicios, que le permita llevar a cabo la migración de 40 sitios a una tecnología que

garantice mejoras en sus canales de datos y la prestación de sus servicios de voz y datos a sus usuarios.

Debido a esto, en el presente documento se realizará la planeación para la migración de los sitios requeridos por el cliente, de tecnología SDH a Metro Ethernet que le garantizará a sus usuarios mejoras relevantes en cuanto a capacidad de servicios tanto de datos como de voz, una alta disponibilidad, flexibilidad de ancho de banda y que además le permitirán una mayor conectividad en cuanto a velocidad y eficacia en los servicios prestados.

2.4. Datos Relevantes

Metro Ethernet ofrece alta velocidad para redes LAN, MAN y WAN. Ésta define el acceso de paquetes Ethernet a redes privadas sobre tecnologías como MPLS. Esta tecnología ofrece una mejor calidad que la infraestructura SDH/Sonet tradicional, permite redes de área amplia y velocidades de hasta de 10Gbps utilizando la tecnología Ethernet, mientras que con la tecnología SDH los clientes cuentan con un equipo M1000, compuesto por una tarjeta EFS con 4 puertos que le permite un máximo de BW que por puerto de tan solo 100 Mbps, copando casi toda la totalidad de la capacidad de un anillo STM-1 o la cuarta parte de un STM-4.

De acuerdo a investigaciones realizadas, la tecnología Metro Ethernet ha tomado por sorpresa a muchos operadores de servicios de telecomunicaciones, es una tecnología a la que se debe poner mucha atención, ya que puede bajar costos de implementación de servicios hasta en un 80% comparados con SDH, la tendencia de las redes Metro Ethernet es reducir el uso de enrutadores solo a los nodos donde se

proveen los servicios IP, el resto de la red se construye con Carrier Ethernet en capa 2, con calidad de servicio a nivel de VLAN.

Red metro Ethernet ofrece las siguientes alternativas.

- ✓ Costo de inversión mucho menor que otras alternativas como Frame Relay, ATM o SDH.
- ✓ Tiene soluciones de agregación a nivel de 1G y 10G, soluciones para data centers, y Carrier Ethernet para agregación hasta 10G, y realizar proyectos de aprovisionamiento de IPTV.

2.5. Descripción e Indicadores Relevantes de la Problemática

Actualmente el cliente tiene 40 servicios FastEthernet bajo tecnología SDH distribuidos en diferentes zonas de Bogotá. Debido a la necesidad de sus usuarios, necesita realizar la migración de dichos servicios a una nueva tecnología ya que requiere aprovisionar nuevos servicios a BW mayores a los que ofrece la red SDH.

De acuerdo a lo anterior una nueva tecnología como lo es Metro Ethernet, le permitirá instalar más servicios sobre una misma UM sino que adicional para el proveedor será mucho más fácil la administración de los mismos.

2.5.1. Antecedentes.

La implementación de servicios de voz, Datos e Internet ha tenido grandes avances de los cuales hablaremos en este capítulo.

Los servicios de voz, datos e internet inicialmente se implementaban con redes de cobre mediante una línea básica tradicional, que para ese entonces si se utilizaba el canal de voz no era posible acceder a internet y si se estaba utilizando el servicio de

internet no era posible la utilización del servicio de llamada telefónica. Más adelante se implementó el sistema HDSL, con el cual ya era posible utilizar el servicio de voz e internet al mismo tiempo, mediante un modem que convierte la señal analógica en digital, lo cual permite utilizar el servicio de voz, datos e internet al mismo tiempo sin ningún tipo de interrupciones.

Debido a la necesidad de los clientes, especialmente a nivel corporativo para aumentar sus canales de voz y datos se empiezan a aprovisionar los servicios de voz y datos mediante el sistema PCM 30, que permite transmitir 30 señales con distintas características, cada canal tiene 64 Kbps, logrando que 30 canales tengan una velocidad de 2048 Kbps.

En investigaciones realizadas en IEEE e ITU encontramos que antes del surgimiento de la tecnología SDH (Jerarquía digital Síncrona) las transmisiones de datos se hacían utilizando la tecnología PDH (Jerarquía digital Ple síncrona) que trabaja con velocidades de 2 Mbps, 8 Mbps, 34 Mbps hasta 140 Mbps, en esta tecnología se instalaban equipos de última milla SDM correspondientes a la Red ECI Telecomunicaciones, lo cual permite velocidades máximas de 2 Mbps por puerto en el equipo de última milla, debido a que solo tiene conectividad G703.

La tecnología SDH surgió en los años 80's, esta tecnología fue creada para mejorar los inconvenientes presentados en los sistemas PDH, entre estos aumentar las velocidades. La tecnología SDH, ofrece altas velocidades de transmisión debido a que con tiene anillos STM 1 (155 Mbps) y STM 4 (622 Mbps), permitiendo las posibilidades de ampliación en los canales de datos.

Esta tecnología cuenta con equipos de última milla Huawei M1000, que a diferencia de la tecnología PDH, además de que contiene puertos de conectividad G703, también cuenta con tarjetas EFS con 4 puertos Ethernet, lo cual hace posible la conectividad de canales de Datos, Internet dedicado y Voz sobre IP cada uno a velocidades superiores a 2 Mbps por puerto en el equipo de última milla.

La tecnología metro Ethernet se comenzó a desarrollar en año 1972, siendo la primera red de área local LAN con una velocidad de 2.94 Mbps.

En investigaciones realizadas a la IEEE, se observa que en 1985 la IEEE junto al comité de redes locales estandarizan esta tecnología como IEEE 802.3, convirtiendo a la tecnología Ethernet en un estándar internacional ISO. Una vez implementada esta tecnología surgen diferentes soluciones que los usuarios requieren en sus servicios, lo cual hace que Ethernet siga evolucionando, para lo cual se empiezan a implementar nuevas tecnologías como 10BASE-T, 100BASE-T y Gigabit Ethernet. Esta tecnología en un principio se utilizó como un protocolo dedicado a cubrir las necesidades de las redes LAN, sin embargo el estándar se ha extendido a nivel de redes WAN.

Desde hace algunos años se han dado avances en tecnología, incluyendo los aumentos en anchos de banda, calidad del servicio y disponibilidad de las redes, entre estos se han visto avances que van desde los 10 Mbps, 100 Mbps, 1 Gbps y hasta 10 Gbps.

En las redes WAN las empresas y proveedores de servicios de internet y datos han utilizado las tecnologías SDH, pero debido a la disponibilidad de espacio en los centros de datos donde se encuentran los equipos, costo y avances en las velocidades de transmisión de la tecnología Ethernet, los diferentes proveedores de servicios de internet y datos han visto la oportunidad de ofrecer a sus clientes servicios de interconexión basados en esta tecnología, con el fin de mejorar la interconexión en los clientes que actualmente cuentan con tecnologías como ATM, Frame Relay y SDH, con la implementación de tecnologías Metro Ethernet se busca ofrecer anchos de banda mayores y una mejor calidad de conectividad en los clientes que actualmente cuentan con tecnologías como ATM, Frame Relay y SDH.

En Colombia se inició la implementación de redes Metro Ethernet en diferentes clientes del sector corporativo, en donde sus servicios de voz y datos estaban provisionados con tecnologías como Frame relay y PDH, debido a que estas empresas empezaron a ampliar sus canales principales y a instalar nuevas sedes remotas, se obligó a la implementación de redes Metro Ethernet para ofrecer una mejor conectividad y prestar una mayor calidad en sus servicios.

Metro Ethernet se comenzó a desarrollar con el diseño y la construcción de anillos distribuidos en las diferentes centrales de Datos en la ciudad de Bogotá (Estos Varían de acuerdo al proveedor), como principio básico se implementó un Switch de cabecera, de los cuales se desprenden cada uno de los

anillos en grandes zonas geográficas, que les permite crear una red de acceso para los clientes que necesitan de esta tecnología.

Sobre esta red se interconectan redes y servicios como:

- ✓ Internet Dedicado.
- ✓ Canales de datos CAIP
- ✓ Servicios de datos Capa 2 para conexión de extremo a extremo que van a velocidades superiores de los 2 Mbps.
- ✓ Voz sobre IP.

Una multinacional en 2006 inició la instalación de una nueva red Metro Ethernet para uno de los proveedores más grandes del país, a esta empresa esta tecnología le permite ofrecer en la actualidad servicios interactivos a clientes residenciales y empresariales, de acuerdo al artículo del diario portafolio¹ esta red se adapta a las necesidades para que el operador pueda ofrecer una mayor capacidad de BW a sus clientes y servicios multimedia como video por demanda, televisión de alta definición y redes privadas virtuales.

2.7. Resultados y Repercusiones Esperadas

De acuerdo a la planificación que se realizará, se espera ver ejecutado el proyecto en los tiempos definidos en el cronograma, y bajo los riesgos contemplados para su aprovisionamiento.

Adicionalmente se espera entregar un documento el cual sirva como base para la planificación y ejecución de futuros proyectos de similares características, en donde

¹ Artículo Diario Portafolio, disponible en: http://www.portafolio.co/detalle_archivo/MAM-2240746

se tengan en cuenta aspectos como tecnología, riesgos durante el proceso de implementación, cronograma de actividades que definan el tiempo y las fechas de realización de las diferentes tareas que intervienen y una base de costos de basado en la asignación de recursos a cada una de las actividades contempladas en la ejecución del proyecto.

Capítulo 3 Aspectos Técnicos

3.1. Ingeniería del Proyecto

A continuación se realiza una documentación acerca de las características generales de las tecnologías SDH y Metro Ethernet que son la base para la adecuada ejecución del proyecto de migración.

3.1.1. Jerarquía Digital Síncrona (SDH)

Hoy en día la demanda de servicios de telecomunicaciones es muy alta, y requieren de capacidades de comunicación superiores con una alta capacidad de gestión flexibilidad y globalización. Entre estas y muchas razones nació una tecnología normalizada que es conocida como Jerarquía Digital Síncrona (SDH)

A continuación se presentará de manera breve los conceptos generales de las redes SDH y definición de la terminología general que ayuda a comprender el funcionamiento de la misma.

3.1.1.1. Orígenes de SDH.

SDH es un producto que lleva muchos años de trabajo, por parte de los diferentes organismos internacionales que están directamente relacionados con las telecomunicaciones. El objetivo era establecer un estándar para la transmisión óptica de alta velocidad, válida internacionalmente y capaz de satisfacer la demanda y futuros proyectos.

Los trabajos en redes SDH iniciaron en el Grupo de Estudio XVIII del antiguo CCITT ahora denominado ITU-T (Unión Internacional de Telecomunicaciones –

Transmisión) en Junio de 1986. El objetivo principal era buscar una norma mundial para los sistemas de transmisión síncrona que aportase flexibilidad Y economía para las empresas de telecomunicaciones. En noviembre de 1988 se aprobó una serie de recomendaciones y que hoy en día están contempladas en una sola G.707. En esta se definen aspectos como velocidades de trasmisión, formatos de señal y estructura de multiplexación para la interfaz de nodo de red. (Network Node Interface, NNI). Adicionalmente fueron establecidas dos recomendaciones, modos de operación de los multiplex síncronos G.783 y gestión de redes síncronas G.784.

3.1.1.2. Estructura de multiplexación.

En la *figura 1* se observa el esquema de multiplexación SDH aceptado a nivel europeo. En la parte derecha se evidencian los flujos plesióncronicos de 2, 34 y 140 Mbps. Cada una de estas señales e adapta, para ser transmitidos por la red SDH, en contenedores síncronos (C-X). Estos contenedores son multiplexados para formar señales STM-N.

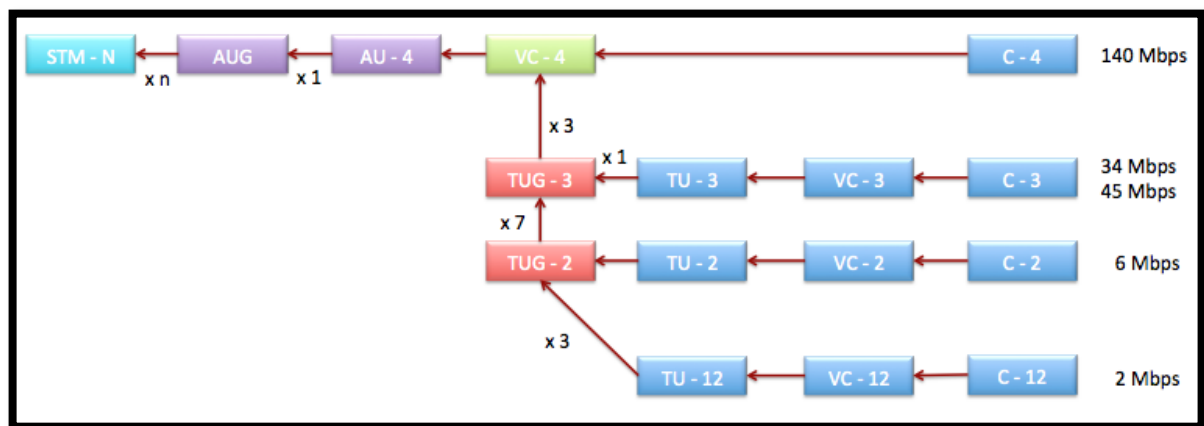


Figura 1. Multiplexación SDH

En la figura 1 se observa que la red SDH está compuesta por:

- ✓ C: Contenedor. Es una estructura de información que tiene carga útil de la red síncrona, sirve para transportar las señales de banda ancha.
- ✓ VC: Contenedor virtual. Es el que se encarga de transportar la señal tributaria a través de la red síncrona, desde el punto de entrada a la red hasta el punto de salida.
- ✓ TU: Unidad tributaria. Es la que se encarga de agregar apuntadores a los contenedores.
- ✓ El C12 es la trama de 2MB entrando al port SDH, armada previamente por un equipo de datos, de conmutación o un equipo PDH.
- ✓ En el VC12 se encuentra el “signal label”, el cual permite leer las alarmas SDH (AIS, LOS).
- ✓ AIS: Señal indicando alarmas. Es cuando el C12 está relleno de unos, por lo tanto indica que no presenta información útil.
- ✓ LOS: pérdida de señal.
- ✓ TU12: VC12 + TU (Unidad tributaria), sirve para justificar algún corrimiento provocado por una falla en el sincronismo.
- ✓ AU: TU multiplexados forman AU (Unidad Administrativa)
- ✓ VC12= 2Mbps
- ✓ VC3= 45 Mbps (21 VC12s)
- ✓ VC4= 140 Mbps (3 VC3)
- ✓ STM 1= 63 E1s, 1 VC4

✓ STM 4= 4 * STM1, 4 VC4s.

