



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS**

**“ESTUDIO Y ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN  
ANILLO DE FIBRA ÓPTICA EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA ORIENTADO A REDES  
NGN INVESTIGADO EN LA CORPORACIÓN NACIONAL DE  
TELECOMUNICACIONES (CNT - EP)”**

**TESIS DE GRADO**

**Previo a la obtención del título de:  
INGENIERA EN SISTEMAS INFORMÁTICOS**

**Presentado por:  
MARÍA JOSÉ ESCALANTE GUEVARA**

**Riobamba – Ecuador**

**2010**

## **AGRADECIMIENTO**

Cada día es una nueva oportunidad para agradecer a todos quienes hacen de nuestra existencia, una de las cosas más maravillosas de la vida, para mí es mi familia y a ellos les debo todo el agradecimiento por ser la fuerza, el pilar de mi vida y sobretodo esa luz que me guía, también a todas las personas que han creído en mí siempre y quienes me han ayudado de una u otra manera en este proyecto; pero de manera especial a mis padres por ser quienes me dieron la oportunidad de estar aquí y han hecho de mi lo que soy.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedico con todo mi corazón a las personas más importantes de mi vida: Tatiana, Alex, Cristian, Sebastián y Hernán, quienes con su amor me alientan a ser mejor día tras día y a luchar siempre por mis sueños.

**FIRMAS DE RESPONSABLES**

<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Iván Ménes <b>DECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA</b>	.....	.....
Ing. Raúl Rosero <b>DIRECTOR DE LAS ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS</b>	.....	.....
Ing. Daniel Haro <b>DIRECTOR DE TESIS</b>	.....	.....
Ing. Daniel Layedra <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	.....	.....
Lcdo. Carlos Rodríguez <b>DIRECTOR DEL CENTRO DE DOCUMENTACIÓN</b>	.....	.....
<b>NOTA DE LA TESIS</b>	.....	

“Yo María José Escalante Guevara, soy la responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis de Grado y el patrimonio intelectual de la misma pertenecen a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”.

---

María José Escalante Guevara

## ÍNDICE GENERAL

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

FIRMAS RESPONSABLES

RESPONSABILIDAD DEL AUTOR

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

INTRODUCCIÓN

<b>CAPÍTULO I: GENERALIDADES .....</b>	<b>- 22 -</b>
1.1 Antecedentes .....	- 22 -
1.2 Justificación del proyecto de tesis .....	- 24 -
1.2.1 Justificación teórica .....	- 24 -
1.2.2 Justificación Práctica .....	- 25 -
1.3 Objetivos .....	- 26 -
1.3.1 Objetivo General .....	- 26 -
1.3.2 Objetivos Específicos .....	- 27 -
1.4 Hipótesis .....	- 27 -
1.5 Identificación de la Empresa .....	- 28 -
1.5.1 Nombre de la empresa .....	- 28 -
1.5.2 Antecedentes de la empresa .....	- 28 -
1.5.3 Misión .....	- 28 -
1.5.4 Visión .....	- 29 -

1.5.5	Plan Nacional de Conectividad .....	- 29 -
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>		<b>- 31 -</b>
2.1	Tecnologías y servicios existentes en la CNT – EP .....	- 31 -
2.1.1	Servicios y redes de servicios.....	- 32 -
2.1.2	Tecnologías en servicios.....	- 34 -
2.1.3	Fortalezas de la plataforma actual de la CNT – EP a nivel nacional.....	- 44 -
2.2	Transición de la CNT EP hacia la convergencia de servicios .....	- 45 -
2.2.1	Convergencia en Telecomunicaciones .....	- 46 -
2.2.2	Dimensiones y estrategia para la convergencia.....	- 48 -
2.2.3	Proyección del crecimiento de la red de CNT EP .....	- 48 -
2.3	Redes de nueva generación NGN .....	- 49 -
2.3.1	Origen de las NGN.....	- 49 -
2.3.2	Definiciones NGN.....	- 50 -
2.3.3	Conceptos y visiones de las NGN .....	- 51 -
2.3.4	Evolución y migración hacia las NGN .....	- 54 -
2.3.5	Características fundamentales de las NGN.....	- 58 -
2.3.6	Componentes de una NGN.....	- 60 -
2.3.7	Arquitectura NGN.....	- 66 -
2.3.8	Plataforma IMS (Internet Protocol Multimedia System).....	- 70 -
2.3.9	Ventajas e inconvenientes de las NGN.....	- 73 -
2.4	Redes ópticas.....	- 74 -
2.4.1	Concepto.....	- 75 -
2.4.2	Características de las redes ópticas.....	- 75 -
2.4.3	Arquitectura de red.....	- 76 -
2.4.4	Equipos utilizados en las redes ópticas .....	- 76 -
2.4.5	Redes PON (Ópticas pasivas - Passive Optical Network) .....	- 77 -
2.4.6	Generaciones de Redes ópticas.....	- 79 -
2.4.7	Medio de transmisión (Fibra Óptica) .....	- 82 -
2.5	Fundamentos de una red óptica.....	- 85 -
2.5.1	Ingeniería del tráfico.....	- 85 -

2.5.2	Calidad de servicio (QoS).....	- 85 -
2.5.3	Clases de servicio (CoS).....	- 85 -
2.5.4	Acuerdo del nivel de servicio (SLAs).....	- 86 -
<b>CAPÍTULO III: ESTUDIO Y ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....</b>		<b>- 87 -</b>
3.1	Estudio de mercado.....	- 87 -
3.1.1	Estudio de la oferta .....	- 87 -
3.1.2	Estudio de la demanda .....	- 89 -
3.1.3	Establecimiento de la demanda insatisfecha.....	- 89 -
3.1.4	Proyección de la demanda.....	- 93 -
3.2	Estudio técnico.....	- 95 -
3.2.1	Alcance del proyecto.....	- 95 -
3.2.2	Beneficios del proyecto.....	- 95 -
3.2.3	Requerimientos del proyecto.....	- 96 -
3.2.4	Situación actual de la infraestructura de telecomunicaciones .....	- 97 -
3.2.5	Disponibilidad, planimetría y obra civil .....	- 101 -
3.2.6	Posibles nodos integrantes y sus distancias .....	- 103 -
3.2.7	Cálculo de tráfico.....	- 104 -
3.2.8	Cálculo de la capacidad.....	- 108 -
3.2.9	Tecnologías y selección de tecnología para la convergencia.....	- 111 -
3.2.10	NG-SDH .....	- 115 -
3.2.11	Servicios futuros a través de NG-SDH.....	- 138 -
3.2.12	Costos del proyecto .....	- 141 -
3.5	Estudio económico .....	- 142 -
3.6	Conclusiones.....	- 143 -
<b>CAPÍTULO IV: ESPECIFICACIONES TECNOLÓGICAS, TÉCNICAS Y ECONÓMICAS...-</b>		<b>145 -</b>
4.1	Especificaciones tecnológicas .....	- 145 -
4.1.1	Sistemas multiplex .....	- 145 -
4.1.2	Características específicas del equipo NG SDH.....	- 146 -
4.1.3	Interfaces externas.....	- 148 -
4.1.4	Sincronización .....	- 152 -

4.1.5	Tarjetas de protección en los Equipos Multiplexores NG-SDH.....	- 153 -
4.1.6	Distribuidores Digitales DDF, distribuidores ópticos ODF y Cableados..	- 153 -
4.1.7	Consumo de Energía.....	- 153 -
4.1.8	Sistema de Gestión y Administración.....	- 154 -
4.1.9	Funciones de Administración y Soporte Operacional.....	- 155 -
4.2	Especificaciones técnicas .....	- 156 -
4.2.1	Diagrama lógico.....	- 156 -
2.2	Diagrama físico .....	- 157 -
4.2.3	Tendido de fibra.....	- 158 -
4.3	Especificaciones económicas .....	- 158 -
4.3.1	Volúmenes de obra .....	- 158 -
4.3.3	Presupuesto aproximado.....	- 166 -
4.4	Documentos finales .....	- 166 -
4.4.1	Resumen ejecutivo.....	- 166 -
<b>CAPÍTULO V: MARCO HIPOTÉTICO .....</b>		<b>- 167 -</b>
5.1	Planteamiento de la hipótesis .....	- 167 -
5.2	Determinación de las variables.....	- 167 -
5.2	Operacionalización conceptual de las variables .....	- 168 -
5.4	Operacionalización metodológica de las variables .....	- 168 -
5.5	Población y muestra .....	- 169 -
5.6	Técnica para la comprobación de la hipótesis .....	- 172 -
5.7	Comprobación de la hipótesis.....	- 174 -

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

### A

ADM: Add Drop Multiplexor

AMG: Access Media Gateway (Pasarela de medios)

ATM: Asynchronous Transfer Mode (Modo de Transferencia Asíncrona)

ASP: Application Services Provider (Proveedor de servicios de internet)

ASTN: Automatic Switched Transport Network (Red de transporte de conmutación automática)

ASON: Automatically Switched Optical Network (Red óptica de conmutación automática)

### B

BNFO: Backbone Nacional de Fibra Óptica

BGP: Border Gateway Protocol (Protocolo de encaminamiento de borde)

### C

CCITT: Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico

CNT – AR: Corporación Nacional de Telecomunicaciones, Agencia Riobamba

CNT – EP: Corporación Nacional de Telecomunicaciones, Empresa Estatal

CPE: Customer Premise Equipment (Equipo Local del Cliente)

### D

DCN: Dynamic Circuit Network (Red dinámica de circuitos)

DDF: Digital Distribution Frame (Bastidor de distribución digital)

DNI: Dual node Interconnectivity Protection (Protección de nodo dual de interconexión)

DSL: Digital Subscriber Line (Línea Digital de Abonado)

DSLAM: Digital Subscriber Line Access Multiplexer (Multiplexor de acceso a la línea digital de abonado)

DSP: Digital Signal Procesor (Procesador digital de la señal)

DTMF: Dual Tone Multi Frequency (Multifrecuencia de tono dual)

DWDM: Dense Wavelength Division Multiplexing (Multiplexación por División en Longitudes de Ondas Densas)

DXC: Digital Cross (X) Conector (Cross conector digital)

## **E**

EPL: Ethernet Private Line

ESCON: Enterprise Systems Connection

ETSI: European Telecommunications Standards Institute (Instituto europeo de estándares en telecomunicaciones)

EVPL: Ethernet Virtual Private Line

EPLAN: Ethernet Private LAN y EVPLAN: Ethernet Virtual Private LAN

## **F**

FCAPS: Acrónimo de Fault, Configuration, Accounting, Performance, Security (Falla, Configuración, Contabilidad, Desempeño, Seguridad)

FEC: Forward error correction (Corrección de errores hacia adelante)

FICON: Fibre Connectivity (Conectividad de la fibra)

FO: Fibra óptica

FODETEL: Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones

FTP: File Transfer Protocol (Protocolo de Transferencia de Archivos)

FTTH: Fiber To The Home (Fibra hasta el hogar)

FTTB: Fiber To The Building (Fibra hasta el edificio)

## **G**

GFP: Generic Framing Procedure (Procedimiento de entramado genérico)

GMPLS: Generalized Multi-Protocol Label Switching (MPLS generalizado)

GPON: Gigabit-capable Passive Optical Network (Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit)

G.SHDSL: Symetric High Speed Digital Subscriber Line (Línea Simétrica de alta velocidad Digital de Abonado)

## **H**

HDLC: High Level Data Link Control (Control de alto nivel de enlace de datos)

HTTP: Hyper Text Transfer Protocol (Protocolo de transferencia de hiper texto)

## **I**

IAD : Integrated Access Device (Dispositivo de acceso integrado)

IETF: Internet Engineering Task Force (Fuerza de Trabajo en Ingeniería de Internet)

IP: Internet Protocol (Protocolo de internet)

IPTV: Televisión sobre IP

IMS: IP Multimedia System (Sistema multimedia IP)

ISP: Internet Services Provider (Proveedor de Servicios de Internet)

## **L**

LCAS: Link Capacity Adjustment Scheme (Esquema de capacidad de ajuste a enlace)

LDP: Label Distribution Protocol (Protocolo de distribución etiquetada)

LSP : Label Switched Path (Intercambio de rutas por etiqueta)

LSNP: Logic Network Protection (Protección lógica de red)

## **M**

MAN: Metropolitan Area Network (Red de área metropolitana)

MDF: Main Distribution Frame (Regletas de Distribución Central)

MEGACO: Media Gateway Control Protocol (Protocolo de control de pasarela de medios)

MMUSIC: Multiparty Multimedia Session Control (Sesión Multipartidaria Multimedia de Control)

MPLS TE : Multi Protocol Label Switching Traffic Engineering (Ingeniería del tráfico de Conmutación de etiquetas multiprotocolo)

MSAN: Multi-service access Node (Nodo de acceso multiservicio)

MSTP : Multiple Spanning Trees Protocol (Protocolo de multiples voltajes)

MSSPRING : Multiplexion Section Protection Ring (Anillos de protección de sección de multiplexación)

## **N**

NE: Network Element (Elemento de red)

NGN: New Generation Networks (Redes de Nueva Generación)

NG-SDH: New Generation SDH (SDH de nueva generación)

NMS: Network Management System (Sistema de gestión de red)

## **O**

ODF: Optical Distribution Frame (Bastidor de distribución óptica)

OSN: Online Scoring Network (Red de puntuación en línea)

OTN: Optical Transport Network (Red de transporte óptico)

## **P**

PSTN: Public Switched Telephone Network (Red de Telefonía Pública Conmutada)

PPP: Point to Point Protocolo (Internet Punto a Punto)

PYMES: Pequeñas y medianas empresas

## **Q**

Qos: Quality of service (Calidad de servicio)

## **R**

RFC: Request for comments (Solicitud de comentarios)

RTC: Red telefónica conmutada

RTP: Real Time Transfer Protocol (Protocolo de transferencia den tiempo real)

RNFO: Red Nacional de Fibra óptica

RSTP : Rapid Spanning Tree Protocol (Protocolo de spanning rápido)

## **S**

SLA: Service Level Agreement (Acuerdo de Nivel de Servicio)

SMTP: Simple Mail Transfer Protocol (Protocolo de transferencia simple de mail)

SNCP : Sub Network Connection Protection (Protección de Conexión de Subred)

SS7: Sistema de señalización por canal común 7

STM: Synchronous Transport Module (Módulo de transporte síncrono)

## **T**

TCP: Transmission Control Protocol

TELNET: Telecommunication Network ( Protocolo de Red de Telecomunicaciones)

TDM: Time Division Multiplexing (Multiplexación por división de tiempo)

TELCOS: Compañías de Telecomunicaciones

TIC's: Tecnologías de la información y Comunicación

TIER: Nivel de Proveedores de servicios de Internet

## **V**

VCI: Virtual Channel Identifier (Identificador de canal virtual)

VLAN: Virtual LAN (Red de acceso local virtual)

VPI: Virtual Path Identifier (Identificador de ruta virtual)

## **W**

WIMAX: Worldwide Interoperability for Microwave Access (Interoperabilidad mundial para acceso por microondas)

WIFI CPE: Wireless Fidelity Customer Premise Equipment (Equipo Local de Usuario WIFI)

WLL: Wireless local loop (Bucle local de red inalámbrica)

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración I. 1: Esquema del PNC detallado.....	- 30 -
Ilustración II. 2: Arquitectura con una red para cada servicio .....	- 32 -
Ilustración II. 3: Arquitectura con convergencia de servicios por una misma red .....	- 32 -
Ilustración II. 4: Red IP-ATM-MPLS de la CNT.....	- 35 -
Ilustración II. 5: Tecnologías en las capas OSI .....	- 37 -
Ilustración II. 6: Convergencia Digital.....	- 47 -
Ilustración II. 7: Dimensiones, estrategias y etapas de convergencia .....	- 48 -
Ilustración II. 8: Crecimiento de la red .....	- 49 -
Ilustración II. 9: Modelo conceptual de las NGN .....	- 51 -
Ilustración II. 10: Visión NGN en el internet.....	- 53 -
Ilustración II. 11: Visión NGN con la voz.....	- 53 -
Ilustración II. 12: Escenario de la evolución NGN .....	- 54 -
Ilustración II. 13: Modelos de provisión de servicios .....	- 55 -
Ilustración II. 14: Internet y su influencia en la evolución hacia las NGN .....	- 56 -
Ilustración II. 15: Evolución de la red clásica a NGN, simplificación de protocolos.....	- 56 -
Ilustración II. 16: Componentes Softswitch.....	- 62 -
Ilustración II. 17: Niveles NGN .....	- 66 -
Ilustración II. 18: Arquitectura NGN.....	- 67 -
Ilustración II. 19: Capa de conectividad y transporte NGN .....	- 68 -
Ilustración II. 21: Capa de servicio NGN .....	- 69 -
Ilustración II. 20: Capa de acceso NGN .....	- 69 -
Ilustración II. 23: Sistemas de administración de red NGN con IMS.....	- 70 -
Ilustración II. 22: Capa de gestión, servicios y control NGN.....	- 70 -

Ilustración II. 24: NGN e IMS .....	- 71 -
Ilustración II. 25: Arquitectura de Redes ópticas.....	- 76 -
Ilustración II. 26: Red óptica de nueva generación.....	- 81 -
Ilustración II. 27: Comparación capas y funciones.....	- 81 -
Ilustración II. 28: Fibra monomodo.....	- 84 -
Ilustración II. 29: Fibra multimodo.....	- 84 -
Ilustración III. 2: Demanda del servicio según datos históricos.....	- 89 -
Ilustración III. 3: Nomenclatura de ocupación de canalizaciones en el plano.....	- 101 -
Ilustración III. 4: Nomenclatura de ocupación de ductos en el plano .....	- 102 -
Ilustración III. 5: Gráfico nivel de ocupación de pozos.....	- 102 -
Ilustración III. 6: Ejemplo de interconexión MSPP.....	- 118 -
Ilustración III. 7: Multiplexor terminal .....	- 122 -
Ilustración III. 8: Multiplexor ADM.....	- 123 -
Ilustración III. 9: Conector de cross conexión digital .....	- 123 -
Ilustración III. 10: Equipo NG-SDH Optix OSN 1500 B, Huawei .....	- 133 -
Ilustración III. 11: Equipo NG-SDH Optix OSN 2500, Huawei .....	- 133 -
Ilustración III. 12: Equipo NG-SDH OptiX OSN 3500, Huawei.....	- 133 -
Ilustración III. 13: Equipo NG-SDH OptiX OSN 3500, Huawei.....	- 133 -
Ilustración III. 14: Equipo NG-SDH Fons Weaver 780B, FiberHome .....	- 136 -
Ilustración III. 15: equipo NG-SDH ZXMP S385, ZTE .....	- 138 -
Ilustración V. 1: Comprobación hipótesis según gráfica de chi cuadrado, variable Posibilidad.....	- 177 -
Ilustración V. 2: Comprobación de hipótesis en la gráfica chi cuadrado, variable Restricciones-	180 -

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II. I: Tipos de WDM .....	- 42 -
Tabla II. II: Tipos de convergencia.....	- 47 -
Tabla II. III: Funcionalidades de capas, Red clásica vs NGN.....	- 57 -
Tabla II. IV: Características de las NGN .....	- 58 -
Tabla II. V: Características del Softswitch.....	- 61 -
Tabla II. VI: Ejes fundamentales IMS.....	- 72 -
Tabla II. VII: Características de las redes ópticas .....	- 75 -
Tabla II. VIII: Ventajas y desventajas de la fibra óptica.....	- 82 -
Tabla II. IX: Características de la fibra óptica.....	- 83 -
Tabla II. X: Normas técnicas F.O .....	- 83 -
Tabla II. XI: Tipos de F.O .....	- 84 -
Tabla III. I: Tabla de proveedores de servicios de telecomunicaciones en el Ecuador	- 88 -
Tabla III. II: Cantidad de usuarios por compañía .....	- 88 -
Tabla III. III: Resultados Pregunta 1-1 .....	- 90 -
Tabla III. IV: Resultados Pregunta 1 - 2 .....	- 91 -
Tabla III. V: Resultados Pregunta 1-3 .....	- 91 -
Tabla III. VI: Resultados Pregunta 1 – 4.....	- 92 -
Tabla III. VII: Resultados Pregunta 1 - 5 .....	- 92 -
Tabla III. VIII: Proyección de la demanda y de cantidad de usuarios a obtener servicios.....	- 93 -
Tabla III. IX: Información general de los nodos .....	98
Tabla III. X: Información detallada de los equipos en cada nodo .....	- 99 -
Tabla III. XI: Nodos candidatos y estado .....	- 103 -
Tabla III. XII: Información del tráfico de voz y datos entre todos los nodos de la ciudad.....	- 104 -

Tabla III. XIII: Matriz genérica de cross conexión.....	- 105 -
Tabla III. XIV: Matriz de cross conexión y tráfico E1 .....	- 106 -
Tabla III. XV: Matriz de cross conexión y tráfico FE .....	- 106 -
Tabla III. XVI: Matriz de cross conexión y tráfico GE.....	- 107 -
Tabla III. XVII: Matriz de cross conexión y tráfico DS3 .....	- 107 -
Tabla III. XVIII: Matriz de cross conexión y tráfico STM-1 .....	- 107 -
Tabla III. XIX: Matriz de cross conexión y tráfico STM-4 .....	- 108 -
Tabla III. XX: Matriz de cross conexión y tráfico STM-16 .....	- 108 -
Tabla III. XXI: Interfaces y fórmulas.....	- 110 -
Tabla III. XXII: Matriz de capacidades.....	- 110 -
Tabla III. XXIII: Comparación de tecnologías de transporte NG-SDH, DWDM, MPLS .....	- 112 -
Tabla III. XXIV: Plataformas NG - SDH .....	- 116 -
Tabla III. XXV: Aplicaciones de acuerdo a la distancia y nivel de pérdidas en SDH .....	- 119 -
Tabla III. XXVI: Capacidades de STM .....	- 120 -
Tabla III. XXVII: Requerimientos de una red NG-SDH .....	- 124 -
Tabla III. XXVIII: Tabla comparativa entre esquemas de protección .....	- 130 -
Tabla III. XXIX: Especificaciones técnicas de equipos OptiX OSN.....	- 132 -
Tabla III. XXX: Especificaciones técnicas del equipo Fons Weaver 780B .....	- 134 -
Tabla III. XXXI: Interfaces de servicio del equipo FonsWeaver 780B .....	- 135 -
Tabla III. XXXII: Especificaciones técnicas equipo ZTE ZXMP S385 .....	- 137 -
Tabla III. XXXIII: Costos estimados del proyecto.....	- 142 -
Tabla III. XXXIV: Viabilidad del proyecto y resultados.....	- 144 -
Tabla IV. I: Matriz de cross conexión para equipo NG-SDH.....	- 146 -
Tabla IV. II: Características anillo Riobamba.....	- 156 -