3.1.1.3. Bloques funcionales.

Para describir la funcionalidad de los equipos multiplex SDH, se puede dividir en bloques funcionales, según está definido en la recomendación G.783 de la UIT-T. Esta división es genérica. Cada uno de los bloques representa una función concreta y definida.

En la *figura 2* se observa dichos bloques, si se sigue el flujo de abajo hacia arriba se mapea una señal plesiócrona en un contenedor síncrono y se obtiene una señal STM-N.

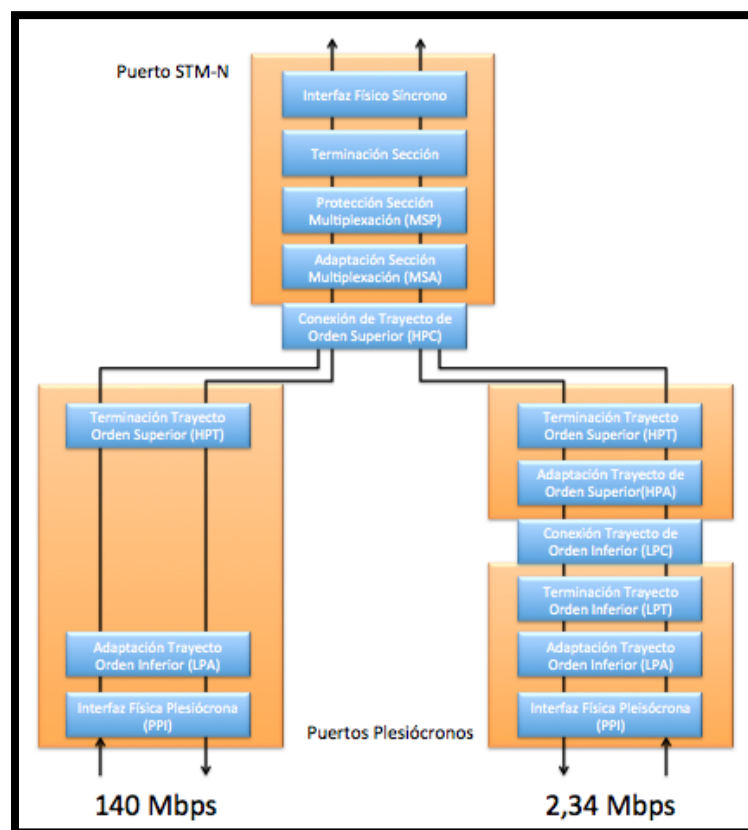


Figura 2. Bloques funcionales

Los bloques funcionales se agrupan según la función que realizan, en:

- ✓ **Interfaces físicas:** hacen de interfaz con el medio físico de transmisión (Fibra óptica, pares metálicos, frecuencias radioeléctricas)
- ✓ **Funciones de Terminación:** generan y analizan los bytes de cabecera.
- ✓ **Funciones de Adaptación:** adaptan señales, generalmente en velocidad, para su transmisión dentro de otras señales superiores. Son las funciones encargadas del tratamiento de punteros, justificaciones entre otras.
- ✓ **Funciones de Conexión:** conectan señales a la entrada con la señales de salida.

A continuación se describen cada uno de estos bloques funcionales.

- ✓ **Interfaz Física Síncrona (SPI):** Esta función proporciona la interfaz entre el medio físico y la terminación de sección. La función SPI proporciona información sobre los parámetros relacionados al estado físico de la interfaz, como fallos de transmisión. Este adicional regenera la señal proveniente del medio físico y la separa en la señal de reloj y datos.

La figura 3 muestra la estructura básica de una trama STM-N, esta se representa en una matriz de 9xN filas y 270xN columnas, donde cada intersección es un byte (8 bits). Estos son transmitidos y recibidos en secuencia, y se inicia por la primera fila de izquierda a derecha. Este proceso se repite después de la transmisión del último Byte.

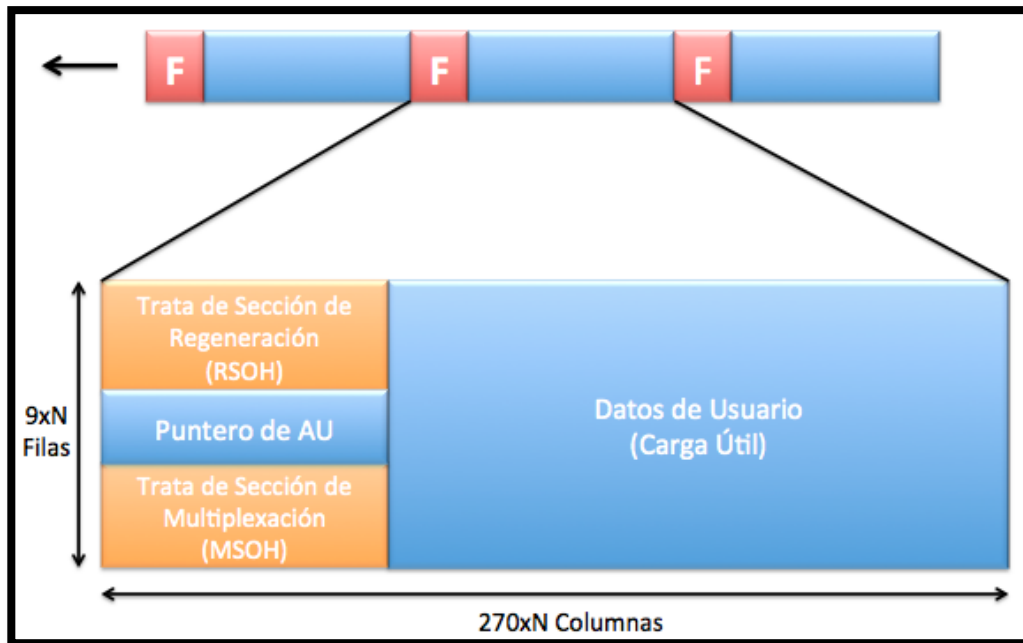


Figura 3. Estructura básica de una trama STM-N

- ✓ **Protección de sección de multiplexación (MSP):** la MSP proporciona protección de la señal STM-N contra fallos en la sección de multiplexación. Estas se encuentran en ambos extremos de la sección y monitorizan las señales para que conmuten a un canal de reserva en caso de fallo. Las dos funciones MSP se comunican entre sí por medio de un protocolo denominado APS (Automatic Protection Switching).
- ✓ **Protección de Sección (MSA):** Esta función de adaptación de trayectos de orden superior (VC-4) para su transmisión por secciones de Multiplexación. Se obtiene Capítulos Administrativos (AU-4) generando, interpretando y procesando punteros.

El puntero de AU-4 comparte un método para permitir una alineación flexible y dinámica del VC-4 dentro de una trama STM-1. El puntero de AU-4 define la ubicación del primer byte del VC-4 (J1), como se observa en la figura 5. Si existe una diferencia entre la frecuencia entre la velocidad de la trama AU-4 (STM-N) y la del VC-4, el valor del puntero se incrementará o disminuirá según la necesidad.

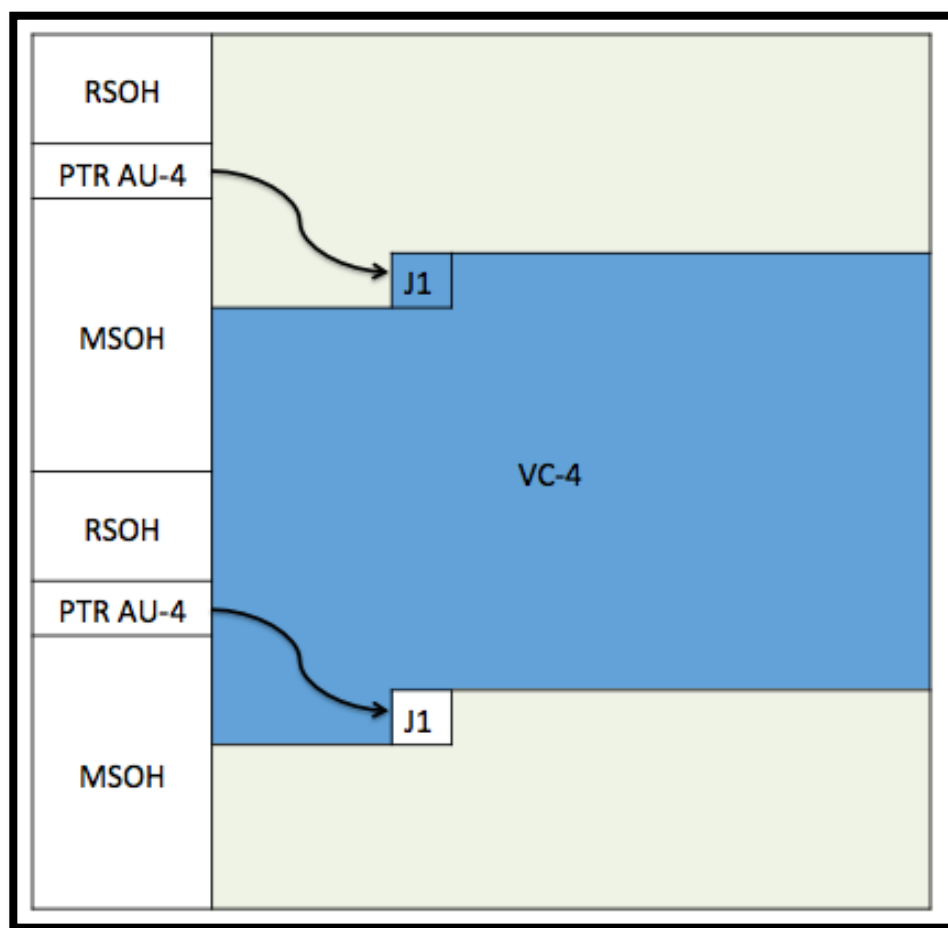


Figura 5. Puntero de AU-4

- ✓ **Terminación de Sección:** Bajo esta denominación se encuentran las funciones Terminación de Sección de Regeneración (RST) y de Multiplexación (MST). Estas funciones actúan como fuente e ingreso para la sección de Regeneración (RSOH) y Multiplexación (MSOH) respectivamente. En la figura 4 se presenta la asignación de bytes de la cabecera de la sección, donde la parte superior de AU corresponde a la sección de Regeneración y la parte inferior a la de la multiplexación.

A1	A1	A1	A2	A2	A2	J0		
B1								
D1								
Puntero de AU								
B2	B2	B2	K1		K3			
D4			D5		D6			
D7			D8		D9			
D10			D11		D12			
S1				MI	E2			

A1, A2: Alineamiento de Trama
D1- D3: Canal de datos RS
J0: Identificador de sección de regeneración
E1, E2: Canales de Servicio
F1: Canal de Usuario
B1: BIP-8 Monitorización de errores RS
B2x3: BIP-24 Monitorización de errores MS
D4-D12: Canal de Datos MS
K1, K2: Canales Protocolo APS
S1: Mensajes de Sincronización
M1: Indicación de errores remotos

Figura 4. Asignación de bytes de la cabecera de Sección

- ✓ **Conexión de trayecto de Orden Superior (HOPC):** Esta función asigna VC-4 en sus puertos de entrada, a VC-4 en sus puertos de salida.
- ✓ **Terminación de Trayecto de Orden Superior (HOPT):** Esta actúa como fuente e ingreso para la cabecera de trayecto de orden superior (POH).
- ✓ **Adaptación de Trayecto de Orden Superior (HOPA):** Esta función permite la adaptación de trayectos de orden inferior (VC-12 y VC-3) para transmisión por

trayectos de orden superior (VC-4). De esto se obtienen Unidades Tributario (TU) generando, interpretando y procesando punteros.

El puntero proporciona un método para permitir una alineación flexible y dinámica del VC-12 o VC-3 dentro de la trama VC-4.