Tabla IV. III: Enlaces y calles para el tendido de F.O .....	- 157 -
Tabla IV. IV: Costos estimados en equipos.....	- 159 -
Tabla IV. V: Costos del Tendido de fibra en los enlaces.....	- 161 -
Tabla IV. VI: Costo enlace Espoch - Occidental.....	- 161 -
Tabla IV. VII: Costos de materiales Enlace Col. Riobamba - Oriental.....	- 163 -
Tabla IV. VIII: Costos de materiales Enlace Las Acacias – Col. Riobamba .....	- 164 -
Tabla IV. IX: Costos de materiales Enlace Occidental - Sur .....	- 165 -
Tabla V. I: Operacionalización conceptual de las variables	- 168 -
Tabla V. II: Operacionalización metodológica de las variables.....	- 168 -
Tabla V. III: Resultados Pregunta 2 - 1 .....	- 170 -
Tabla V. IV: Resultados Pregunta 2 - 2 .....	- 170 -
Tabla V. V: Resultados Pregunta 2 - 3 .....	- 171 -
Tabla V. VI: Resultados Pregunta 2 - 4 .....	- 171 -
Tabla V. VII: Resultados Pregunta 2 - 5 .....	- 172 -
Tabla V. VIII: Codificación de escalas de los índices.....	- 175 -
Tabla V. IX: Resumen de resultados, variable dependiente Posibilidad .....	- 175 -
Tabla V. X: Frecuencias observadas en la investigación, variable dependiente Posibilidad .....	- 176 -
Tabla V. XI: Frecuencias esperadas en la investigación, variable dependiente Posibilidad .....	- 176 -
Tabla V. XII: Cálculo de chi cuadrado .....	- 177 -
Tabla V. XIII: Codificación de escalas de los índices.....	- 178 -
Tabla V. XIV: Resumen de resultados, variable dependiente Restricciones .....	- 178 -
Tabla V. XV: Frecuencias observadas en la investigación, variable dependiente Restricciones	- 179 -
Tabla V. XVI: esperadas en la investigación, variable dependiente Restricciones .....	- 179 -
Tabla V. XVII: Cálculo de chi cuadrado, variable dependiente Restricciones.....	- 180 -

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación está dirigido a investigar la posibilidad de implantar una solución de nueva generación en la ciudad de Riobamba, de acuerdo a un estudio integral que definirá la factibilidad de este proyecto y del cual se obtendrán: el diseño, la tecnología, los costos y proyecciones que serán la plataforma para la toma de decisiones.

El primer capítulo está orientado a proveer información general y crear una visión inicial del proyecto y de su alcance, siendo un referente para los siguientes capítulos.

En el segundo capítulo, se encuentra todo lo concerniente al marco teórico e investigativo. En este apartado se realiza la investigación la infraestructura tecnológica con la que funciona y el proceso de evolución en el que se encuentra la CNT-EP. Las Redes de Nueva Generación son el punto más importante a tratar en esta sección, conociendo que son Redes ópticas y utilizan como medio de transmisión la fibra óptica, la investigación también se orientará a estos temas.

El estudio de análisis y factibilidad se encuentra desarrollado en el tercer capítulo, en donde se realizan los estudios: de mercado, técnico y económico. Estos estudios tienen como objetivos: determinar si es factible o no la futura implantación de la solución, establecer la tecnología y lineamientos técnicos a seguir, y los costos estimados.

Este capítulo cuarto se desprende directamente del tercer capítulo. En este apartado se encuentran detalladas las especificaciones técnicas, tecnológicas y económicas, las cuales serán la base del concurso de para la contratación externo. En esta sección también se encuentran el diseño de la red con todos los diagramas de la solución.

El capítulo final contiene la comprobación de la hipótesis, la cual tiene como objetivo la demostración de la misma por medio de herramientas de comprobación estadística, siendo esta última sección la justificación final de este trabajo de tesis.

# **CAPÍTULO I: GENERALIDADES**

## **1.1 Antecedentes**

La CNT - EP se encuentra en una etapa de transición hacia la provisión de multiservicios de telecomunicaciones como son voz, video y datos, convergentes entre sí, a través de la implantación de tecnologías de nueva generación que permita la prestación de los mismos con los más altos estándares de calidad.

Conscientes de que el mercado de Telecomunicaciones avanza a la par de la tecnología es necesario para la corporación iniciar la preparación de la red de nueva generación para cumplir los objetivos planteados.

La calidad, disponibilidad y fiabilidad en el servicio, ligadas a la imagen de la empresa, son situaciones que preocupan a la CNT -EP, es por ello que se debe plantear una salida que permita la expansión de la empresa y el mejoramiento de los servicios ya brindados en la actualidad.

El mencionado crecimiento de la red de la CNT-EP se basa en la implementación del backbone de la red de conmutación de paquetes, el cual permitirá tener una plataforma de gran capacidad, escalable, flexible y con alto grado de seguridad.

Las Redes de Nueva Generación (NGN) serán el fundamento de este proyecto, y considerando los múltiples beneficios de la Fibra Óptica (FO), el anillo se implementará con este medio de transmisión guiado. La ciudad de Riobamba hoy por hoy posee un sistema interconectado de fibra óptica, cuyos nodos se encuentran ubicados en lugares estratégicos cuya distribución está de acuerdo a la topología física tipo árbol [6], con este proyecto se pretende establecer una topología de anillo [6] para provocar redundancia en el enlace y los paquetes tengan diferentes rutas para llegar a su destino mitigando la vulnerabilidad del backbone que actualmente se encuentra implementado reduciendo de esta manera la pérdida de información, para ello se tomarán en cuenta aspectos importantes como: el tipo de abonado, la zona y la situación de riesgo de las redes.

Debido a lo expuesto anteriormente, todo este proceso tiene como finalidad lograr el objetivo deseado, el cual es proporcionar servicios de alta calidad y de nueva generación, susceptibles a crecimiento y de disponibilidad absoluta.

## **1.2 Justificación del proyecto de tesis**

### **1.2.1 Justificación teórica**

Hoy en día más del 80% del tráfico de larga distancia de información es conducido mediante fibra óptica, la misma que se ha convertido en un estándar de calidad para la transmisión terrestre de la información, y la cual será por mucho tiempo será el medio más usado en la prestación de servicios de banda ancha.

Las compañías de telecomunicaciones (TELCOS) de televisión por cable, los sistemas de transporte inteligente, sistemas biomédicos, y una las más importantes redes submarinas a nivel mundial usan la fibra óptica debido a sus múltiples prestaciones y beneficios.

Existe una amplia gama de aplicaciones de la fibra óptica, pasando desde las redes globales hasta redes de oficina, esto involucra la transmisión de voz, datos y video entre varias distancias.

La infraestructura de redes convergentes requiere el más alto nivel de disponibilidad para cumplir con los acuerdos esenciales a nivel de servicio (SLA) y proveer operaciones continuas en la red. La alta disponibilidad es crítica en el punto de convergencia de para las conexiones terminales y el desenvolvimiento de nuevos servicios, la misma que debe residir en la confiabilidad y robustez de los equipos y dispositivos.

### **1.2.2 Justificación Práctica**

El crecimiento de los abonados, el tráfico IP de video, la rápida evolución de la tecnología y la expectativa por el incremento de los tiempos de respuestas hacia los usuarios, son desafíos operativos para cualquier empresa de telecomunicaciones por lo que en estos ambientes es vital la administración proactiva de la red para los cambios venideros, siempre asegurando la confiabilidad en los servicios que a su vez preverán costos no estimados.

La inclusión social es uno de los ejes de acción de la CNT – EP, garantizando a la sociedad ecuatoriana servicios eficientes, efectivos, competitivos y orientados a lograr el bien común con especial énfasis en la equidad.

Como una empresa pública, la CNT - EP tiene como misión ser parte del desarrollo del país y de todos quienes lo conforman, promoviendo el acceso a la información y nuevas tecnologías de la información y comunicación para fortalecer el ejercicio de la ciudadanía.

### **Alcance del proyecto**

Los resultados de este proyecto revelarán la factibilidad de su realización en la ciudad, los volúmenes de obra, canalizaciones, criterios y especificaciones para su futuro

establecimiento, además serán la base para el concurso de licitación, del cual saldrá la empresa que sea acreedora del contrato y será la responsable de la implantación.

Debido a la envergadura del proyecto no es posible realizar simulaciones ya que el software a utilizar es muy costoso y las dimensiones son muy grandes, es por ello que se manejarán proyecciones.

Este proyecto de inversión es clave importante para el mejoramiento de los servicios y expansión de los mismos hacia un futuro provisorio en las telecomunicaciones en el país, por ello la implantación de un anillo de fibra óptica en la ciudad de Riobamba es una necesidad primordial para lograr una interconexión total, redundancia en los enlaces y disponibilidad absoluta de los servicios.

Todos los esfuerzos mancomunados permitirán que el internet y los demás servicios estén al alcance de más ciudadanos o beneficiarios, a fin de disminuir la brecha digital y lograr ser un país altamente tecnológico y competente a nivel mundial.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Realizar el estudio y análisis de factibilidad para la implantación de un anillo de fibra óptica en la ciudad de Riobamba orientado a redes de nueva generación para la CNT-EP.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Estudiar las diferentes tecnologías, medio de transmisión y arquitecturas de las redes de nueva generación que se ajustan y convergen con la infraestructura física y tecnológica del backbone actual de la CNT – AR.
  
- ✓ Establecer la factibilidad del proyecto considerando todas las normas, protocolos y estándares técnicos y de calidad.
  
- ✓ Realizar el diseño físico y lógico del anillo o anillos de fibra óptica de acuerdo al estudio. Para así determinar los volúmenes de obra, distribución de los equipos y rutas por las que deberá ir el anillo de fibra óptica para lograr una topología de redundancia en el enlace.
  
- ✓ Realizar proyecciones en cuanto a la cantidad de usuarios que podrían acceder a los nuevos servicios debido a la expansión de la infraestructura de la empresa.

### **1.4 Hipótesis**

El estudio y análisis de factibilidad para la implementación de un anillo de fibra óptica en la ciudad de Riobamba permitirá determinar la posibilidad de la implantación del proyecto y sus restricciones técnicas, tecnológicas y económicas.

## **1.5 Identificación de la Empresa**

### **1.5.1 Nombre de la empresa**

Corporación Nacional de Telecomunicaciones, Empresa Estatal.

### **1.5.2 Antecedentes de la empresa**

Con la finalidad de brindar un mejor servicio a todos los ecuatorianos, y conectar a todo el país con redes de telecomunicaciones, nace en Octubre del 2008, la CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES, CNT S.A, resultado de la fusión de las extintas Andinatel S.A. y Pacifictel S.A., y en Febrero del 2010 se convierte en una empresa pública. Desde Marzo de 2010 se oficializó la fusión de la Corporación con la empresa de telefonía móvil ALEGRO, lo que permitió mejorar la cartera de servicios.

### **1.5.3 Misión**

“Unimos a todos los ecuatorianos integrando nuestro país al mundo, mediante la provisión de soluciones de telecomunicaciones innovadoras, con talento humano comprometido y calidad de servicio de clase mundial”.

#### **1.5.4 Visión**

“Ser la empresa líder de telecomunicaciones del país, por la excelencia en su gestión, el valor agregado que ofrece a sus clientes y el servicio a la sociedad, que sea orgullo de los ecuatorianos”.

#### **1.5.5 Plan Nacional de Conectividad**

Este proyecto pretende expandir y fomentar la accesibilidad a los servicios de telecomunicaciones y conectividad. De acuerdo a dicho plan el FODETEL tendrá como meta hasta el 2010 el desarrollo de infraestructura, acceso a servicios de telecomunicaciones con especial énfasis en el Internet.

#### **Objetivo estratégico del PNC**

Desarrollar infraestructura de telecomunicaciones para la provisión de acceso a internet en banda ancha y para posibilitar la inclusión social, ampliando la capacidad de acceso a los servicios.

## Esquema del PNC



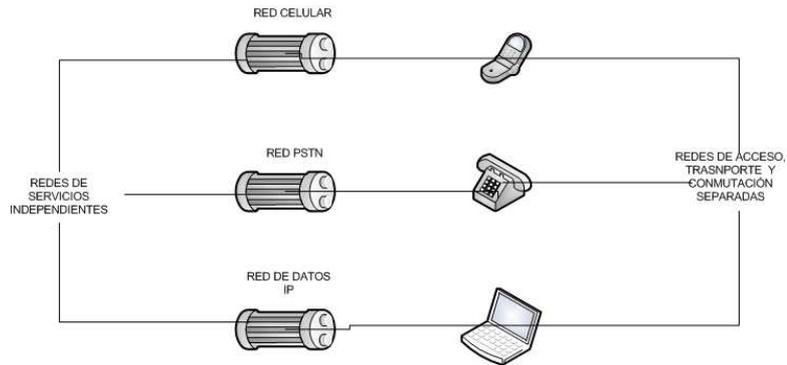
Ilustración I. 1: Esquema del PNC detallado

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Tecnologías y servicios existentes en la CNT – EP**

CNT EP es una empresa pública líder en telecomunicaciones en el Ecuador, que brinda servicios de transporte, almacenamiento y procesamiento de información; como son la Telefonía Fija, Telefonía Nacional, Telefonía Internacional, Transmisión de Datos, e Internet.

La operación de las distintas redes ha venido funcionando separadamente: Red SDH para el transporte de llamadas telefónicas (voz) y la red ATM para comunicaciones informáticas (datos); para lo que es última milla se utiliza un sistema de acceso xDSL.



**Ilustración II. 1: Arquitectura con una red para cada servicio**

La Corporación se encuentra en una fase de transición, hacia la provisión de servicios convergentes de telecomunicaciones: voz, video y datos (multiservicios) basados en tecnología de punta que permita la prestación de éstos de acuerdo a los más altos estándares de calidad de los mercados en la industria de telecomunicaciones.



**Ilustración II. 2: Arquitectura con convergencia de servicios por una misma red**

### 2.1.1 Servicios y redes de servicios

**TELEFONÍA FIJA:** La Telefonía Fija Alámbrica, involucra el uso de un enlace alámbrico para la comunicación entre dos terminales.

**Productos de Telefonía Fija:** Acometidas, Fono control, Línea IDSN Bri, Línea telefónica residencial, Línea temporal.

**TELEFONÍA MÓVIL:** La telefonía móvil, también llamada telefonía celular, básicamente está formada por dos grandes partes: una red de comunicaciones (o red de telefonía móvil) y los terminales (o teléfonos móviles) que permiten el acceso a dicha red.

**Productos de Telefonía Móvil :** Plan Prepago Alegre, Plan Pago lo que hablo, Plan Mi Negocio, Plan Empresas, Dúate, Mondo, Tarifa naranja, SMS.

**Internet Alegre:** NIU Internet, NIU PDA, NIU Banda ancha.

**INTERNET:** La red existente cuenta con tecnología de punta IP/MPLS TE, soporta enlaces de fibra óptica monomodo que posee cobertura a nivel nacional con anillos redundantes y una salida internacional de 5 vías con protocolo de enrutamiento BGP y funcionalidades multihoming, lo que asegura una alta disponibilidad.

La CNT-EP en cuanto a la salida internacional al internet es propietaria de los siguientes cables sub marinos: cable submarino panamericano, inversión en el cable Américas 2 y redundancia por cable submarino Emergía. También la corporación dispone de las tecnologías de acceso como: ADSL2+; GPON; G.SHDSL; WIMAX.

**Productos Internet:** Dial up, Fast boy, Banda ancha PYMES, Internet Corporativo Premium, Streaming Web Hosting.

**DATOS:** La categoría de productos de Transmisión de Datos se encuentra dividida en dos líneas de productos, las cuales son: Terrestres y Satelitales.

La CNT trabaja con una robusta red de fibra óptica con tecnologías de punta integradas como DWDM, GPON y MPLS TE, proveyendo más de 6 lambdas de conexión en el backbone nacional.

### **Productos Datos**

- **Servicio internacional:** 6TXDAT - Datos Internacionales
- **Servicio Interurbano:** 2TXDAT - 4TXDAT - Datos Interurbanos.
- **Servicio Local:** 1TXDAT - 3TXDAT - Datos Locales.
- **Servicio offnet:** 5TXDAT - Datos Offnet
- **Servicio satelital:** 7TXDAT - Datos Satelitales.

#### **2.1.2 Tecnologías en servicios**

El gran auge de la Internet y su explosivo crecimiento generó un déficit de ancho de banda, ya que los "backbones" IP de los proveedores poseían infraestructuras con mucho desperdicio de recursos, lo que ocasionaba congestión y saturamiento de las redes.

Por esta razón la CNT – EP decidió implantar una infraestructura de red basada en la convivencia de tecnologías que permiten la prestación de los servicios de telecomunicaciones con garantías y con optimización de los recursos existentes.

Estas tecnologías son: ATM, IP, MPLS,SDH y WDM.

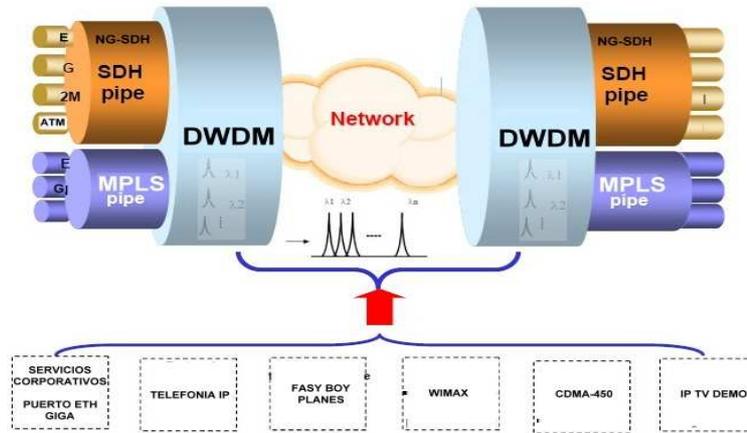


Ilustración II. 3: Red IP-ATM-MPLS de la CNT

### ATM (Asynchronous Transfer Mode)

El modo de transferencia asincrónica es un estándar que fue diseñado para permitir comunicaciones a gran velocidad. Inicialmente fue desarrollado para ser transportado sobre SDH.

ATM permite a las redes utilizar los recursos de banda ancha con la máxima eficacia y mantener al mismo tiempo la calidad de servicio (QoS) para los usuarios y programas con unos requisitos estrictos de funcionamiento.

La red ATM suele ser de tipo mallado y su funcionamiento está basado en las denominadas “celdas ATM”, por tanto, al ser éstas de tamaño fijo y reducido, se puede garantizar una conexión de red con muy poco retardo, habilitando además la posibilidad de proporcionar calidad de servicio (QoS).

## **CARACTERÍSTICAS**

- Es un modo de transferencia orientado a la conexión, es decir, cada llamada se constituye en un canal virtual en el multiplex ATM.
- Es una técnica orientada a paquetes, en la que el flujo de información se organiza en bloques de tamaño fijo y pequeño, que reciben el nombre de celdas.
- Las celdas se transfieren usando la técnica de multiplexación asíncrona por división en el tiempo necesario.
- Es un modo de transferencia orientado a la conexión, es decir, cada llamada se constituye en un canal virtual en el multiplex
- Se garantiza la secuencia de entrega de las células transmitidas por el mismo canal virtual
- No existe protección contra errores ni control de flujo en la transferencia de información entre los enlaces. Estos se realizan extremo a extremo entre los terminales de manera transparente a la red, aunque existe un control del tráfico y la congestión en la red.

## **APLICACIONES**

- Telefonía: Servicio de Audio
- Video Telefonía: Servicios de Audio y Video Standard
- TV de Definición Standard: Servicio de Datos
- Teletexto, audio, video, video librería, Datos de alta velocidad

## IP (Internet Protocol)

Internet Protocol (Protocolo de Internet) es un protocolo no orientado a conexión usado tanto por el origen como por el destino para la comunicación de datos a través de una red de paquetes conmutados.

Ip es el protocolo de mayor empleo en la actualidad en las redes. Es una tecnología que está diseñada para trabajar sobre un conjunto diverso de protocolos de enlace de datos como Ethernet, Token Ring, etc.

También opera sobre las líneas de fibra de alta velocidad empleando PPP y HDCL.



Ilustración II. 4: Tecnologías en las capas OSI

## CARACTERÍSTICAS IP

- IP provee un servicio de datagramas no fiable (también llamado del mejor esfuerzo (best effort), lo hará lo mejor posible pero garantizando poco).
- IP no provee ningún mecanismo para determinar si un paquete alcanza o no su destino y únicamente proporciona seguridad.

- Si la información a transmitir ("datagramas") supera el tamaño máximo "negociado" (MTU) en el tramo de red por el que va a circular podrá ser dividida en paquetes más pequeños, y reensamblada.

## **APLICACIONES IP**

- Estandarización de una gran cantidad de aplicaciones. Esta profusión de aplicaciones permite que se puedan llevar a cabo la mayoría de las funciones requeridas por los usuarios sin necesidad de tener que realizar desarrollos específicos en cada instalación. Ejemplos de estas aplicaciones son la transferencia de ficheros FTPo TFTP o el correo SMTP.
- Las aplicaciones TCP/IP están basadas en el concepto cliente/servidor y las interfaces entre ambos componentes están definidas por lo que es posible la comunicación entre clientes y servidores proporcionados por diferentes suministradores o que se ejecutan en máquinas de diferente arquitectura o con diferentes sistemas operativos.
- Aplicaciones reales: VoIP, TVIP, VoD

## **MPLS (MultiProtocol Label Switching)**

MPLS es un estándar IP de conmutación de paquetes del IETF, que trata de proporcionar algunas de las características de las redes orientadas a conexión a las redes no orientadas a conexión. MPLS se basa en el etiquetado de los paquetes en

base a criterios de prioridad y/o calidad (QoS). La idea de MPLS es realizar la conmutación de los paquetes o datagramas en función de las etiquetas añadidas en capa 2 y etiquetar dichos paquetes según la clasificación establecida por la QoS en la SLA.

### **CARACTERÍSTICAS DE MPLS**

- Ofrece servicio no orientado a conexión mediante transporte de datagramas, no mantiene un "estado" de la comunicación entre nodos.
- MPLS es una tecnología de conmutación que proporciona circuitos virtuales en redes IP
- Introduce una serie de mejoras respecto a IP: Redes privadas virtuales y TE.
- El camino que sigue está prefijado desde el origen (se conoce los saltos): Usa etiquetas para identificar cada comunicación y en cada salto se puede cambiar de etiqueta (similar que VPI/VCI en ATM, o que DLCI en Frame Relay).
- Las etiquetas con el mismo destino tratamiento se agrupan en una etiqueta, dichas etiquetas se pueden apilar, de modo que se puede encaminar de manera jerárquica.

### **APLICACIONES DE MPLS**

- Redes de alto rendimiento: Decisiones de encaminamiento que toman los routers MPLS en base a la LIB son sencillas y rápidas respecto a las que toma un router IP ordinario (la LIB es más pequeña que una tabla de rutas normal). La anidación

de etiquetas permite agregar flujos con mucha facilidad, por lo que el mecanismo es escalable.

- Ingeniería de Tráfico: Planificación de rutas en una red en base a previsiones y estimaciones a largo plazo con el fin de optimizar los recursos y reducir congestión.
- Soporte multiprotocolo

### **SDH (Synchronous Digital Hierachy)**

La jerarquía digital síncrona (SDH). Es un sistema de transporte digital sincrónico diseñado para proveer una infraestructura más sencilla, económica y flexible para redes ópticas de telecomunicaciones de alta capacidad. Inicialmente SDH se desarrolló en EE. UU. bajo el nombre de SONET o ANSI T1X1 y posteriormente el CCITT (Hoy UIT-T) en 1989 se definió con el nombre de SDH.