- ✓ **Conexión de trayecto de Orden Inferior (LOPC):** Esta función asigna VC-12 o VC-3 a sus puertos de entrada o puertos de salida.
- ✓ **Terminación de Trayecto de Orden inferior (LOPT):** Esta actúa como fuente e ingreso para la cabecera de orden inferior.
- ✓ **Adaptación de Trayecto de Orden inferior (LOPA):** Opera en el puerto de acceso de la red síncrona o subred y adopta los datos para el transporte en el dominio síncrono. En el caso de datos plesiócronicos, la adaptación de estos en el trayecto de orden inferior comprende la justificación de bits. La función hace corresponder las señales G.703 (2 Mbps, 34 Mbps, 140 Mbps) con contenedores síncronos (C-12, C-3, y C-4).
- ✓ **Interfaz Física Plesiócrona (PPI):** Esta función proporciona la interfaz entre la función LOPA y el medio físico que transporta una señal tributaria.

3.1.1.4. Sincronización.

Los equipos NEs de una red SDH necesitan de un reloj para funcionar correctamente. Para generar este se dispone de un oscilador interno. Este por sí mismo, puede proporcionar un reloj de una no muy buena calidad, por ello se utilizan referencias de sincronización externas al NE para proporcionar una señal de mejor calidad.

Las referencias que se utilizan para sincronizar una red SDH, se originan de patrones de gran calidad. Dichas referencias se transmiten a lo largo de la red, de forma que todos los NE's de la misma funcionen con un único reloj. La planificación de la distribución de sincronización de una red es un aspecto importante que debe efectuarse con sumo cuidado.

3.1.1.5. Funcionamiento Red SDH

SDH parte de una señal de 155 Mbps, compuesto por STM (Modulo de transporte Síncrono) los cuales están divididos en los siguientes segmentos.

- ✓ STM 1: 155 Mbps.
- ✓ STM 4: 622 Mbps.
- ✓ STM 16: 2.5 Gbps
- ✓ STM 64: 10 Gbps.

Para el caso de la ciudad de Bogotá y las sedes que vamos a migrar de tecnología SDH las utilizadas son STM -1 y STM – 4.

La tecnología SDH está compuesta por arquitecturas en anillo, con multiplexores de extracción e inserción de señales unidos por fibra óptica. El punto más importante en esta tecnología es la seguridad en las redes de transporte. Por ejemplo, en caso de caída de algún equipo por corte de una fibra, el nodo destinatario debe enrutarla por otro camino y lo realiza en un máximo de 50 ms debido a que las tramas SDH tienen información de gestión de los equipos instalados. Esta gestión se realiza a través interfaces que son definidas por la ITU, esta gestión se encarga de controlar todos los nodos a nivel local y a nivel nacional, donde puede observar aperturas, alarmas y cierres de anillos.

El transporte de señales digitales permite el aprovisionamiento de todo tipo de servicios sobre la red SDH: Servicio de voz (Primarios, E1s), Clear Channel, datos, creación de redes MAN y WAN, Internet dedicado, Voz sobre IP, Videoconferencia.

Los operadores de telecomunicaciones han implementado esta tecnología debido a que supera la velocidad de la tecnología anterior (PDH) en la cual los equipos de última milla pertenecientes a la red SDM instalados en los clientes la máxima velocidad soportada por puerto es de 2 Mbps, los equipos de última milla de la red SDH permite conexiones de servicios de datos Fast Ethernet, proporcionando velocidades superiores a 2 Mbps, con esta tecnología no solo es posible realizar las tradicionales pruebas de BER (Bit Error Rate) de extremo a extremo para verificar que el canal no presente pérdidas de paquetes con conectividad G703 en los E1s y Clear Channel, sino que también permite realizar pruebas RFC para los canales de datos Fast Ethernet conectados al equipo de última milla.

La fibra óptica es el medio físico más habitual en las redes SDH. La ventaja de la fibra óptica es que no es susceptible a las interferencias y puede transportar las señales a altas velocidades.

Ventajas:

- ✓ Altas velocidades de transmisión
- ✓ A diferencia de los sistemas PDH, SDH Permite extraer e insertar canales de menor velocidad en señales compuestas SDH de alta velocidad.
- ✓ Fiabilidad: Protección y recuperación ante posibles fallos del sistema.

- ✓ Disponibilidad y posibilidades de Ampliación: Con el sistema de gestión de redes el proveedor de red puede controlar y monitorear cualquier modificación realizada en los equipos instalados en los clientes.
- ✓ Interconexión: Permite interconectar una sede principal con sus sedes remotas.

Desventajas:

- ✓ Los equipos de transmisión de última milla instalados en los clientes la máxima velocidad que soporta es de 100 Mbps, es decir que en el momento que un cliente requiera ampliar su velocidad no es posible con SDH.
- ✓ Capacidad en anillo: Cuando se requiere una ampliación de ancho de banda el equipo de última milla está conectado a un anillo que no tiene capacidad para ampliar el canal, se debe hacer una migración de anillo, lo cual genera retraso en la ampliación requerida.

Características:

- ✓ Multiplexación Digital: Permite que las señales analógicas sean portadas en formato digital sobre la red.
- ✓ Gestión de Red: Permite monitorear la calidad de la red y puede observar en qué momento se presentan alarmas y errores presentados en la red.
- ✓ Esquemas de protección: Aseguran la disponibilidad del tráfico.
- ✓ Sincronización: Permite asegurar a todos los elementos de la red, con el fin de que la información que pasa entre nodos no se pierda.
- ✓ Topologías en anillo: En caso de que se presente una pérdida en un enlace, existe una ruta alternativa por otro hilo de la fibra óptica que forma el anillo.

3.1.1.6. Estado Actual sitios a Migrar

Los sitios a ser migrados por parte del proveedor de acuerdo a solicitud del cliente, están diseñados bajo tecnología SDH, de acuerdo a las características mencionadas en los puntos anteriores, en la figura 6, se observa el diagrama de red de la solución actual bajo la cual el cliente tiene aprovisionados sus 40 sitios y que serán migrados basados en la planificación del presente proyecto.

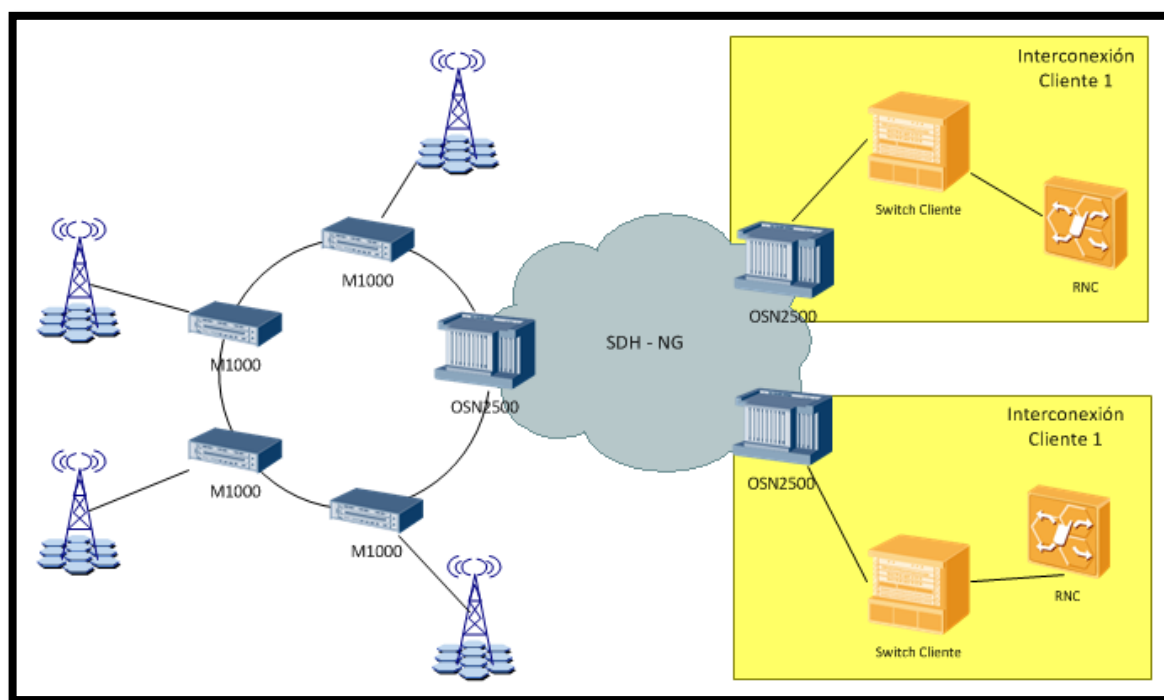


Figura 6. Diagrama de Red Solución Actual Cliente.

En la figura 6, se observa la topología de red de la solución actual del cliente, en estos se evidencia que las sedes (simbolizadas con una antena) se encuentran instalados equipos de Última Milla M1000 que por puerto únicamente alcanzan velocidades de 100 Mbps, consumiendo recursos de los anillos que solo tienen disponibilidad de STM1: 155 Mbps y STM-4: 622 Mbps.

3.1.2. Red Metro Ethernet

En los últimos años la tecnología Metro Ethernet ha evolucionado rápidamente y actualmente es uno de los sistemas dominantes en las Redes de Área Local (LAN), con gran influencia en el ámbito empresarial. La red Metro Ethernet, es básicamente una arquitectura tecnológica que está destinada a brindar conectividad WAN/MAN a nivel de capa 2.

3.1.2.1. Historia y Evolución.

Ethernet parte del estándar IEEE 802.3 a nivel 2 del modelo OSI. Existen otras tecnologías a nivel de enlace utilizadas en las LAN como Frame Relay, Token Ring, FDDI, ATM y LocalTalk pero es bien sabido que en los últimos años Ethernet se ha establecido como la más utilizada en las soluciones y como conexiones predeterminadas en el equipamiento del usuario final, todo esto gracias a sus costos reducidos, facilidad de instalación y por la compatibilidad de múltiples protocolos.

De acuerdo a lo anterior se hablaba que la tecnología Ethernet iba a ser utilizada únicamente en ámbitos reducidos y no que llegase a ser extendida hacia la red de agregación. Entonces más que una evolución se puede hablar de una explosión de ventas en los primeros años. Partiendo de que las ventas que iniciaron en 1996 y 1997 con un valor estimado en los 73 millones de dólares en donde en el año 2000 alcanzaron los 2,9 billones.

La Red Metro Ethernet, es una tecnología utilizada para suministrar servicios de conectividad LAN, MAN Y WAN, mediante redes multiservicio, que soportan una

amplia cantidad de servicios, aplicaciones y soporte a tráfico "RTP" (tiempo real), como puede ser VOIP, Datos y Video IP, permitiéndole a las empresas extender y desplegar servicios locales a través de un área amplia. Metro Ethernet permite a las empresas ampliación de velocidad del Internet, conectar sus sedes principales con todas sus sedes remotas, usuarios, y aplicaciones en una única red integrada de alto desempeño y no va a tener inconvenientes de distancia. Metro Ethernet ofrece un aprovisionamiento basado en software, lo cual le permite a las empresas aumentar o disminuir el ancho de banda y administrar los costos pagando únicamente por el ancho de banda que requieran.

Metro Ethernet es compatible con IP y proporciona una base escalable para aplicaciones avanzadas que no es posible desplegar sobre redes TDM o Frame Relay.

Una red Metro Ethernet está compuesta por switches y routers convencionales. UNI (User Network Interface), es una conexión que soporta varias clases de servicios y puede usar distintas tecnologías de transporte para aprovisionar los servicios.

Metro Ethernet facilita la implantación de aplicaciones avanzadas, incluyendo:

- ✓ Voz sobre IP (VoIP)
- ✓ Redes privadas virtuales (VPNs) Capa 2 y Capa 3
- ✓ Intranets y extranets de negocios
- ✓ Seguridad de la red
- ✓ Recuperación de desastres

Las soluciones Metro Ethernet proporcionan conectividad para áreas metropolitanas o regionales entre ubicaciones de negocios y centros de datos dentro de un área metropolitana.

La red Metro Ethernet es una red registrada por la IEEE como 802.3, diseñada para proporcionar conectividad de banda Ancha para redes privadas y servicios de transporte, proporciona servicios de LAN, Multipunto, servicios VPN MPLS, Gestión de equipos y Calidad en el servicio, esta red permite interconectar redes LAN ubicadas a largas distancias dentro de la misma ciudad ejecutando un transporte WAN, pueden ser conectadas fácilmente con la red del cliente.

Las redes Metro Ethernet están soportadas por fibra óptica, garantizando velocidades de 10 Mbps a un máximo de 10 Gbps, permite el uso de dispositivos de capa 2 y capa 3 como los routers conectados a través de fibra óptica, puede utilizarse en topología de anillo, estrella o Bus protegido, se adapta a las necesidades del cliente en su mayoría corporativos, brindando conectividad y garantizando alta velocidad en sus canales, conexión LAN entre sus sedes donde el direccionamiento siempre va a ser controlado.

Estándares de cableado de 802.3 para redes LAN:

- ✓ 10Base-T – 10 Mbps. Cableado UTP
- ✓ 10Base-FL – 10 Mbps. Cableado de fibra óptica multimodo que opera a 850 nm.
- ✓ La distancia máxima es de 2000 metros.
- ✓ 100Base-TX – 100 Mbps.