### **CARACTERÍSTICAS SDH**

- Simplificación de red: Un multiplexor SDH puede incorporar tráfico básico (2 Mbps en SDH) en cualquier nivel de la jerarquía, sin necesidad de utilizar una cascada de multiplexores, reduciendo las necesidades de equipamiento.
- Fiabilidad: En una red SDH los elementos de red se monitorean extremo a extremo y se gestiona el mantenimiento y la integridad de la misma. La gestión de red permite la inmediata identificación de una falla en un enlace o nodo de la red

- **Software de control:** La inclusión de canales de control dentro de una trama SDH posibilita la implementación de un software de control total de la red. La posibilidad de control remoto y mantenimiento centralizado permite disminuir el tiempo de respuesta ante fallos.
- **Sincronización:** Los operadores de red deben proporcionar temporización sincronizada a todos los elementos de la red para asegurarse que la información que pasa de un nodo a otro no se pierda.

## **APLICACIONES SDH**

- Reemplazo de las Redes Troncales Plesiócronas actuales.
- Redes Troncales por su uso como Bus o en configuraciones en anillo.
- Servicios de Banda Ancha (LAN,WAN).
- Soporte de Redes Multiservicios.

## **DWDM (Dense WaveLenght Division Multiplexing) y sus variaciones**

### **WDM**

En telecomunicación, la multiplexación por división de longitud de onda (WDM, del inglés Wavelength Division Multiplexing) es una tecnología que multiplexa varias

señales sobre una sola fibra óptica mediante portadoras ópticas de diferente longitud de onda, usando luz procedente de un láser o un LED.

## TIPOS DE WDM

Tabla II. I: Tipos de WDM

Tipo	Cantidad de canales	Espacio entre canales	Características
WDM	2	100 nm o más	Barato, Provee tecnología FBT
CWDM	2 - 16	20 nm	Bajo costo de soluciones, comparado con DWDM
DWDM	2 - 64 o más	0.8 o 1.6 nm	Máximo 16 para soluciones pasivas. Soluciones activas ofrecen más flexibilidad y funciones de gestión.

*Fuente: Redes ópticas, José Capmany  
Elaborado por: María José Escalante G.*

## DWDM

DWDM es el acrónimo, en inglés, de Dense wavelength Division Multiplexing, que significa Multiplexación por división en longitudes de onda densas. DWDM es una técnica de transmisión de señales a través de fibra óptica usando la banda C (1550 nm).

## CARACTERÍSTICAS DWDM

- Los sistemas DWDM emplean los últimos avances en la tecnología óptica para generar un gran número de longitudes de onda en el rango cercano a 1.550 nm. Cada día salen al mercado sistemas con mayor número de canales. Un sistema

DWDM de 40 canales a 10 Gbps por canal proporciona una velocidad agregada de 400 Gbps.

- A medida que crece la implantación de DWDM su coste va decreciendo progresivamente, debido básicamente a la gran cantidad de componentes ópticos que se fabrican.
- El campo de aplicación de DWDM se encuentra en redes de larga distancia de banda ultra-ancha, así como en redes metropolitanas o interurbanas de muy alta velocidad
- Multiplexores y demultiplexores ópticos basados en difracción óptica pasiva. Filtros de longitud de onda seleccionable, que pueden ser empleados como multiplexores ópticos. Los multiplexores ópticos Add – Drop (OADM) han permitido que la tecnología DWDM pueda implantarse en redes de diversos tipos.

## **APLICACIONES DWDM**

- Permite a los proveedores de servicios ofrecer cualquier tipo de tráfico de voz, datos y/o multimedia.
- El uso de DWDM permite a los propietarios de infraestructuras, reutilizar la fibra ya instalada de más capacidad, casi de manera inmediata.
- Transmisión simultáneamente 20 millones de conversaciones telefónicas, de datos o fax.

### **2.1.3 Fortalezas de la plataforma actual de la CNT – EP a nivel nacional**

#### **BACKBONE**

- La CNT EP es propietaria de la red de fibra óptica más grande a nivel nacional, con más de 10.000 Km instalados de la mejor calidad.
- La Fibra Monomodo y anillada, permite mayor calidad en la transmisión de datos y garantiza una alta disponibilidad en la red, incluye triple protección en el cable, chaquetas de seguridad y con alma de acero.
- La implementación se realiza a través de canalización subterránea propia, brindando mayor seguridad para garantizar el servicio.
- Implementación y operación conforme a estándares internacionales, tales como el 568B.3.1.

#### **RED DE TRANSPORTE**

- La tecnología implantada es de última generación con IP/MPLS TE y DWDM.
- La red nacional IP/MPLS TE de CNT es una red de última tecnología, implementada en su totalidad con tecnología CISCO.
- Capacidad en la red de Transporte de hasta 192 Lambdas
- Interfaces de conexión con capacidades de hasta 10 Gbps.

## **RED DE ACCESO**

- Disposición de las tecnologías de acceso fija más avanzadas del Ecuador:  
ADSL2, GPON, G.SHDSL, WIMAX

## **CONECTIVIDAD INTERNACIONAL**

- CNT posee nivel de TIER 2, por lo tanto la mejor conectividad internacional del país con una capacidad de transporte de datos internacional de 192 STM-1.
- CNT posee actualmente 5 salidas para conexión internacional:
  - ✓ Tres cables submarinos (Cable Panamericano, Emergía y Américas 2).
  - ✓ Dos cables terrestres (Telecom y Transnexa).

### **2.2 Transición de la CNT EP hacia la convergencia de servicios**

La convergencia es un fenómeno más amplio que la mera transformación de las redes. Se refiere a la aproximación y mezcla de tres sectores previamente separados: las telecomunicaciones, los contenidos y las tecnologías de la información / Internet. Este proceso no puede ser alcanzado simplemente introduciendo tecnología nueva, ya que si ésta no logra engranarse en el medio económico y social no podrá ser alcanzada.

## **2.2.1 Convergencia en Telecomunicaciones**

### **Historia de la Convergencia**

La convergencia viene manifestándose de forma parcial desde finales de la década de los años 1970, cuando la telemática se hace una realidad fruto de la convergencia entre la informática y las telecomunicaciones.

### **DEFINICIONES DE CONVERGENCIA**

- ✓ La OCDE (Organismo de Cooperación y Desarrollo Económico) define la convergencia como el proceso mediante el que las redes y servicios de comunicaciones, que anteriormente fueron consideradas por separado, comienzan a transformarse de modo que, diferentes plataformas de red soportan servicios similares de voz, audiovisual y transmisión de datos; diferentes terminales de usuario reciben servicios similares y se crean nuevos servicios.<sup>1</sup>
- ✓ Para la International Telecommunication Union (ITU), convergencia es la capacidad tecnológica, de mercado o legal para integrar tecnologías anteriormente separadas.
- ✓ En su concepción más amplia, se entiende por convergencia las mejoras tecnológicas que permiten que sobre una única red se puedan ofrecer diferentes

---

<sup>1</sup> Information Infrastructures: Their Impact and Regulatory Requirements, 1997

servicios, así como que un servicio se pueda proveer sobre diferentes tipos de redes.



Ilustración II. 5: Convergencia Digital

La convergencia resulta tan amplia que podemos distinguir varios tipos entre los que Antoni Elias Fustè<sup>2</sup> enumera los siguientes:

Tabla II. II: Tipos de convergencia

Tipo de convergencia	Descripción
Convergencia tecnológica	Es el desarrollo en el que las fronteras entre los sectores que transmiten (telecomunicaciones), procesan (informática) y generan contenidos (media), haciendo uso de la digitalización.
Convergencia de redes	Se suscita cuando las distintas redes de comunicaciones electrónicas superponen sus servicios de forma transparente para los usuarios, de modo que perciben el uso de una única red.
Convergencia de contenidos	Es el proceso por el que cualquier contenido susceptible de ser digitalizado lo será, rompiendo así cualquier asociación entre el contenido y el soporte previo.
Convergencia de terminales o dispositivos	Es el resultado de la universalización de los dispositivos digitales que aportaban funcionalidades diferentes, en un solo aparato o en varios dispositivos intercambiables e interconectables. <sup>2</sup>
Convergencia de comportamientos	Se observa cuando los usuarios desarrollan comportamientos similares con los diferentes dispositivos de acceso (ya convergentes) y en todas sus áreas de actividad, convergiendo en usos

Fuente: Estrategias de convergencia - Regulatel  
 Elaborado por: María José Escalante G.

<sup>2</sup> Catedrático de la Universidad de Barcelona y Miembro del Consejo de la CMT

## 2.2.2 Dimensiones y estrategia para la convergencia

Las Telcos universales convergen para aumentar la rentabilidad y la cadena de valor al realizar inversiones en la infraestructura tecnológica con recuperación del capital a corto plazo.

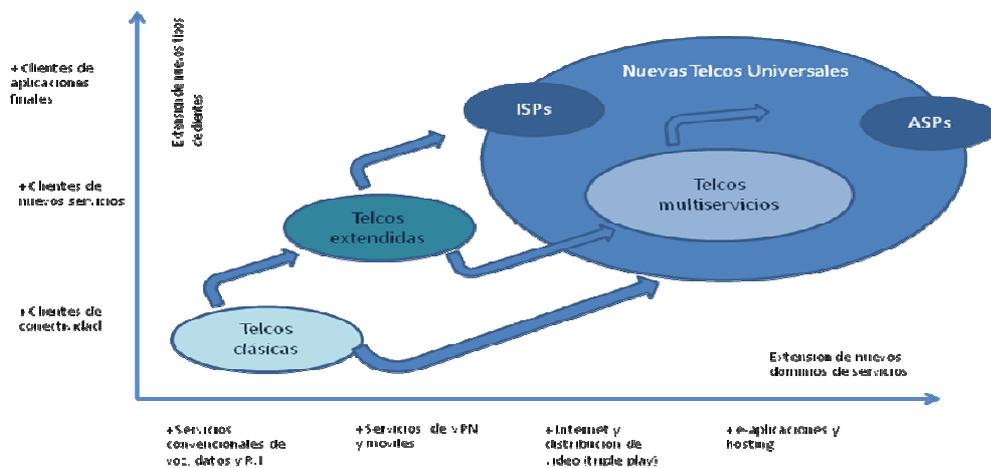


Ilustración II. 6: Dimensiones, estrategias y etapas de convergencia

## 2.2.3 Proyección del crecimiento de la red de CNT EP

La red de la corporación está en un proceso de reestructuración, cambio y fortalecimiento en la que se busca la interacción de tecnologías diferentes para la implantación de servicios de nueva generación. Como se puede observar en el gráfico la red de transporte residirá en DWDM, ATM, SDH y MPLS; siendo la columna vertebral de las telecomunicaciones en el país.

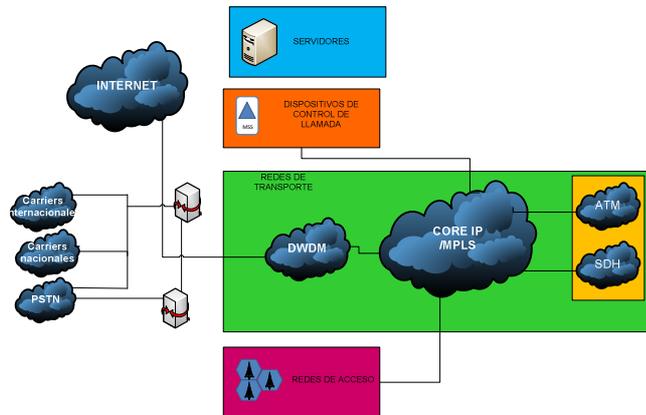


Ilustración II. 7: Crecimiento de la red

### 2.3 Redes de nueva generación NGN

NGN no es sino un modelo de arquitectura de redes de referencia que debe permitir desarrollar toda la gama de servicios IP multimedia de nueva generación, así como la evolución, migración en términos más o menos de sustitución o emulación de los actuales servicios de telecomunicación.

#### 2.3.1 Origen de las NGN

La necesidad de optimizar los servicios agregados; fue lo que dio origen a la nueva tecnología de Redes de acceso de Nueva Generación (NGN o New Generation Network).

Es así que luego de un extenso número de estudios por parte de algunas comisiones de la ITU; en enero de 2005 se publicaron las Recomendaciones Y.2001 General

overview of NGN e Y.2011 General principles and general reference model for NGN de ITU-T; cabe aclarar que el tema de las NGN no está totalmente terminado, pues aun comisiones de la ITU siguen estudiando y estandarizando el tema.

### **2.3.2 Definiciones NGN**

Existen numerosas definiciones de NGN, sin embargo, por su validez internacional, se considera la definición (UIT –T) en la Recomendación Y.2001, que define una NGN como:

“Red basada en paquetes que permite prestar servicios de telecomunicación y en la que se pueden utilizar múltiples tecnologías de transporte de banda ancha propiciadas por la QoS (Quality of Service), y en la que las funciones relacionadas con los servicios son independientes de las tecnologías subyacentes relacionadas con el transporte. Permite a los usuarios el acceso sin trabas a redes y a proveedores de servicios y/o servicios de su elección. Se soporta movilidad generalizada que permitirá la prestación coherente y ubicua de servicios a los usuarios.”

#### **Otras definiciones**

- Para Telcordia, NGN es una red de transporte y conmutación a alta velocidad para servicios de voz, fax, datos y vídeo, realizados de forma integrada y usando una red basada en paquetes.

- Para ETSI y “NGN Starter Group”, NGN es un concepto para la definición y despliegue de redes, con una separación formal entre diferentes capas y planos con interfaces abiertos, que ofrece a los proveedores de servicios una plataforma sobre la que sea posible evolucionar paso a paso para crear, desplegar y gestionar servicios innovadores.
- Algunos fabricantes de equipos definen a NGN como una red única y abierta, de paquetes, basada en estándares, capaz de soportar un gran número de aplicaciones y servicios, con la escalabilidad necesaria para afrontar las futuras demandas de tráfico IP y con la flexibilidad para responder a las exigencias del mercado.

### 2.3.3 Conceptos y visiones de las NGN

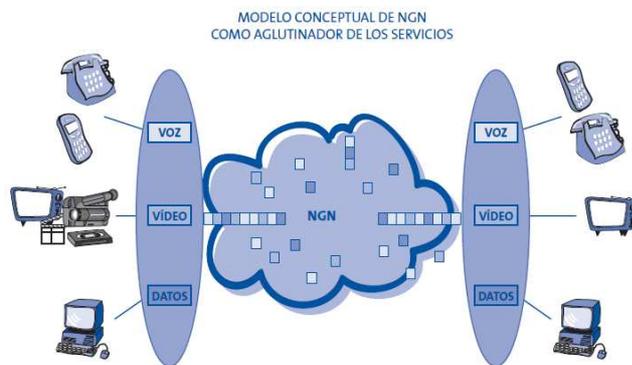


Ilustración II. 8: Modelo conceptual de las NGN

### CONCEPTOS

- Red multiservicio capaz de manejar voz, datos y video

- Red con el plano de control (señalización, control) separado del plano de transporte y conmutación/ruteo
- Red con interfaces abiertos entre el transporte, el control y las aplicaciones
- Red que usa la tecnología de paquetes (IP) para transportar todo tipo de información
- Red con QoS garantizada para distintos tipos de tráfico y SLA.
- NGN es una red funcional multiservicio, basada en tecnología IP, producto de la evolución de las actuales redes IP, con la posibilidad de ofrecer servicios diferenciados y acordes a la calidad de servicio demandada por las aplicaciones de cliente.

## **VISIONES**

### **NGN relacionado con los datos e internet**

La red de datos e internet brindará:

- Soporte de conectividad a un conjunto de elementos terminales inteligentes.
- Los servicios son absolutamente independientes de la red. Todo servicio estará basado en la interacción entre terminales inteligentes.
- Los servicios tradicionales, también conocidos como legacy, verán disminuir de forma paulatina su importancia a favor de nuevos servicios.

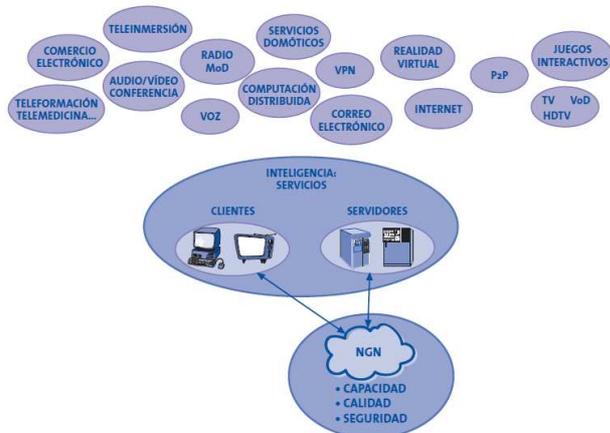


Ilustración II. 9: Visión NGN en el internet

### NGN relacionado con la voz

- Los servicios serán suministrados a través de redes interconectadas sobre un conjunto combinado de terminales inteligentes y no inteligentes.
- La red tendrá la inteligencia y el control sobre los servicios y se adaptará a éstos en función de las necesidades que los usuarios finales demanden.
- La actual red telefónica evolucionará para adaptarse a los servicios multimedia, constituyendo la base de la futura NGN.

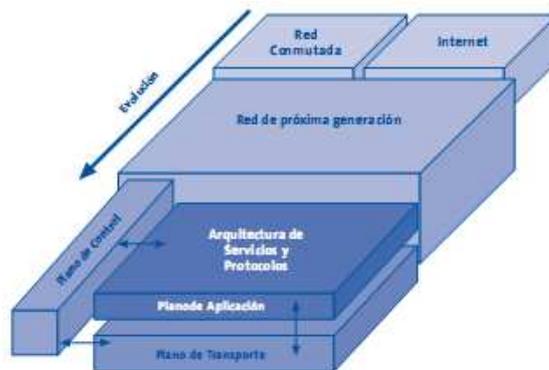


Ilustración II. 10: Visión NGN con la voz

### 2.3.4 Evolución y migración hacia las NGN

#### EVOLUCIÓN

NGN debe permitir la evolución, migración en términos de sustitución o emulación de los actuales servicios de telecomunicación. La convergencia es imperativa en todos los aspectos: desde la convergencia de aplicaciones hasta la convergencia de infraestructuras.

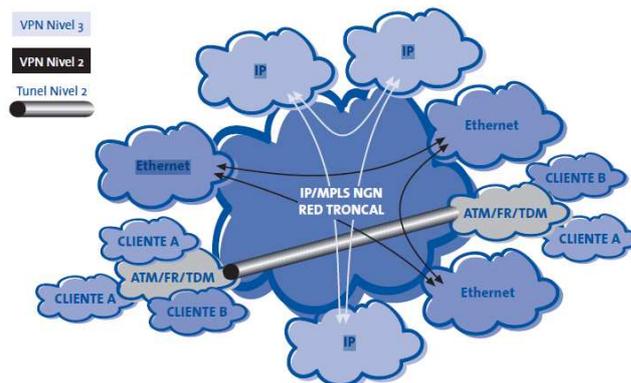


Ilustración II. 11: Escenario de la evolución NGN

#### Factores para el cambio

Con la aparición de la libre competencia, inició la motivación en los operadores para intentar ampliar el abanico de servicios que podía ofrecer a sus clientes.

De esta forma, las redes se vieron en la necesidad de dar soporte a servicios para los que inicialmente no habían sido diseñadas, apareciendo los primeros síntomas de un problema de fondo: la incapacidad de las redes existentes para dar soporte.

## El fenómeno Internet

El proceso evolutivo del sector de las telecomunicaciones ha provocado cambios en el modelo de negocio. Se ha pasado de un modelo vertical, en el cual la red y los servicios aparecen estrechamente ligados, a un modelo vertical-intermedio, que se inició con la aparición de la competencia, en el que se mezclan redes y servicios de una forma no siempre óptima, para terminar en un modelo horizontal en el que se propone una independencia absoluta entre ambos y una única solución.

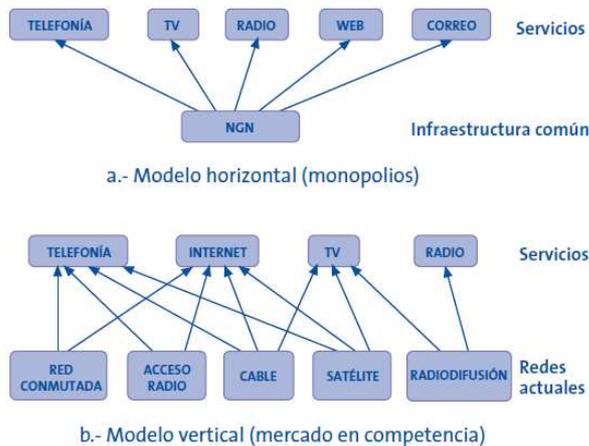


Ilustración II. 12: Modelos de provisión de servicios

## Influencia del internet

Los usuarios habituales de Internet por primera vez no estaban sujetos a lo que el operador de red les ofrecía y tenían la libertad de decidir qué servicios usar. La red era siempre la misma, pero los servicios variaban en función de su disponibilidad y de los deseos de cada cliente en un momento dado.



Ilustración II. 13: Internet y su influencia en la evolución hacia las NGN

### Proceso de evolución

El proceso de evolución ha sido largo, no obstante en la actualidad aparece una tendencia clara hacia entornos convergentes basados en el modelo NGN.

### Modelos de red clásica vs. NGN

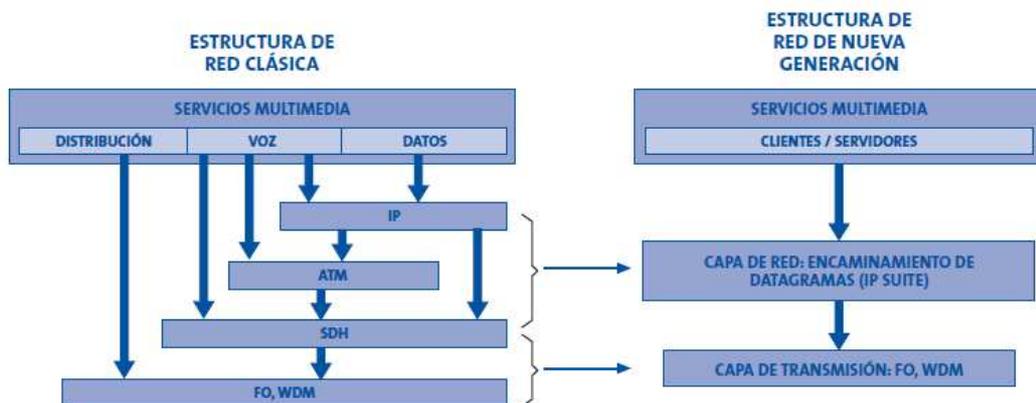


Ilustración II. 14: Evolución de la red clásica a NGN, simplificación de protocolos

## Funcionalidades de las capas

Tabla II. III: Funcionalidades de capas, Red clásica vs NGN

	Capa FO/WDM	Capa SDH	Capa ATM	Capa IP	Capa de red
Clásica	T	A, P	A, G, C	E	---
NGN	T, A, P	---	---	---	E, A, G, C, P

Fuente: Integración de infraestructuras mediante NGN – Red Troncal, Imaginar  
Elaborado por: María José Escalante G.

A= Agregación    T= Transporte    P= Protección    G= Gestión de tráfico,  
C= Calidad de servicio    E= Encaminamiento    P= Protección

## MIGRACIÓN

La migración hacia NGN es un elemento fundamental para lograr la convergencia de redes y servicios. Consiste en pasar de las redes telefónicas públicas (PSTN) basadas en voz a NGN basadas en el protocolo IP. Estas redes están estableciendo un cambio de redes separadas y redes IP hacia redes unificadas basadas en protocolo IP con plataformas multiservicio y basadas en paquetes de servicios<sup>(3)</sup>.