- ✓ 1000Base-T – 1Gbps-10Gbps.
- ✓ 1000Base-SX – Dos fibras ópticas que operan a 850 nm. (IEEE 802.3z)
- ✓ 1000Base-LX – Dos fibras ópticas que operan a 1300 nm. (IEEE 802.3z)

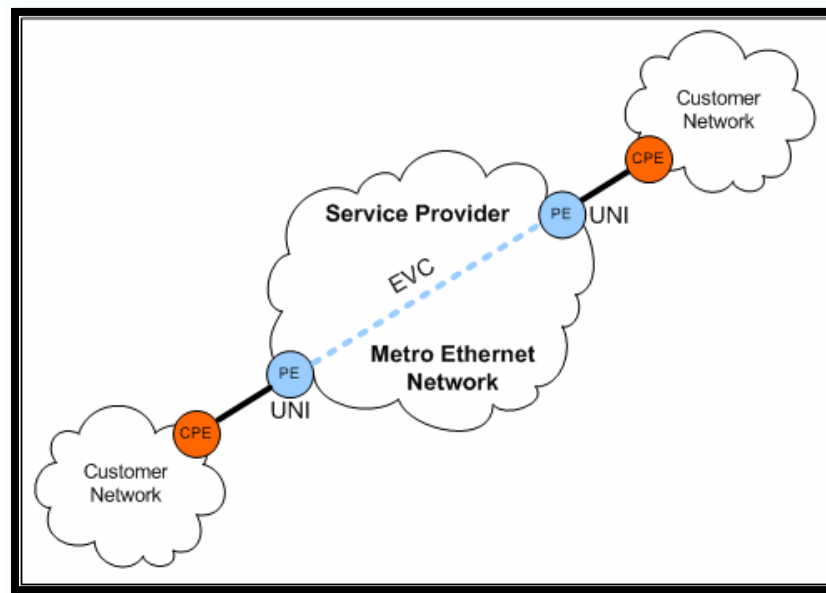


Figura 7. Diagrama General Red Metro Ethernet

EVC. Es una conexión de Ethernet Virtual, que suministra conectividad a los usuarios. Servicios de extremo a extremo, pasando por una Red MAN, existen 2 clases de EVC que son.

E-LINE: Es un servicio que proporciona un EVC punto a punto entre 2 interfaces y garantiza la conexión Ethernet a los 2 puntos de conexión.

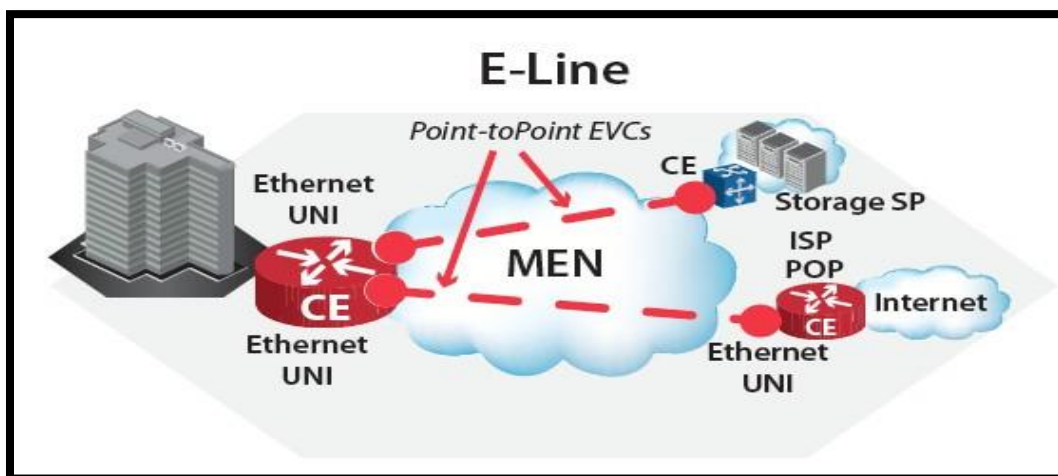


Figura 8. Diagrama de RED E-LINE.

E-LAN: Es un servicio que proporciona conectividad multipunto-multipunto, es decir que conecta más de 2 interfaces.

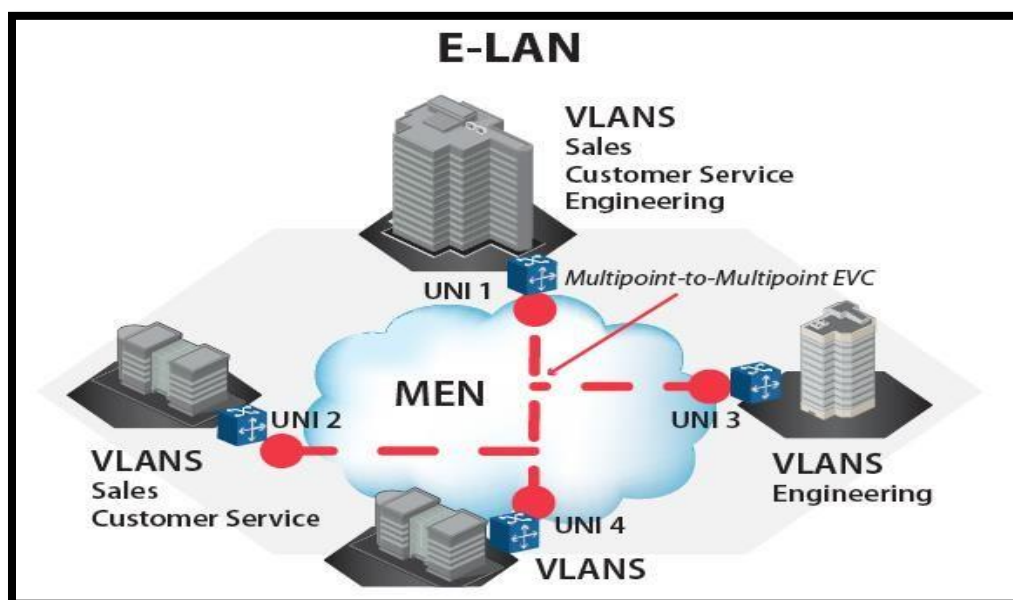


Figura 9. Diagrama de Red E-LAN.

A diferencia de la red SDH, en los equipos de última milla conectados a la red Metro Ethernet sus puertos eléctricos soportan anchos de banda hasta 10 Gbps, mientras

que en la red SDH los equipos de última milla solo soportan hasta 100 Mbps en el puerto eléctrico.

Ventajas:

- ✓ Fácil uso: La interconexión Ethernet reduce las operaciones en la red, lo cual facilita la Gestión y Administración de la Red.
- ✓ Amplio uso: Se utilizan interfaces Ethernet para las soluciones de Networking
- ✓ Bajo costo: Los servicios Ethernet ofrecen un bajo costo en la administración, operación y funcionamiento de la red.
- ✓ Ancho de banda: Permite a los usuarios conexiones de banda ancha a menor costo.
- ✓ Flexibilidad: Facilidad para modificar los canales de una manera más eficiente, el ancho de banda y la cantidad de usuarios en corto tiempo.
- ✓ Conexión rápida de nuevos terminales.

Componentes:

- ✓ La red Metro Ethernet incluye interfaz de red de usuario (UNI) y Servicios de equipos proveedor (PE)
- ✓ Interfaz de red de usuario (UNI): Es un punto de demarcación entre lo que el cliente maneja y lo que administra el proveedor de servicios, la UNI define la gestión de los servicios de red y garantiza la calidad del servicio y seguridad.
- ✓ Servicio de equipos proveedor (Provider Edge-PE): Es un dispositivo que agrega conexiones de Metro Ethernet para conectividades de larga distancia.

- ✓ Servicio Ethernet nativo: Es un servicio compuesto única y exclusivamente para conectividades capa 2 de extremo a extremo, estos servicios son usados especialmente para conectividades MAN y WAN.
- ✓ Ethernet Private Line Línea privada Ethernet (EPL): Es un servicio que se utiliza para implementar la línea privada conectividad WAN. La línea privada Ethernet es similar a cualquier enlace WAN a la que no se envía la información de VLAN entre los Routers.

Características:

- ✓ Capacidad de conectar varias localizaciones de una empresa por su red privada interna.
- ✓ Fácil de interconectar con otras redes.
- ✓ Los clientes pueden cambiar su ancho de banda en cuestión de minutos.
- ✓ Permite al operador ofrecer una amplia gama de servicios, ajustándose siempre a las necesidades de los usuarios.

Beneficios:

Las empresas que implementan sus servicios con Metro Ethernet pueden obtener mayor control sobre su negocio relevando a sus recursos de TI. Adicionalmente las empresas pueden reducir sus costos y gastos operativos, a la vez que mejoran la disponibilidad del servicio, seguridad de la red, y calidad del servicio (QoS).

- ✓ Reduce el costo de implantación
- ✓ Proceso de implantación sin problemas
- ✓ Aumenta la flexibilidad del uso de ancho de banda

- ✓ Aprovecha la experiencia del proveedor de servicio

3.1.3. Diseño y Características del Producto.

3.1.3.1. Diseño de FO.

El cable de Fibra Óptica cumple las siguientes especificaciones técnicas

Tabla 1. Características FO a utilizar.

Características FO	
Tipo de Fibra	Monomodo
Diámetro del Campo de Modo	8.8 a 10.0 $\mu\text{m} \pm 0,7\mu\text{m}$
Diámetro del revestimiento	125 $\mu\text{m} \pm 1\mu\text{m}$
Tipo de Cable	Dieléctrico (No Metálico)
Material del miembro tensil	Dieléctrico (Aramida)
Gama de longitudes de onda	Según recomendación G-957
Atenuación por Km (Máxima)	0.25 dB o menor
Norma aseguramiento de Calidad	ISO 9001 o equivalente país origen

Se migrarán los servicios sobre anillos de fibra óptica de acceso para recoger máximo 4 sitios de red (NE) por anillo y entregarlos en el punto de agregación más cercano de la red, los anillos se encuentran contruidos sobre la infraestructura actual (canalización y postes) la cual es propiedad y de uso exclusivo del proveedor.

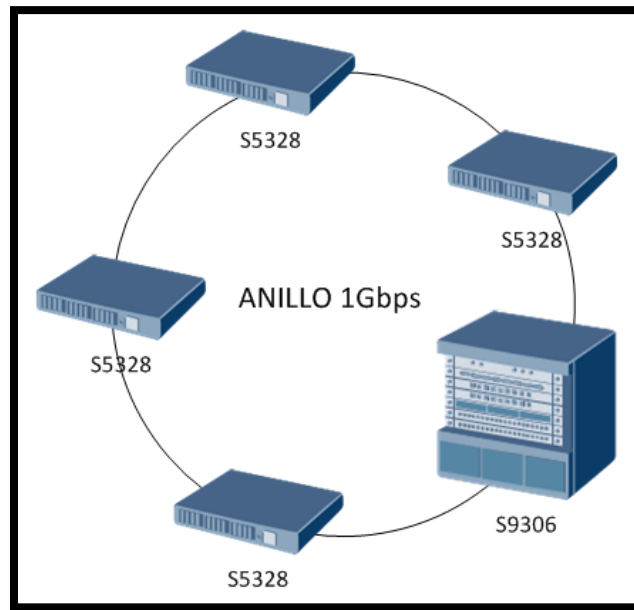


Figura 10. Red de Acceso Cliente Anillo Metro Ethernet

En la *figura 6* se observa el esquema de red de acceso que se implementará en topología pétalo; es decir, que los cables salen de un nodo específico en Bogotá, trazan un recorrido optimizado para cubrir la mayor cantidad de sitios concentrados en una zona geográfica y vuelven al mismo nodo. Cada cable de fibra óptica puede soportar varios anillos de 2 hilos cada uno. La longitud promedio de cada pétalo es de 8 km en promedio.

3.1.3.2. Diseño de red de acceso Ethernet (Red Metro Ethernet).

Para la implementación de la red se instalará un equipo Switch S5328 por cada sitio. Los equipos S5328 son dispositivos capa 2 con capacidad de switching de 88 Gbps, una capacidad de Packet forwarding de 65.47 Mbps, doble fuente DC redundante, con disponibilidad de 20 puertos multipropósito (ópticos o eléctricos), los cuales proporcionan características de Ethernet OAM además de otras como bajo consumo de

energía y diferentes esquemas de conmutación, alarma preventiva ante fallas del suministro de energía, dimensiones físicas aptas para sitios con restricción disponibilidad de espacio y gestión centralizada de los equipos. Por medio de este equipo se garantizará el transporte de tráfico Ethernet desde cada sitio hasta el equipo ME (MetroEthernet). Desde allí el tráfico es transportado a una interconexión con el cliente en donde se entregaran los servicios aprovisionados.

Se configurarán los equipos S5328 en topología anillo implementando 4 equipos de acceso por anillo, más la respectiva cabecera ME de cada central.

Con 4 equipos por anillo se garantiza el BW suficiente para cada sitio e incluso uno que podría llegar a los 500Mbps no simultáneos en los cuatro sitios. Sin embargo, en caso de requerirse ampliación de BW en alguna BTS, se podrá satisfacer el requerimiento sacando uno de los equipos del anillo hacia otro anillo de acceso y así garantizar mayor disponibilidad de BW.