Dentro de las principales razones para la migración hacia Redes de Nueva Generación, se pueden citar las siguientes <sup>(4)</sup>:

- Eficiencia de costos: economías de alcance propias de una única red troncal basada en IP y reducción de costos operativos al permitir la eliminación de centrales locales.

<sup>(3)</sup>ITU, What Rules for Universal Service in an IP-Enabled NGN Environment?. Background Paper, 2006.

<sup>4</sup> Leza, Migración Hacia Redes de Nueva Generación (NGN). Foro Internacional sobre "Regulación en Telecomunicaciones: balance de sus quince años en Colombia. Elementos clave de la regulación en Convergencia", 2007.

- Demanda de los consumidores de mayores velocidades de transmisión.
- Presión competitiva: prestadores de TV por cable, empresas eléctricas, proyectos municipales/públicos y proveedores alternativos.

La migración hacia NGN no significa la sustitución total de las redes ya existentes, sino por el contrario, la integración de las redes de telefonía convencionales. La modernización de acceso es la base para proveer los nuevos servicios y aplicaciones (datos, voz y multimedia) en la misma red.

### 2.3.5 Características fundamentales de las NGN

Según los lineamientos y estándares de la UIT, las características principales de las NGN, incluidas en la Recomendación Y.2001 son2: <sup>(5)</sup>

Tabla II. IV: Características de las NGN

Característica	Descripción
Transferencia	Basada en paquetes
Funciones de control	Separadas de las capacidades de portador, llamada/sesión, y aplicación/servicio.
Desacoplamiento	De la provisión del servicio del transporte, y se proveen interfaces abiertas. Soporte de una amplia gama de servicios, aplicaciones y mecanismos basados en construcción de servicios por bloques (incluidos servicios en tiempo real/de flujo continuo en tiempo no real y multimedia).
Capacidades	Banda ancha con calidad de servicio (QoS) extremo a extremo.
Interfuncionamiento	Con redes tradicionales a través de interfaces abiertas
Movilidad	Generalizada

<sup>5</sup> ITU, "Redes de Próxima Generación, Estándares UIT-T", OSIPTEL , 2005

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
Acceso	Sin restricciones de los usuarios a diferentes proveedores de servicios
Identificación	Diferentes esquemas de identificación
Unificación	Las mismas características para el mismo servicio
Convergencia	Entre servicios fijos y móviles
Independencia	De las funciones relativas al servicio con respecto a las tecnologías subyacentes de transporte.
Soporte	De las múltiples tecnologías de última milla y de servicios de diferente naturaleza: tiempo real y no real, streaming, servicios multimedia (voz, video, texto).
Requisitos reglamentarios	Cumplimiento de todos los requisitos reglamentarios: de emergencia, seguridad, privacidad, interceptación legal, etc.
Infraestructuras	Para la creación, desarrollo y gestión de toda clase de servicios, distinguiendo y separando los servicios y las redes de transporte. Posee una arquitectura de red horizontal basada en una división transparente de los planos de transporte, control y aplicación.
Transporte	Basado en tecnología de conmutación de paquetes IP/MPLS
Migración	De las redes actuales (PSTN, ISDN y otras) a NGN, a través de interfaces abiertos y protocolos estándares.
Escalabilidad	De la infraestructura de red; esto implica permitir la ampliación de la red de acuerdo a las necesidades, teniendo en cuenta la cantidad de usuarios y la variedad de servicios a ofrecer.
Arquitectura funcional	Que soporta la conexión a red basada en tres modos de conmutación: de circuitos, de paquetes y de paquetes sin conexión.
Distribución	La simultánea de diferentes servicios, como telefonía, televisión, acceso a Internet, datos y otros servicios de valor agregado.
Flexibilidad	Para distribuir solo los servicios que el usuario requiera, en cualquier combinación
Simplificar	Al máximo la administración, el mantenimiento y la distribución de los servicios
Redundancia	Configuraciones redundantes para asegurar alta tasa e disponibilidad de los servicios.
Ahorro	Mantenimiento y consumo de energía.

**Fuente: Recomendación Y.200 - ITU**  
**Elaborado por: María José Escalante G.**

### **2.3.6 Componentes de una NGN**

#### **Softswitch**

Es el principal dispositivo en la capa de control, encargado de proporcionar el control de llamada (señalización y gestión de servicios), procesamiento de llamadas, y otros servicios, sobre una red de conmutación de paquetes (IP).

El softswitch busca la utilización de estándares abiertos para lograr la integración de las redes de próxima generación con la capacidad de transportar voz (Voz sobre IP), datos y multimedia, sobre redes IP, considerándolo como una eficiente plataforma de integración para el intercambio de servicios y aplicaciones.

#### **Softswitch/MGC**

Conocido como Call Agent o Media Gateway Controller (MGC), es el mecanismo que provee el “control de provisión de servicio” en la red, está a cargo:

- Control de llamada
- Maneja el control de las Pasarelas de Medios (Acceso y/o Enlace).
- Realiza la función de una pasarela de señalización.
- Provee conexión a los servidores de Red Inteligente/aplicaciones para proveer los mismos servicios que los disponibles para los abonados a TDM.

## Características del Softswitch

Tabla II. V: Características del Softswitch

Características	Descripción
Control	De servicios de conexión asociados a las pasarelas multimedia (Media Gateways) y los puntos terminales que utilizan IP como protocolo nativo.
Capacidad	De proveer sobre la red IP un sistema telefónico tradicional, confiable y de alta calidad en todo momento y de transferir el control de una llamada a otro elemento de red.
Selección	De procesos en cada llamada
Enrutamiento	De las llamadas en función de la señalización y de la información almacenada en la base de datos de los clientes.
Interfaces	Con funciones de gestión como los sistemas de facturación y provisión.
Coexistencia	Con las redes tradicionales de conmutación.
Servicios	Voz, Fax, vídeo, datos y nuevos servicios que serán ofrecidos en el futuro.
Dispositivos finales	Pueden ser; teléfonos tradicionales, teléfonos IP, computadores, beepers, terminales de video conferencia, etc.
Interoperabilidad	Libertad en la elección de productos de distintos fabricantes en todas las capas de la red.
Flexibilidad	Al soportar el desarrollo de equipos de telefonía de gran nivel.

*Fuente: Estudio Integral de Redes de Nueva Generación y Convergencia - Imaginar  
Elaborado por: María José Escalante G.*

## Arquitectura del Softswitch

Un Softswitch puede estar compuesto por uno o más componentes, es decir sus funciones se pueden desarrollar en un sistema o a través de varios sistemas.

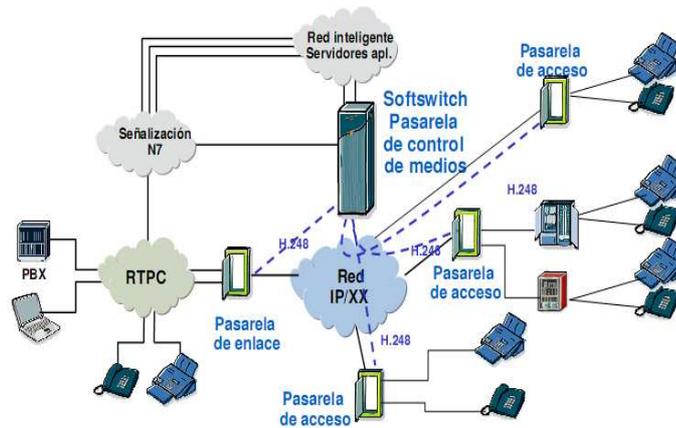


Ilustración II. 15: Componentes Softswitch

## Componentes De Un Softswitch

**Gateway Controller (Controlador De Pasarela):** También llamado Call Agent, es el centro operativo del softswitch, mantiene las normas para el procesamiento de llamadas, comunicándose con otras partes del Softswitch, y componentes externos utilizando diferentes protocolos. Es responsable del manejo del tráfico de Voz y datos a través de varias redes.

Las principales funciones del Gateway Controller son:

- Control de llamadas.
- Protocolos de establecimiento de llamadas: H.323, SIP.
- Protocolos de Control de Medios: MGCP, MEGACO H.248.
- Control sobre la Calidad y Clase de Servicio.
- Protocolo de Control SS7: SIGTRAN (SS7 sobre IP).

- Procesamiento SS7 cuando usa SIGTRAN.
- Enrutamiento de llamadas.
- Detalle de las llamadas para facturación.
- Manejo del Ancho de Banda.

**Signalling Gateway (Pasarela De Señalización):** Sirve como puente entre la red de señalización SS7 y la red IP bajo el control del Gateway Controller. Es el responsable de ejecutar el establecimiento y desconexión de la llamada.

Principales funciones del Signaling Gateway:

- Proveer conectividad física para la red SS7 vía T1/E1 o T1/V.35.
- Capaz de Transportar información SS7 entre el Gateway Controller y el Signaling Gateway a través de IP.
- Proporciona una ruta de transmisión para la voz y opcionalmente para los datos.
- Alta disponibilidad de operación para servicios de telecomunicaciones.

**Media Gateway (Pasarela De Medios):** El media gateway proporciona el transporte de voz, datos, fax y vídeo entre la Red IP y la red PSTN. El componente más básico que posee el media Gateway es el DSP (digital signal processor), siendo su función más importante el transformar la voz en paquetes para poder ser comprendidos por la red IP.

Principales funciones y características del Media Gateway:

- Transmisión de paquetes de voz empleando RTP como protocolo de transmisión.

- Posee una entrada y salida de datos alta, la cual puede aumentar a medida que la red aumente su tamaño, por lo tanto debe poseer la característica de ser escalable, en puertos, tarjetas, nodos externos y otros componentes del softswitch.
- Tiene un Interfaz Ethernet y algunos poseen redundancia.

**Servidor De Aplicaciones (Application Server):** Esta unidad provee la ejecución de los servicios, por ejemplo para controlar los servidores de Llamadas y los recursos especiales de NGN (ej.: servidores de medios y servidores de mensajes).

### **Media Server (Servidor De Medios)**

Mejora las características funcionales del Softswitch, contiene las aplicaciones de procesamiento del medio, esto significa que soporta un alto funcionamiento del hardware del DSP.

Principales funciones del Media Server:

- Funcionalidad básica de voicemail.
- Integrar fax y mail box, notificando por e-mail o pregrabación de los mensajes.
- Capacidad de videoconferencia.
- Speech-to-text, el cual se basa en el envío de texto a las cuentas de e-mail de las personas o a los beeper usando entradas de voz.
- Speech-to-Web, es una aplicación que transforma palabras claves en códigos de texto los cuales pueden ser usados en el acceso a la Web.

- Unificación de los mensajes de para voice, fax y e- por un interfaz Ethernet.
- Fax-over-IP (Fax sobre IP).

### **Redes de Paquetes**

- La información es empaquetada en unidades de tamaño variable con cabeceras de control que permiten el enrutamiento y entrega apropiados
- La tendencia NGN es usar redes IP sobre varias posibilidades de transporte (ATM, SDH, WD)
- Estas redes IP deben ofrecer QoS con respecto a voz en tiempo real.

### **Protocolos**

#### **Protocolo IP**

- **IPv4:** Protocolo Internet a nivel de red que inserta cabeceras en cada paquete para permitir el manejo de flujos extremo a extremo: v4 es la primera versión ampliamente utilizada y contiene una cabecera de 20 octetos.
- **IPv6:** Protocolo Internet a nivel de red que inserta cabeceras en cada paquete para permitir el manejo de flujos extremo a extremo: v6 es la última versión con una cabecera de 40 octetos y añade capacidades para los requerimientos actuales en direccionamiento y enrutamiento.

### Protocolo H.323

El estándar H.323 proporciona las bases para las comunicaciones de audio, video y datos a través de redes basadas en IP, incluyendo Internet. H.323 es una recomendación paraguas de la ITU que establece estándares para comunicaciones multimedia sobre redes LAN que no garanticen la calidad del servicio (QoS).

### Protocolo SIP

SIP es un protocolo de señalización simple utilizado para telefonía y videoconferencia por Internet. SIP está definido completamente en la RFC 2543 y en la RFC 3261.

Basado en el Protocolo de Transporte de correo simple (SMTP) y en el Protocolo de Transferencia Hipertexto (HTTP), fue desarrollado dentro del grupo de trabajo de Control de Sesión Multimedia Multipartidaria (MMUSIC).

### 2.3.7 Arquitectura NGN



Ilustración II. 16: Niveles NGN

Las NGN requieren una arquitectura que permita la integración perfecta de servicios de telecomunicaciones tanto nuevos como tradicionales entre redes de paquetes de alta velocidad, Inter-operando con clientes que poseen capacidades distintas. Dicha arquitectura generalmente está estructurada alrededor de cuatro capas principales de tecnología: conectividad (transporte, medios), acceso, servicio y gestión (control).

Cada una de estas capas se basa en una serie de normas que son esenciales para la implementación exitosa de una NGN. El UIT-T está trabajando activamente en una visión emergente de una NGN, la cual se basa en un prototipo de redes inalámbricas y alámbricas convergentes.

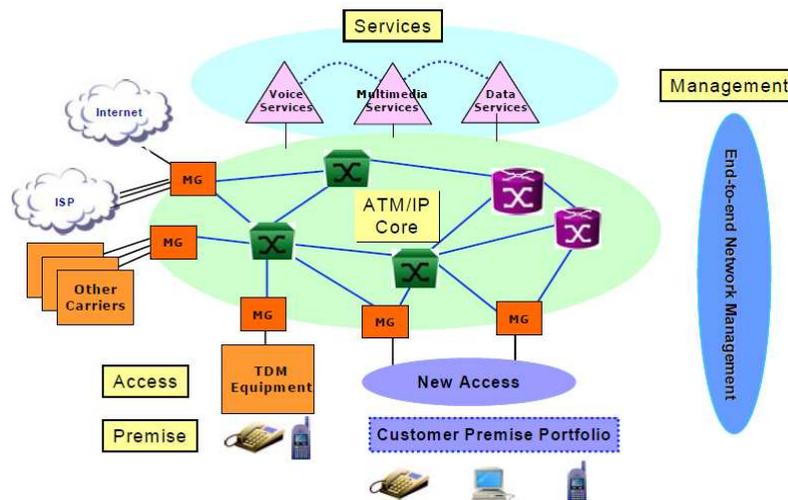


Ilustración II. 17: Arquitectura NGN

<b>Voice Services:</b> Servicios de voz	<b>Multimedia Services:</b> Servicios multimedia
<b>Data Services:</b> Servicios de datos	<b>MG: Media Gateway:</b> Pasarela de medios
<b>End-to-End Network Management:</b> Gestión de red de extremo a extremo	<b>TDM Equipment:</b> Equipo TDM
<b>Other Carriers:</b> Otras empresas de comunicaciones	<b>Customer Premise Portfolio:</b> Cartera local del cliente
<b>New Access:</b> Nuevo acceso	

## CAPAS

**Capa de conectividad primaria y transporte:** El tráfico se transporta a través de esta capa, usando una red IP compuesta de enrutadores de borde y backbone y de medios de transmisión ópticos.

La capa de conectividad de núcleo proporciona el encaminamiento y conmutación general del tráfico de la red de un extremo de ésta al otro. Está basada en la tecnología de paquetes, ya sea ATM o IP, y ofrece un máximo de flexibilidad. La tecnología que se utilice debe evitar los retardos, fluctuaciones o ecos.

Al borde de la ruta principal de paquetes están las pasarelas (gateway), su función principal es adaptar el tráfico del cliente y de control a la tecnología de la NGN. Las gateways se interconectan con otras redes (gateways de red) o directamente con los equipos de usuarios finales (gateways de acceso). Las pasarelas interfuncionan con los componentes de la capa de servicio, usando protocolos abiertos.



Ilustración II. 18: Capa de conectividad y transporte NGN

**Capa de Acceso:** Provee el acceso a los servicios de la red NGN independiente del tipo de terminal y medio empleado.

- Terminal: Teléfonos, Terminal de CATV, PCs, IAD, Terminales Móviles.
- Medios: Fibra, Cable Coaxial, Cobre con xDSL, WLL, WiMax

- Gateway de acceso provee la conversión necesaria de la información de la fuente a IP y viceversa, bajo el control del controlador de llamadas de la capa de servicios. La capa de acceso incluye las tecnologías usadas para llegar a los clientes.

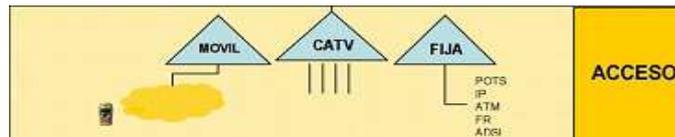


Ilustración II. 19: Capa de acceso NGN

**Capa de Servicio:** En esta capa están los equipos que proporcionan los servicios y aplicaciones disponibles a la red. Los servicios se ofrecen a toda la red, sin importar la ubicación del usuario y son independientes de la tecnología de acceso que se use. El carácter distribuido hace posible asegurar gran parte del equipo que suministra servicios en puntos situados centralmente.



Ilustración II. 20: Capa de servicio NGN

### Capa De Gestión

- **Servidor de llamadas:** Ejerce el control de la sesión a través de señalización hacia terminales y gateways, y sirve de interfaz con la red de señalización SS7 de las redes tradicionales de conmutación de circuitos.
- **Servidor de servicios centralizado:** Ofrece funciones como aprovisionamiento del servicio, administración de suscriptores y generación del registro de llamadas.

### Sistema de facturación y administración de la Red

Esta capa, es esencial para minimizar los costos de explotar una NGN, proporciona las funciones de dirección empresarial, de los servicios y de la red. Permite la provisión, supervisión, recuperación y análisis del desempeño de extremo a extremo.



Ilustración II. 21: Capa de gestión, servicios y control NGN



Ilustración II. 22: Sistemas de administración de red NGN con IMS

### 2.3.8 Plataforma IMS (Internet Protocol Multimedia System)

Esta tecnología se basa en una nueva arquitectura, donde los servicios ya no están integrados verticalmente, lo cual permite la convergencia de servicios de texto, datos, video y multimedia. Entre los beneficios se pueden destacar: una red básica de

acceso independiente y una red para voz y datos que permite servicios multimedia integrados <sup>(6)</sup>.

## Definiciones de IMS

- Se denomina IMS “IP Multimedia Subsistema”, al subsistema de control, acceso y ejecución de servicios común y estándar para todas las aplicaciones en el modelo de arquitectura de nueva generación, capa de control de una red de nueva generación.
- IMS permite controlar de forma centralizada y deslocalizada el diálogo con los terminales de los clientes para la prestación de cualquiera de los servicios (voz, datos, video, etc.) que estos requieran.

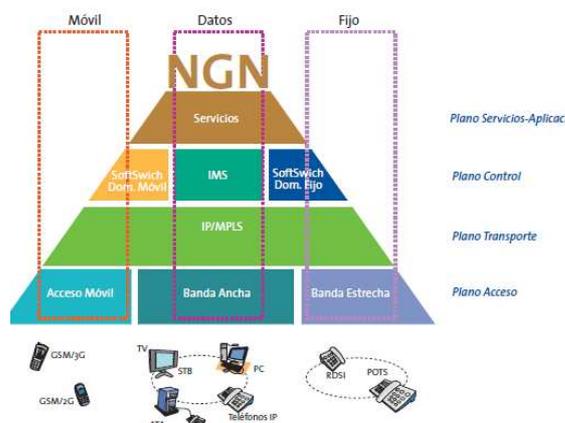


Ilustración II. 23: NGN e IMS

## Ejes fundamentales de IMS

El modelo IMS se basa en tres ejes fundamentales que pueden asegurar su éxito:

<sup>(6)</sup>OEA, Comisión Interamericana de Telecomunicaciones, Informe Taller sobre Redes de Próxima Generación. Documento Informativo, 2004.

**Tabla II. VI: Ejes fundamentales IMS**

<b>Eje</b>	<b>Descripción</b>
Tecnologías de la información	Se adoptan los protocolos de Internet SIP (HTTP,etc), se integran las comunicaciones personales (voz, Mensajería, etc) con las aplicaciones IT. Se aprovecha la mayor capacidad y flexibilidad de estos protocolos para la prestación de todo tipo de nuevos servicios multimedia.
Conectividad IP del cliente	La convergencia de accesos fijos y móviles definiéndose IMS como “agnóstico” al tipo de acceso, siempre que éste sea banda ancha.
Movilidad generalizada	Movilidad entre diferentes accesos de un mismo operador incluyendo el mantenimiento de las comunicaciones en itinerancia, la movilidad entre redes (deslocalización) y movilidad del cliente y sus aplicaciones entre diferentes terminales (móvil, PDA, PC, etc.).

*Fuente: La próxima generación de redes, NGN, un trayecto hacia la Convergencia -Telefónica  
Elaborado por: María José Escalante G.*

**• Para el operador**

El cliente está suscrito al dominio del operador que controla bajo perfiles de suscripción el acceso de éste a cualquier aplicación (SIM-Dominio- Operador) esté o no en su red. Se traslada el concepto de dominio de aplicación (ISP) al concepto de operador Telco.

**• Para el cliente**

Movilidad, localización y accesibilidad garantizada, acceso a los mismos servicios siempre bajo la mejor opción de conexión (Always Best connected) en función de preferencias de usuario, de coste o de ancho de banda requerido, tarificación simple y flexible que le permita control de gasto y dotando a estas comunicaciones de valores propios como QoS, seguridad, fiabilidad y alta disponibilidad de las redes Telcos.

### **2.3.9 Ventajas e inconvenientes de las NGN**

#### **Ventajas**

- Disponibilidad de una gran variedad de servicios y fácil movilidad entre ellos, la posibilidad del usuario para elegir el tipo de acceso que más se adecue a sus necesidades ya sea atendiendo a criterios de precios ó calidad del servicio, y la mayor velocidad de transmisión, entre otras.
- Las NGN permiten la convergencia de las comunicaciones fijas y móviles, permitiendo así que el usuario escoja acceso fijo o móvil o una combinación de ambas con las capacidades de transporte utilizando una única identidad como suscriptor.
- Invierte en el desarrollo de la red gradualmente.
- Permite que el costo por abonado se ajuste a los servicios brindados.
- Reduce los costos operativos e incrementa la rentabilidad de los negocios.
- Dispone de una red con redundancia, lo que implica asegurar la disponibilidad permanente de los servicios y el incremento de la rentabilidad global del negocio.
- Puede diseñar esquemas de negocios donde el abonado pague de acuerdo a los servicios que utiliza, manteniendo un costo base por abonado.

#### **Inconvenientes**

La migración a NGN puede traer consigo un desarrollo desigual ya que se espera que las áreas densamente pobladas sean las primeras en ser atendidas, siendo las rurales y más alejadas las últimas.

Siguiendo este análisis, los consumidores con mayor capacidad de pago probablemente se moverán mucho más rápido a las NGN. Como el tráfico migra hacia redes IP habrá menos consumidores generando ingresos por redes PSTN (Legacy Networks) de servicios de voz y estos tendrán un incremento en su precio.

Estos inconvenientes pueden mitigarse si se realizan planeaciones de óptimización de las redes y aplicaciones innovadoras, ya que el acceso a NGN provee servicios en convergencia a costos más bajos, lo que constituiría una ventaja competitiva, aprovechable por parte de los operadores y los usuarios.

## **2.4 Redes ópticas**

Las redes de fibra óptica, son las más empleadas en las telecomunicaciones debido a que las ondas de luz tienen una frecuencia alta y la