Se garantizará que los anillos lógicos de acceso son de 1Gbps y, teniendo en cuenta que cada uno tendría máximo 4 nodos, es decir 200 Mbps en promedio por sitio remoto y adicional se garantizará el tiempo de conmutación máximo de 50ms extremo a extremo.

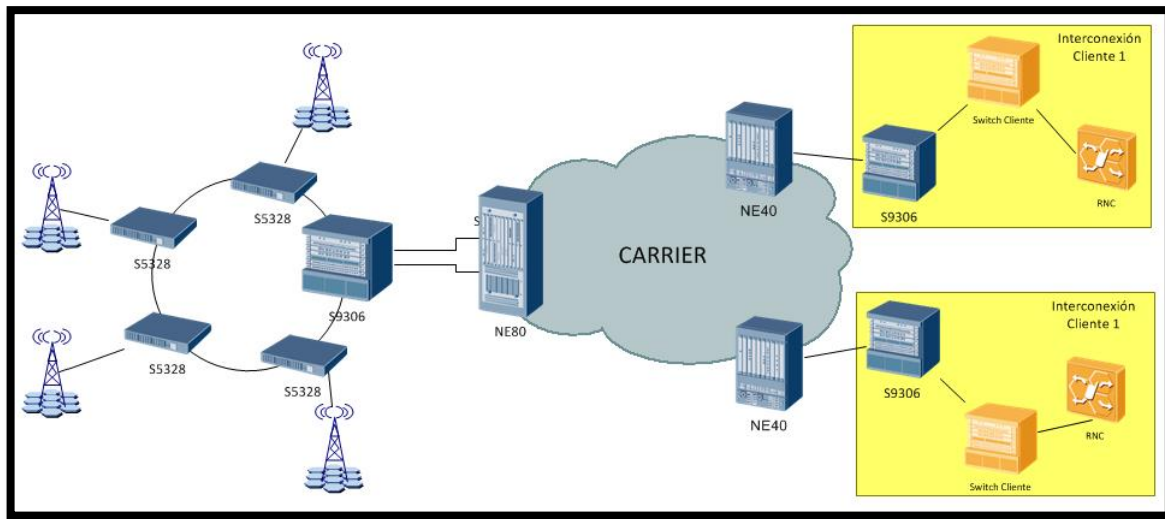


Figura 11. Diagrama de Red Solución Metro Ethernet

3.1.3.3. Solución Servicios FastEthernet (FE).

- ✓ Se garantizará que la marcación del servicio tanto en prioridad como en clase de servicio es la de máxima permitida en la red.
- ✓ Se garantizará que el ancho de banda contratado no entrará a competir por demanda con el tráfico que transporten de otros servicios de otros clientes en la red.
- ✓ La topología a nivel 1 que soporte la solución deberá ser del tipo anillada, lo cual implica rutas lógicas y físicas independientes desde el punto de conexión del sitio hasta la interconexión con el cliente.
- ✓ El equipo que se va a instalar inicialmente cuenta con 20 puertos multipropósito (ópticos o eléctricos).
- ✓ Se garantizará Delay menor a 40ms el cual será medido para la entrega de cada servicio.

- ✓ Se garantizará Jitter menor a 15ms, el cual será medido para la entrega de cada servicio.
- ✓ Se garantizará PLR (packet loss ratio) menor a 0.05%, el cual será medido para la entrega de cada servicio.
- ✓ Se garantizará que la solución soportará la configuración de una VLAN para cada interfaz FE. Dicha configuración será definida por el cliente al inicio del proyecto para ser aplicada por el proveedor.
- ✓ Se garantiza que la interfaz en el nodo remoto será del tipo FE eléctrica.

3.1.3.4. Configuración de la Solución

Equipo a instalar:

Tabla 2. Características Técnicas Equipo UM.

Equipo	Potencia (Watts)	Corriente (Amperios)	Voltaje (DC)	Total Consumo (Watts)	Disipación de Calor (BTUs/Hora)
S5328	95	2.01	-48	95	304
Equipo	Dimensiones WxDxH (mm)	Breacker DC (Amperios)	Breacker Requeridos por Equipo	Fijación en Rack	Weight
S5328	442x420x43.6	6	2	19''	8.5

Los breaker para los nodos remotos serán suministrados por el cliente.

El cliente además debe garantizar un rango de temperatura de -5° C a 40° C y un rango de humedad relativa del 5% al 95 % sin condensación.

3.1.3.5. Instalación

En la tabla 2 están las especificaciones del equipo que se van a utilizar en el proyecto. Estos equipos estarán asegurados por parte del proveedor.

La instalación del Servicio incluirá la conexión física hasta los equipos de del cliente en ambos extremos de la solución, la programación y configuración de los equipos terminales, la conexión física del Servicio al puerto de red, el proveedor no realizará conexiones físicas hacia equipos del cliente.

Las adecuaciones y materiales de instalación serán suministradas por el proveedor. Ningún trabajo de energización podrá ser realizado sin previ6 aval del cliente.

3.1.3.6. Tiempo de Factibilidad

Toda factibilidad que est6 debidamente tramitada en el Formato de Solicitud de Servicio q, ser6 contestada afirmativa o negativamente dentro de los siguientes cinco (5) d6as h6biles de acuerdo al cronograma definido. En dicha factibilidad se debe especificar longitud de instalaci6n de FO acceso y si el tipo de soluci6n es anillado.

3.1.3.7. Tiempo de Instalaci6n.

Todos los Servicios solicitados ser6n instalados en el tiempo establecido (en la respuesta de viabilidad), el cual no ser6 superior a quince (15) d6as calendario.

3.1.3.8. Entrega del Servicio.

Cada una de las Solicitudes de Servicio será entregada mediante la suscripción de un acta en la cual consta el tipo de Servicio y las condiciones bajo las cuales se entrega, incluyendo el resultado de las pruebas realizadas, el número de la orden de trabajo establecida para la migración de los servicios y la interconexión en el que fue solicitado el servicio. Una vez se finalicen las pruebas, el cliente cuenta con cinco (5) días hábiles para verificar la estabilidad y desempeño del mismo. De presentarse inconvenientes se notificará al proveedor para que este aplique los correctivos necesarios. Una vez el Servicio presente estabilidad y desempeño de acuerdo con las características requeridas durante cinco (5) días hábiles consecutivos y si el cliente no ha presentado reclamaciones o comentarios, se entiende que el Servicio ha sido aceptado y por tanto se procederá a firmar el Acta de Entrega.

El Acta de Entrega contendrá cuando menos:

- ✓ Fecha de iniciación del servicio.
- ✓ Puntos en los que el proveedor entrega al cliente la conexión.
- ✓ Capacidades y/o infraestructura arrendada.
- ✓ Resultado de las pruebas técnicas de cada enlace.
- ✓ Código del sitio para el cual fue solicitado el servicio y que haya sido indicado en la orden de trabajo.
- ✓ En caso de aplicar la configuración de VLANs, la misma deberá ser indicada en el acta de entrega de cada uno de los servicios.

3.1.3.9. Pruebas de Aceptación.

Las mínimas pruebas que se deben realizar para los servicios son:

- ✓ RFC2455.
- ✓ Prueba de Jitter.

Adicionalmente, se solicitará ventana de mantenimiento al cliente para realizar pruebas de saturación para corroborar la instalación del servicio en caso de que estas no se hayan podido realizar al momento de la migración del servicio. El cliente tendrá 30 días para aprobar y ejecutar la ventana. Si no hay respuesta en ese tiempo y el cliente detecta una falla posterior, se contará el tiempo desde que se presenten los inconvenientes hasta su solución como indisponibilidad del servicio.

Todas las pruebas que se realicen con equipo de medición deberán estar soportadas con los resultados impresos de las mismas y deberán ser firmados en campo por las partes, incluyendo a la persona designada por el cliente que realice el acompañamiento en el momento de detener las pruebas. En caso que la persona designada por el cliente para realizar el acompañamiento en el momento de realizar y detener las pruebas, no se haga presente, se procederá a realizar la prueba, salvar los resultados y luego los enviara por correo al responsable técnico del cliente para su revisión y firma.

Todas las pruebas deben ser realizadas a cada uno de los puertos o servicios que se migren; por lo tanto se debe prever, desde el diseño, que la realización de pruebas para la atención de puntos o servicios nuevos no debe generar afectación de los servicios que

ya se encuentren al aire. Para garantizar esto se realizarán las pruebas de la siguiente manera:

Se instalara un equipo de prueba en modo loop en el puerto GE (reservado para tal fin) en el lado de la interconexión y en el lado remoto se colocara un equipo de prueba sobre el puerto FE asignado para el servicio y se correrá la prueba RFC 2544 y Jitter extremo a extremo.

Es responsabilidad del proveedor los equipos, accesorios, transiciones y todos los elementos que requiera para realizar las pruebas.

3.1.3.10. Disponibilidad del servicio.

La disponibilidad requerida por el cliente es del 98,98% que corresponde a Grado A (FO acceso en bus no superior a los 300 Mts), 99,8% Grado B (FO acceso en bus no superior a los 1000 Mts) y disponibilidad 99,5% Grado C (FO acceso en bus superior a los 1000 Mts).

Se contabilizara como tiempo de indisponibilidad del servicio el tiempo de duración de cualquier falla que afecte la disponibilidad por caída de cada enlace redondeado por encima a minutos.

3.1.4. Descripción y Selección de Procesos.

3.1.4.1. Proceso de factibilidad

Factibilidad física en las sedes del cliente.

Estudio de factibilidad en las sedes del cliente, con el fin de revisar las adecuaciones (O.C., energía eléctrica, rack) para la migración de los servicios. El técnico

que realice el estudio debe enviar un site survey en el que se indique el ingreso de la fibra óptica. En el *Anexo E* se incluyen el formato que deben usar el personal en terreno con el fin de evidenciar y garantizar los aspectos mínimos para la instalación del equipo.

Factibilidad Lógica

Es el estudio a nivel de red donde se define la disponibilidad en la red metro Ethernet para la migración de los servicios.

Asignación de factibilidad a un tecnólogo de recursos de Red, el cual debe realizar las siguientes funciones:

- ✓ Evaluar el servicio a migrar, verificando en que equipo de SDH se encuentra actualmente, su ID de identificación del servicio y su VLAN asignada.
- ✓ Revisar el servicio actual a que cable troncal de fibra óptica pertenece.
- ✓ Identificar la nueva troncal de red metro donde va a ser migrado el servicio.
- ✓ Definir la migración del servicio a un anillo de red Metro Ethernet, determinando la distancia de tendido de Fibra Óptica.
- ✓ Hacer el cierre de la factibilidad de diseño indicando el nombre de identificación del equipo actual, su VLAN, la nueva distancia de tendido de fibra y el anillo de Metro Ethernet al que se va a migrar el servicio.

Una vez se realice el cierre de la factibilidad de diseño se envía al ingeniero de proyectos para su aprobación e iniciar el proceso de Aprovevisionamiento.

3.1.4.2. Proceso de Aprovisionamiento

El Ingeniero de proyectos debe revisar que la factibilidad cumpla con todos los requerimientos solicitados y hacer la solicitud a logística del equipo de última milla a entregar en la sede del cliente.

Asignación de aprovisionamiento a un tecnólogo de Asignación de recursos de Red, que tiene las siguientes funciones:

- ✓ Generar el pre diseño para hacer el tendido de FO al nuevo anillo de red Metro Ethernet y enviar el pre diseño con la distancia del tendido de la fibra óptica.
- ✓ El ingeniero de proyectos debe hacer la solicitud de la fibra óptica a utilizar, de acuerdo a la información recibida en el pre diseño y debe coordinar la actividad con cuadrilla asignada para la investigación y tendido.
- ✓ Cuando se realice el tendido, se debe dar retroalimentación a la persona que realizo el pre-diseño, en caso de que se presente alguna novedad en el tendido de FO.
- ✓ Realizar el diseño lógico de instalación de fibra óptica, indicando los hilos de la fibra que van a ser utilizados para realizar los empalmes en la fibra.
- ✓ Realizar un diseño de desinstalación del servicio de la red SDH para que se normalice el anillo y no presente alarmas en la red.
- ✓ Enviar el diseño de fibra óptica a la cuadrilla encargada de realizar los empalme
- ✓ Enviar el diseño a un Ingeniero de redes (Path) encargado de ingresar el servicio a la red metro Ethernet.

- ✓ El Ingeniero de redes (Path) se encarga de poner en funcionamiento la red del servicio que se va a aprovisionar, propagar la red local desde el equipo de última milla hasta el nodo principal y realizar la interconexión entre estos dos puntos.
- ✓ Aprovisionar los recursos sobre plataformas de acceso, transporte y conmutación de datos.

Una vez se cumplan estas tareas se asigna la actividad de migración de servicios en la cual se hace la instalación del equipo S5328 nuevo sobre la red Metro Ethernet en conjunto con la puesta en marcha del servicio, para lo cual se asigna un Ingeniero de Conectividad encargado de realizar las siguientes funciones:

- ✓ Realizar pruebas de tráfico de datos desde el equipo de última milla hasta el equipo del nodo principal.
- ✓ Realizar pruebas de la dirección IP del servicio.
- ✓ Habilitar protocolos de transporte de datos.
- ✓ Pruebas de envío y recibo de Datos desde la sede del cliente hasta el nodo
- ✓ Garantizar el tráfico de Datos para que el servicio quede en funcionamiento.

Una vez terminado el proceso de Puesta en marcha se deben realizar pruebas de Datos RFC. 2455 para comprobar el envío y recibo de datos de la sede del cliente con el nodo principal.

3.1.4.3. Factores que pueden impedir retrasos en el cronograma de actividades

Es de gran importancia realizar un análisis de riesgos en donde se identifiquen los principales factores que pueden generar retrasos en el cronograma, especialmente durante la etapa de implementación del proyecto. En las *figuras 11 y 12*, se realiza un análisis de riesgos de acuerdo a la matriz definida en el Anexo D.

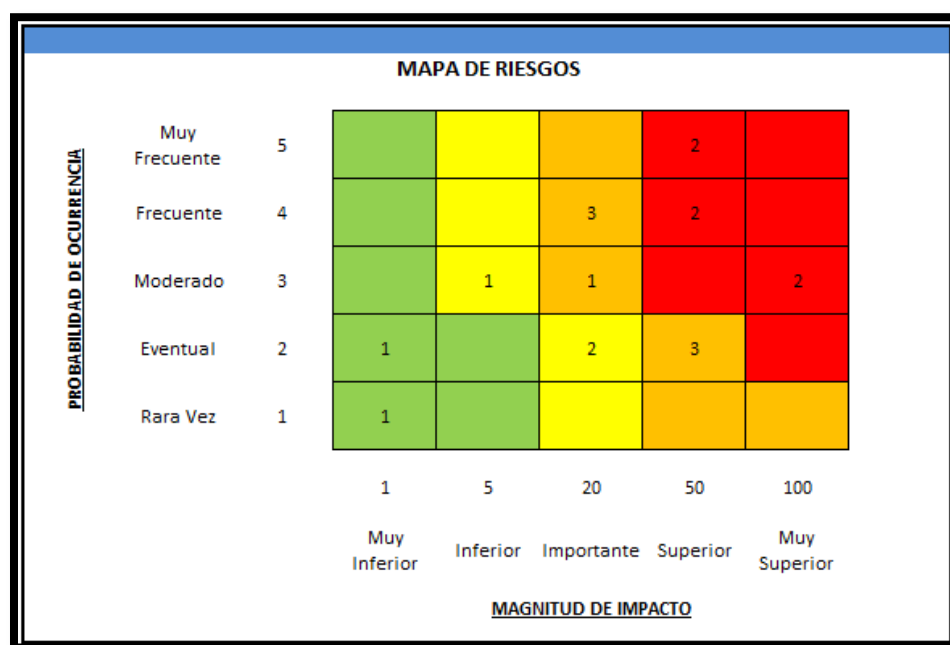


Figura 12. Mapa de Riesgos.

En la *figura 12* en el sector izquierdo se contempla la Probabilidad de Ocurrencia de los riesgos y se escalan en muy frecuente, frecuente, moderado, eventual y rara vez con una valoración de 5 a 1 respectivamente. En la parte inferior de la figura se observa la Magnitud de Impacto, que se identifican bajo los rangos de muy inferior, inferior, importante, superior y muy superior con un valor de 1, 5, 20, 50, 100 respectivamente. De

acuerdo a lo anterior estos dos aspectos permiten evaluar los riesgos definidos en el Anexo D, y que bajo una operación matemática simple se obtiene un porcentaje el cual define si el riesgo es bajo, medio, alto o extremo.

En la *figura 13* se evidencia que de los 18 riesgos evaluados en el proyecto, 2 son de criticidad baja, 3 de media, 7 de alta, y 8 de alta criticidad o extrema, a estos se les debe prestar una mayor atención, ya que pueden generar grandes retrasos en el cronograma y por consiguiente incumplimiento del contrato con el cliente.

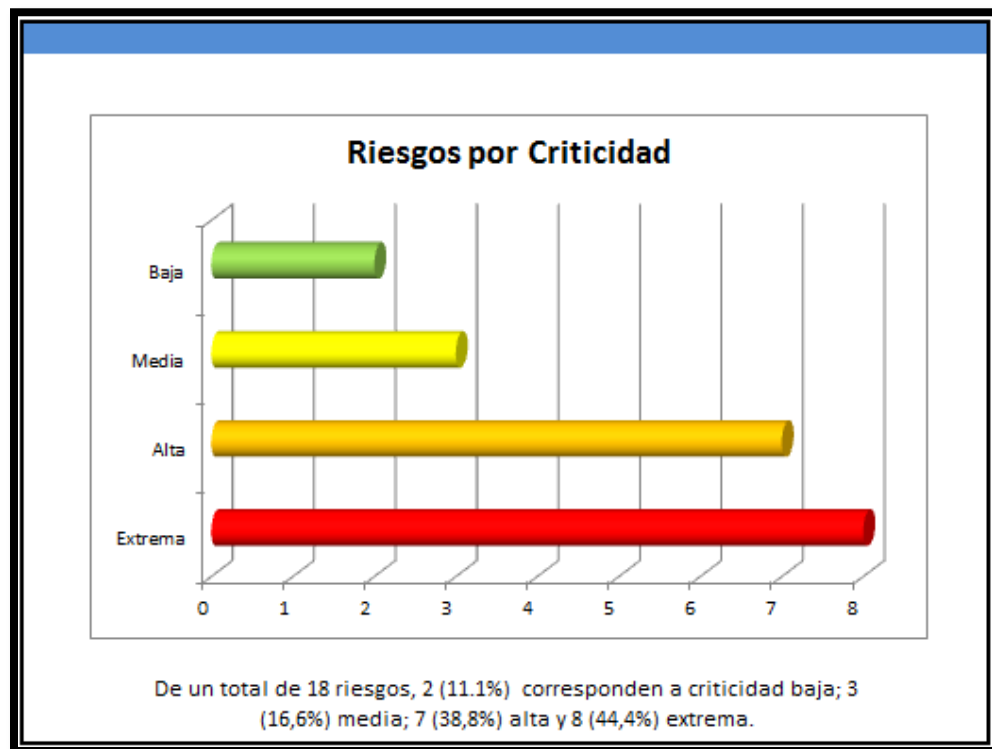


Figura 13. Riesgos por Criticidad

3.1.4.4. Cronograma del proceso Seleccionado.

Se crearon dos cronogramas para el proyecto. En el Cronograma General (Anexo A) se evidencian todas las actividades a ejecutar durante la planificación, ejecución y

cierre del proyecto, cabe destacar que el actual documento solo se realizará la etapa de planificación. Un segundo cronograma fue definido con fechas exactas para todas las actividades de ejecución del proyecto (Cronograma Especifico Anexo B).

Para el desarrollo de la planificación del proyecto se elaboró un cronograma de acuerdo al tiempo estimado de entrega del mismo (16 semanas). Para la ejecución de la migración de los servicios SDH a Metro Ethernet se definió desde el alcance un tiempo de 2 meses en donde se relacionan las semanas que deben ser ejecutadas las actividades de adecuaciones del cliente, factibilidad, investigación de FO, tendido FO, empalmes FO, instalación y comisionamiento de equipo S5328, pruebas RFC y migración del servicio con acompañamiento del cliente. Finalmente se establecen 3 semanas para el cierre del proyecto, documentación final, entrega a satisfacción del cliente y firma de acta de cierre.

De acuerdo a lo anterior se estima que el horizonte del proyecto es de 35 semanas distribuidas bajo las fases descritas en los párrafos previos.

3.1.5. Selección de Maquinaria y Equipo Nacional e Importado.

Para la migración de los sitios de tecnología SDH a Metro Ethernet basados en la licitación del mismo se ha definido que el equipo de Última Milla a instalar en el cliente es el equipo S5328. En la *tabla 2*, se presentan sus principales características.

3.1.6. Requerimiento de Mano de Obra, Materia Prima e Insumo

Accesorios de fibra óptica: De acuerdo a que se van a migrar 40 sedes en Bogotá de tecnología SDH a Red Metro, ya se tiene conexión de fibra óptica, por lo tanto no es

necesario realizar tendido de fibra desde las sedes del cliente hasta el cable pétalo correspondiente al anillo de red Metro Ethernet, pero si se debe realizar tendido desde la caja de empalme donde llega el cable acceso existente hasta la caja de empalme correspondiente al cable pétalo de fibra óptica que forma el anillo de red Metro Ethernet, para lo cual se deben utilizar 2 km de fibra óptica ADSS de 12 hilos y 8 Km de fibra óptica canalizada de 12 hilos.

Herrajes: Para la instalación de cable aéreo ADSS en posteria se requiere la instalación de herrajes de suspensión y herrajes de retención_Estimando que de las 40 sedes a migrar, en 5 de estas sedes los cables pétalo de red Metro Ethernet pasan por posteria se requiere la instalación de 5 herrajes.

Equipos: Para la migración de estas sedes que actualmente cuentan con equipos de última milla de SDH, Metro1000, se requiere la instalación de 40 equipos Switch S5328 de capa 2.

Recursos humanos: Para la implementación de este proyecto contamos con los siguientes recursos

Recursos administrativos.: Están compuestos por un Gerente de proyectos y un Ingeniero de Proyectos, quienes se encargan de gerenciar el proyecto, cumpliendo con los requisitos exigidos por el cliente, este recurso administrativo se encarga de programar visitas de viabilidad en cada sede y evaluar los resultados de cada visita para así definir los recursos materiales y recursos humanos que se necesitan para la implementación del proyecto. Adicionalmente debe realizar seguimiento y programar todas las actividades para el aprovisionamiento de las 40 sedes de acuerdo al cronograma definido.

Recurso Operativo: Dos técnicos documentadores encargados de documentar y especificar los resultados de las visitas de viabilidad.

Dos ingenieros de recursos red encargados de generar los diseños y recursos para cada migración e implementación de servicios nuevos.

Un ingeniero de Gestión de redes (Path) encargado ingresar los servicios a la red Metro Ethernet.

Un Ingeniero de Puesta en marcha encargado de realizar las pruebas de conectividad y garantizar el funcionamiento del servicio.

A cada recurso técnico y operativo le suministran los puestos de trabajo, PCs portátiles y celulares.

Recurso técnico. Dos técnicos de factibilidad encargados de realizar las visitas de viabilidad en cada sede y revisar que el cliente cumpla con las condiciones necesarias.

Dos cuadrillas de tendido de fibra óptica que se encargan de acordar con el Ingeniero de recursos de red la ruta por donde se va a realizar cada tendido de FO.

Dos cuadrillas de empalme encargadas de hacer los empalmes de FO y deben realizar pruebas reflecto métricas desde el extremo del cliente hasta la caja de empalmes y de ser necesario hasta la central de datos para garantizar que la FO no presenta inconvenientes de atenuación ni pérdida de señal.

Un técnico de conectividad encargado de instalar los equipos nuevos y ponerlos en funcionamiento.

Maquinaria: Tres camionetas de transporte para las cuadrillas de tendido, empalme y técnico de conectividad. Dos motos para transportar a los técnicos de factibilidad.

Capítulo 4. Aspectos Financieros

4.1. Configuración de Presupuesto de Costos

El presupuesto ha sido definido de acuerdo a las actividades seleccionadas para la realización del proyecto, cabe destacar que a cada una de ellas se asignó un recurso específico que trae un costo, todo esto aplicado a las fases de ejecución y cierre del proyecto.

4.1.1. Costos.

En el anexo C se definen los costos asociados al proyecto de acuerdo a la asignación de recursos administrativos, operativos, maquinaria, material de trabajo y técnico. El presupuesto está definido en pesos Colombianos así como el precio del equipo de Última Milla Switch S5328 que se estima de acuerdo al valor del dólar americano en Abril 20 de 2015.

En la *tabla 3* evidencia el costo del proyecto de acuerdo a las actividades a desarrollar para la migración de tecnología de los servicios solicitados. En esta se evidencia el costo total del proyecto que asciende a COP \$858.816.625.

Tabla 3. Costos Generales Asociados al Proyecto.

Costos Proyecto	
Suministros	\$4.241.625,00
Factibilidad	\$17.500.000,00
Montaje	\$62.000.000,00
Pruebas de Conectividad	\$12.750.000,00
Migración	\$74.250.000,00
Garantía y Soporte	\$11.725.000,00
Entrega al Cliente	\$676.350.000,00
TOTAL COSTO DEL PROYECTO	\$858.816.625,00

Lista de referencias

- Schmidberg, E. (2003). Introducción a la tecnología SDH (Jerarquía Digital Síncrona).
URL <http://www.ieee.org.ar/downloads/sdh-intro.pdf>.
- Cisco, Systems. (2005). Servicios y Soluciones Metro Ethernet.
URL <http://www.cisco.com/web/LA/docs/ppt/MetroEthernetBDM.ppt>.
- UTI-T, G.707/Y.1322. (2007). Network node interface for the synchronous digital hierarchy (SDH)
URL <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.707-200701-I/en>
- Bottorff, P. (2003). Metro Ethernet Forum. MEF Technical Activities.
URL http://www.ieee802.org/1/files/public/docs2003/tc_intro_ieee.ppt
- Velasco, L. (2005). Introducción a la Jerarquía Digital Síncrona (SDH).
URL <http://personals.ac.upc.edu/lvelasco/docs/teaching/SDH.pdf>
- Alvarez A. (2008). Estudio Técnico-Económico de Redes de Agregación de Nueva Generación.
URL http://oa.upm.es/1078/1/PFC_ALFREDO_ALVAREZ_BARRIO.pdf

Glosario de Términos

FO: Fibra Óptica.

BTS: Base station tranceiver. Estación Base de Telefonía.

SDH: Jerarquía Digital Síncrona.

PDH: Jerarquía Digital Ple síncrona.

Metro Ethernet: Es un servicio ofrecido para interconectar redes LANs ubicadas a grandes distancias.

LAN (Local Área Network): Redes de Área Local.

MAN (Metropolitan Area Network): Redes de Área Metropolitana

WAN (Wide Area Network): Redes de Área Amplia.

VLAN: Red de área Local (LAN) Virtual.

MPLS (Multiprotocol Label Switching): Permite a las empresas y proveedores de servicios construir redes inteligentes de próxima generación.

Frame Relay: Es un protocolo de red, orientado a la conmutación de paquetes.

IPTV: Televisión mediante IP.

HDSL (High digital subscriber line): Línea de abonado digital de alta velocidad.

PCM: Sistema de modulación por codificación de pulsos.

IEEE: Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

ITU: Unión Internacional de Telecomunicaciones.

PDH: Jerarquía digital Ple síncrona.

G.703: Estándar definido por la ITU para definir las características físicas y eléctricas de la interfaz para transmitir voz y datos.

STM: Modo de transferencia síncrona.

ATM: Modo de transferencia Asíncrona.

Ethernet: Estándar de redes que emplea el método CSMA/CD Acceso multiple por detección de portadora con Detector de colisiones.

RFC (Request for comment): Es el estándar utilizado para hacer pruebas de punto a punto al canal de datos.

IP: Protocolo de Internet.

VOIP: Voz sobre IP.

TDM: Modulación por división de tiempo.

EVC: Ethernet Virtual connection.

UNI: Interfaz de red de usuario.

NE (Network Ethernet): Red Ethernet.

BW: Ancho de Banda.

FE: Fast Ethernet

ANEXO A CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

[illegible]

ANEXO B CRONOGRAMA ESPECÍFICO

CRONOGRAMA ACTIVIDADES DETALLADO										
Sitio	CLIENTE			PROVEEDOR						
	Fecha OC	Fecha Instalación RCK	Fecha Energía	Fecha Factibilidad	Fecha Investigación FO	Fecha Tendido FO	Fecha Empalmes	Fecha Instalación	Fecha Pruebas	Fecha Migración
B1	01/07/2015	06/07/2015	13/07/2015	21/07/2015	21/07/2015	27/07/2015	03/08/2015	10/08/2015	11/08/2015	11/08/2015
B2	01/07/2015	07/07/2015	14/07/2015	21/07/2015	21/07/2015	28/07/2015	04/08/2015	11/08/2015	12/08/2015	12/08/2015
B3	02/07/2015	07/07/2015	14/07/2015	22/07/2015	22/07/2015	28/07/2015	04/08/2015	12/08/2015	13/08/2015	13/08/2015
B4	02/07/2015	08/07/2015	15/07/2015	22/07/2015	22/07/2015	29/07/2015	05/08/2015	13/08/2015	14/08/2015	14/08/2015
B5	03/07/2015	08/07/2015	15/07/2015	23/07/2015	23/07/2015	30/07/2015	06/08/2015	14/08/2015	18/08/2015	18/08/2015
B6	06/07/2015	09/07/2015	16/07/2015	23/07/2015	23/07/2015	30/07/2015	06/08/2015	18/08/2015	19/08/2015	19/08/2015
B7	07/07/2015	09/07/2015	16/07/2015	24/07/2015	24/07/2015	31/07/2015	10/08/2015	19/08/2015	20/08/2015	20/08/2015
B8	07/07/2015	10/07/2015	17/07/2015	24/07/2015	24/07/2015	03/08/2015	11/08/2015	20/08/2015	21/08/2015	21/08/2015
B9	08/07/2015	13/07/2015	21/07/2015	27/07/2015	27/07/2015	04/08/2015	11/08/2015	21/08/2015	24/08/2015	24/08/2015
B10	08/07/2015	14/07/2015	21/07/2015	27/07/2015	27/07/2015	04/08/2015	12/08/2015	24/08/2015	25/08/2015	25/08/2015
B11	09/07/2015	14/07/2015	22/07/2015	28/07/2015	28/07/2015	05/08/2015	13/08/2015	25/08/2015	26/08/2015	26/08/2015
B12	09/07/2015	15/07/2015	22/07/2015	28/07/2015	28/07/2015	06/08/2015	13/08/2015	26/08/2015	27/08/2015	27/08/2015
B13	10/07/2015	15/07/2015	23/07/2015	29/07/2015	29/07/2015	06/08/2015	14/08/2015	27/08/2015	28/08/2015	28/08/2015
B14	13/07/2015	16/07/2015	23/07/2015	29/07/2015	29/07/2015	10/08/2015	18/08/2015	28/08/2015	31/08/2015	31/08/2015
B15	14/07/2015	16/07/2015	24/07/2015	30/07/2015	30/07/2015	11/08/2015	18/08/2015	31/08/2015	01/09/2015	01/09/2015
B16	14/07/2015	17/07/2015	27/07/2015	30/07/2015	30/07/2015	11/08/2015	19/08/2015	01/09/2015	02/09/2015	02/09/2015
B17	15/07/2015	21/07/2015	28/07/2015	31/07/2015	31/07/2015	12/08/2015	20/08/2015	02/09/2015	03/09/2015	03/09/2015
B18	15/07/2015	21/07/2015	28/07/2015	31/07/2015	31/07/2015	13/08/2015	20/08/2015	03/09/2015	04/09/2015	04/09/2015
B19	16/07/2015	22/07/2015	29/07/2015	03/08/2015	03/08/2015	13/08/2015	21/08/2015	04/09/2015	07/09/2015	07/09/2015
B20	16/07/2015	22/07/2015	29/07/2015	03/08/2015	03/08/2015	14/08/2015	24/08/2015	07/09/2015	08/09/2015	08/09/2015
B21	17/07/2015	23/07/2015	30/07/2015	04/08/2015	04/08/2015	18/08/2015	25/08/2015	08/09/2015	09/09/2015	09/09/2015
B22	21/07/2015	23/07/2015	30/07/2015	04/08/2015	04/08/2015	18/08/2015	25/08/2015	09/09/2015	10/09/2015	10/09/2015
B23	21/07/2015	24/07/2015	31/07/2015	05/08/2015	05/08/2015	19/08/2015	26/08/2015	10/09/2015	11/09/2015	11/09/2015
B24	22/07/2015	27/07/2015	03/08/2015	05/08/2015	05/08/2015	20/08/2015	27/08/2015	11/09/2015	14/09/2015	14/09/2015
B25	22/07/2015	28/07/2015	04/08/2015	06/08/2015	06/08/2015	20/08/2015	27/08/2015	14/09/2015	15/09/2015	15/09/2015
B26	23/07/2015	28/07/2015	04/08/2015	06/08/2015	06/08/2015	21/08/2015	28/08/2015	15/09/2015	16/09/2015	16/09/2015
B27	23/07/2015	29/07/2015	05/08/2015	10/08/2015	10/08/2015	24/08/2015	31/08/2015	16/09/2015	17/09/2015	17/09/2015
B28	24/07/2015	29/07/2015	05/08/2015	10/08/2015	10/08/2015	25/08/2015	01/09/2015	17/09/2015	18/09/2015	18/09/2015
B29	27/07/2015	30/07/2015	06/08/2015	11/08/2015	11/08/2015	25/08/2015	01/09/2015	18/09/2015	21/09/2015	21/09/2015
B30	28/07/2015	30/07/2015	06/08/2015	11/08/2015	11/08/2015	26/08/2015	02/09/2015	21/09/2015	22/09/2015	22/09/2015
B31	28/07/2015	31/07/2015	10/08/2015	12/08/2015	12/08/2015	27/08/2015	03/09/2015	22/09/2015	23/09/2015	23/09/2015
B32	29/07/2015	31/08/2015	10/08/2015	12/08/2015	12/08/2015	27/08/2015	03/09/2015	23/09/2015	24/09/2015	24/09/2015
B33	29/07/2015	03/08/2015	11/08/2015	14/08/2015	14/08/2015	28/08/2015	04/09/2015	24/09/2015	25/09/2015	25/09/2015
B34	30/07/2015	03/08/2015	11/08/2015	14/08/2015	14/08/2015	31/08/2015	07/09/2015	25/09/2015	28/09/2015	28/09/2015
B35	30/07/2015	04/08/2015	12/08/2015	18/08/2015	18/08/2015	01/09/2015	08/09/2015	28/09/2015	29/09/2015	29/09/2015
B36	31/07/2015	04/08/2015	12/08/2015	18/08/2015	18/08/2015	01/09/2015	08/09/2015	29/09/2015	30/09/2015	30/09/2015
B37	03/08/2015	05/08/2015	13/08/2015	19/08/2015	19/08/2015	02/09/2015	09/09/2015	30/09/2015	01/10/2015	01/10/2015
B38	03/08/2015	05/08/2015	13/08/2015	19/08/2015	19/08/2015	03/09/2015	10/09/2015	01/10/2015	02/10/2015	02/10/2015
B39	04/08/2015	06/08/2015	14/08/2015	20/08/2015	20/08/2015	03/09/2015	10/09/2015	02/10/2015	05/10/2015	05/10/2015
B40	04/08/2015	06/08/2015	14/08/2015	20/08/2015	20/08/2015	04/09/2015	11/09/2015	05/10/2015	06/10/2015	06/10/2015

ANEXO C ASIGNACION DE RECURSOS

Proyecto: Migracion de servicios SDH a Red Metro Ethernet					
Asignacion de recursos					
Suministro					
Recurso	Nombre	Tiempo (Mes)	Cantidad	Precio	Costo Total
Material de Trabajo	Equipos de prueba	2,5	1	\$20.000.000,00	\$416.666,67
	PCs portatiles	4	9	\$1.200.000,00	\$360.000,00
	Sillas de oficina	4	6	\$100.000,00	\$20.000,00
	Escritorios de oficina	4	6	\$180.000,00	\$36.000,00
	Fibra Optica ADSS(km)	2,5	2	\$2.200,00	\$91,67
	Fibra Optica canalizada(Km)	2,5	8	\$2.200,00	\$366,67
	Herrajes	2	5	\$22.000,00	\$1.833,33
	Celular	4	15	\$180.000,00	\$90.000,00
Maquinaria	Camioneta	3,25	3	\$40.000.000,00	\$3.250.000,00
	Moto	1	2	\$4.000.000,00	\$66.666,67
				Total Suministros	\$4.241.625,00
Factibilidad					
Recurso	Nombre	Tiempo (Mes)	Cantidad	Precio	Costo Total
Administrativo	Gerente de Proyecto	1	1	\$5.000.000,00	\$5.000.000,00
	Ingeniero de Proyecto	1	1	\$2.500.000,00	\$2.500.000,00
	Gerente Tecnico	1	1	\$3.000.000,00	\$3.000.000,00
	Tecnico documentador	1	1	\$1.000.000,00	\$1.000.000,00
Operativo	Ingeniero de Recursos de red	1	2	\$1.500.000,00	\$3.000.000,00
	Tecnico documentador	1	1	\$1.000.000,00	\$1.000.000,00
Tecnico	Tecnico de factibilidad	1	2	\$1.000.000,00	\$2.000.000,00
				Total Factibilidad	\$17.500.000,00
Montaje					
Recurso	Nombre	Tiempo (Mes)	Cantidad	Precio	Costo Total
Administrativo	Gerente de Proyecto	3	1	\$5.000.000,00	\$15.000.000,00
	Gerente Tecnico	3	1	\$3.000.000,00	\$9.000.000,00
	Ingeniero de Proyecto	3	1	\$2.500.000,00	\$7.500.000,00
Tecnico	Cuadrilla de tendido de Fibra Optica	1,5	2	\$3.500.000,00	\$10.500.000,00
	Cuadrilla de empalmes de Fibra Optica	1,25	2	\$1.600.000,00	\$4.000.000,00
	Tecnico de conectividad	2,5	2	\$1.300.000,00	\$6.500.000,00
Operativo	Ingeniero de redes (Path)	2,5	1	\$1.900.000,00	\$4.750.000,00
	Ingeniero de Recursos de red	2,5	1	\$1.900.000,00	\$4.750.000,00
				Total Montaje	\$62.000.000,00
Pruebas de conectividad					
Recurso	Nombre	Tiempo (Mes)	Cantidad	Precio	Total
Tecnico	Tecnico de conectividad	2,5	1	\$1.300.000,00	\$3.250.000,00
Operativo	Ingeniero de Puesta en Marcha	2,5	1	\$1.900.000,00	\$4.750.000,00
Operativo	Ingeniero de Recursos de red	2,5	1	\$1.900.000,00	\$4.750.000,00
				Total Pruebas	\$12.750.000,00
Migracion					
Recurso	Nombre	Tiempo (Mes)	Cantidad	Precio	Total
Instalación Equipo SX	Tecnico Empresa Equipo	N/A	40	\$1.500.000,00	\$60.000.000,00
Operativo	Ingeniero de Recursos de red	2,5	1	\$1.900.000,00	\$4.750.000,00
	Ingeniero de Redes (Path)	2,5	1	\$1.900.000,00	\$4.750.000,00
	Ingeniero de Puesta en marcha	2,5	1	\$1.900.000,00	\$4.750.000,00
				Total Migración	\$74.250.000,00
Garantia y soporte					
Recurso	Nombre	Tiempo (Mes)	Cantidad	Precio	Total
Administrativo	Gerente de Proyecto	0,75	1	\$5.000.000,00	\$3.750.000,00
	Gerente Tecnico	0,75	1	\$3.000.000,00	\$2.250.000,00
	Ingeniero de Proyecto	0,75	1	\$2.500.000,00	\$1.875.000,00
	Tecnico documentador	0,75	1	\$1.000.000,00	\$1.000.000,00
Operativo	Ingeniero de Puesta en marcha	0,75	1	\$1.900.000,00	\$1.425.000,00
	Ingeniero de Recursos de red	0,75	1	\$1.900.000,00	\$1.425.000,00
				Total Garantía	\$11.725.000,00
Entrega al cliente					
Recurso	Nombre	Tiempo (Mes)	Cantidad	Precio	Total
Entrega Formal al Cliente	Equipo de ultima milla Metro Ethernet (Baterías, SFP's, Licencias)	N/A	40	\$16.900.000,00	\$676.000.000,00
	Documentación	N/A	N/A	\$350.000,00	\$350.000,00
				Total Entrega	\$676.350.000,00
COSTO TOTAL PROYECTO MIGRACION DE TECNOLOGÍA					\$858.816.625,00

ANEXO D MATRIZ DE RIESGOS

ITEM	AREA	RIESGO	OBJETIVO DE CONTROL	PROBABILIDAD	MAGNITUD DE IMPACTO	CRITICIDAD	ESTRATEGIA	ACTIVIDADES REALIZAR	RESPONSABLE
10	Administrativo / Técnica / Operación	No lograr entrega de los 40 sitios antes del 6 de octubre de 2015	Asegurar la entrega de los primeros servicios el 5 de octubre de 2015	3	100	60% Extrema	Evitar Riesgo	Realizar seguimiento a las actividades del cronograma. Informar oportunamente al cliente sobre todos los posibles atrasos que se puedan presentar por causas atribuibles a ellos.	Gerente Proyecto / Ingeniero de Proyectos
11	Técnica	Garantizar cumplimiento del tiempo de conmutación máximo de 50 ms extremo a extremo	Garantizar cumplimiento del tiempo de conmutación máximo de 50 ms extremo a extremo	2	50	20% Alta	Transferir el Riesgo	Un grupo de trabajo encargado realizará pruebas previas para asegurar el cumplimiento del tiempo de conmutación. Se dejará documento escrito con compromiso de cumplimiento de características al proveedor.	Gerente Técnico
12	Técnica	La solución implementada no cumpla con los requerimientos funcionales ofertados.	Garantizar el 100% de las funcionalidades ofertadas al cliente	2	50	20% Alta	Evitar Riesgo	Asegurar que el diseño de la solución para el cliente cumple con todas las especificaciones de servicios y ANS comprometidos. Difundir a las demás áreas el diseño definitivo de la solución	Gerente Técnico / Gerente Proyecto
13	Técnica	El cliente no cuente con la infraestructura de Rack's, obras civiles y obras civiles y energía disponibles para recibir los nuevos servicios entregados	Asegurar capacidad de infraestructura del cliente para recibir los nuevos servicios entregados	4	20	15% Alta	Transferir el Riesgo	Asegurar que de acuerdo a la solicitud el cliente garantice Rack's, obras civiles y energía en los sitios. Documentar en acta el compromiso de CM de contar con la infraestructura para recibir los servicios que entregará ETB.	Gerente Técnico / Gerente Proyecto
14	Operación	No cumplir con la construcción oportuna de RCs	Ejecutar a tiempo los RCs requeridos por el proyecto y contar con la disponibilidad presupuestal para su ejecución	3	5	3% Medio	Reducir la probabilidad de ocurrencia	Generar la orden de construcción de RC enseguida se detecte su necesidad	Ingeniero de Proyectos
15	Operación	Atraso por limpieza de cámaras donde se requiere intervenir o tender fibra	Contar con la disponibilidad del factor	2	1	0% Baja	Reducir la probabilidad de ocurrencia	Acordar plan de trabajo con el área que administra el factor para los casos en que se registren obstrucciones de canalización para el tendido de fibra que afecten el proyecto.	Ingeniero de Proyectos
16	Operación	Atraso en el tendido de fibras por obstrucciones en la canalización.	Definir alternativas en casos de obstrucción de canalizaciones.	4	20	15% Alta	Reducir la probabilidad de ocurrencia	Busqueda de trayectos alternos o solicitud de construcción de RC	Ingeniero de Proyectos
17	Administrativo	No cumplir con la ejecución del presupuesto obligatorio	Lograr la elección del 100% del presupuesto de acuerdo a lo planeado.	2	20	8% Medio	Evitar Riesgo	Revisión detallada del presupuesto obligatorio. Revisión periódica del presupuesto ejecutado durante el desarrollo del proyecto.	Gerente Proyecto
18	Operación	No cumplir con los entregables del proyecto debido a no se tenga el recurso humano y equipos de medición para implementar el proyecto.	Asegurar que las diferentes actividades programadas en paralelo se cumplan en la cantidad, calidad y tiempo requeridas por el proyecto.	2	50	20% Alta	Evitar Riesgo	Presentación del proyecto indicando las fechas comprometidas. Tareas a desarrollar, el paralelismo de las actividades y número de actividades a entregar. Definir plan de trabajo y recibir por parte de técnicos la estrategia de como cumplir con estos requerimientos.	Gerente Proyecto / Ingeniero de Proyectos

ANEXO E FORMATO FACTIBILIDAD

<i>SITE SURVEY</i> <i>PLANO ISOMETRICO. Es el plano de la sede</i>			
<i>PROPIETARIO</i>		<i>DEPARTAMENTO</i>	<i>CUNDINAMARCA</i>
<i>FECHA ELABORACION</i>		<i>CIUDAD</i>	<i>BOGOTA</i>
<i>NOMBRE DEL SITIO</i>		<i>DIRECCION</i>	
<i>AREA DEL SITIO</i>		<i>COORDENADAS</i>	
<i>OBSERVACIONES</i>		<i>CONVENCIONES</i>	
Construir un acceso para una fibra Optica			

SITE SURVEY REGISTRO FOTOGRAFICO			
<i>PROPIETARIO</i>		<i>DEPARTAMENTO</i>	<i>CUNDINAMARCA</i>
<i>FECHA ELABORACION</i>		<i>CIUDAD</i>	<i>BOGOTA</i>
<i>NOMBRE DEL SITIO</i>		<i>DIRECCION</i>	
<i>AREA DEL SITIO</i>		<i>COORDENADAS</i>	

DESCRIPCION FOTO No 1:	DESCRIPCION FOTO No 2:
DESCRIPCION FOTO No 3:	DESCRIPCION FOTO No 4:

SITE SURVEY						
EJEMPLO DE MATERIALES DE OBRA PROYECTADOS						
PROPIETARIO			DEPARTAMENTO		CUNDINAMARCA	
FECHA ELABORACION			CIUDAD		BOGOTA	
NOMBRE DEL SITIO			DIRECCION			
AREA DEL SITIO			COORDENADAS			

Item	MATERIALES	Unidad	Cantidad	PRECIOS UNITARIO	SUB-TOTAL	Alcance
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

NOMBRE Y NUMERO DE CELULAR DEL TECNICO QUE REALIZO LA VISITA DE VIABILIDAD

SOLICITUD DE MATERIALES				
PROYECTO:	VIABILIDAD CLIENTE			
EMPRESA				
ENCARGADO	INGENIERO DE PROYECTOS			
FECHA				
LISTADO DE MATERIALES PROYECTO				
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD REQUERIDA	OBSERVACIONES
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
ENCARGADO ALMACEN			ENCARGADO DEL PROYECTO	
QUIEN RECIBE			EMPRESA	
			QUIEN ENTREGA	

ANEXO F ACTAS SEGUIMIENTO

Acta de Reunión del Proyecto de Migración de Servicios de Red SDH a Red Metro Ethernet

CONVOCADOS

NOMBRES Y APELLIDOS	CARGO	ASISTIO	
		SI	NO
	<i>Gerente de proyectos</i>		
	<i>Ingeniero de proyectos</i>		
	<i>Técnico de documentación</i>		
	<i>Técnico de documentación</i>		
	<i>Tecnólogo Asignación de recursos de red</i>		
	<i>Tecnólogo Asignación de recursos de red</i>		

AGENDA

1. Seguimiento a actividades de factibilidad, visitas de viabilidad, tendidos de FO, empalmes de FO y diseño de FO
2. Presentación de resultados de actividades.
3. Factores de riesgo.
4. Cliente.
5. Observaciones y aportes.

DESARROLLO DE LA AGENDA

1. Seguimiento a actividades de factibilidad, visitas de viabilidad, tendidos de FO, empalmes de FO y diseño de FO.

-Semanalmente se va a realizar una reunión en la cual se va a hacer el seguimiento de una de las tareas asignadas, verificando que se estén cumpliendo correctamente con los cronogramas establecidos. cada

2. Presentación de resultados de actividades.

-Revisión de los resultados obtenidos en cada visita, con el fin de continuar con el proceso de aprovisionamiento.

-En caso de que se presente alguna inconsistencia en el cliente o en la parte externa con la FO o los empalmes se debe revisar el inconveniente y brindar una solución inmediata, con el fin de que no se presente retraso en la programación de las actividades.

3. Factores de riesgo.

Analisis de casos en los que se presenten inconvenientes de fuerza mayor que no permitan el desarrollo de las actividades.

Ejemplo: Condiciones climáticas, adecuaciones en el cliente.

4. Cliente.

Revisión de las solicitudes y exigencias de los clientes para cada una de las sedes.

5. Observaciones y aportes.

De acuerdo con los puntos anteriores, este punto es para que cada uno de los presentes en la reunión exponga sus puntos de vista de las actividades, por ejemplo si se presentan inconsistencias, se deben aclarar y aportar nuevas ideas que ayuden a avanzar en el aprovisionamiento.

SEGUIMIENTO A TAREAS PENDIENTES

No	TAREA PENDIENTE	MOTIVO DEL INCUMPLIMIENTO	ENTREGA

GERENTE DE PROYECTOS	INGENIERO DE PROYECTOS

ACTA DE REUNION CON CLIENTE PARA EL PROYECTO DE MIGRACION DE SERVICIOS DE TECNOLOGIA SDH A RED METRO ETHERNET

ACTA No.	FECHA:	HORA INICIO: HORATERMINACI ÓN:	LUGAR:
OBJETIVO DE LA REUNIÓN: Definición del proyecto de migración de tecnología SDH a Red Metro Ethernet para 40 sedes en Bogotá			
RESPONSABLES DE LA REUNION: Representante del cliente, Gerente de proyectos, Ingeniero de Proyectos			

Asistentes a la Reunión
Cliente. Representante 1
Cliente. Representante 2
Cliente. Representante 2
Gerente de proyectos
Ingeniero de proyectos

AGENDA
Definición del proyecto: Antes de iniciar el proyecto, los responsables, tanto de la ejecución del proyecto como quienes recibirán los resultados del mismo, tienen que tener la visión, los resultados esperados y cuáles serán los beneficios. Planeación de trabajo: En la planeación se determina cómo se va realizar el trabajo. Elaborar un plan para el trabajo, utilizando diferentes alcances, acordes al tamaño del proyecto. Administración del plan de trabajo: El plan de trabajo es lo que describe lo que hay que hacer, el orden del trabajo, el esfuerzo requerido y quien está asignado a qué tarea. Entre más complejo es el proyecto, más cambios se presentan en el plan de trabajo con el transcurrir del tiempo. Se deben revisar los planes de trabajo en forma permanente (en forma semanal) y determinar el estado actual del mismo. Administración de situaciones: Análisis de posibilidad de problemas que puede impedir el avance del proyecto, es una situación que debe ser resuelta por el equipo encargado de la ejecución del proyecto. Administración de la documentación: Toda actividad debe ser documentada y se debe dar retroalimentación al cliente con los avances establecidos Administración de la calidad: Definición de la expectativa del cliente, se deben definir las características de calidad para efectuar este proceso en forma efectiva.

**ACTA DE RECIBO A SATISFACCIÓN
SERVICIOS ENTREGADOS**

NUMERO DE ACTA:

FECHA ACTIVACION:

FECHA CONFIRMACION:

CLIENTE:

NIT:

CONTACTO:

SERVICIOS ENTREGADOS						
ID	NOMBRE DEL SERVICIO	DIRECCIÓN	CIUDAD	ANCHO DE BANDA	PROTOCOLO	INTERFAZ DEL CLIENTE

OBSERVACIONES

FIRMA DE ACEPTACIÓN

FIRMA DE ENTREGADO

FIRMA DE RECIBIDO

GERENTE DE PROYECTO

CLIENTE: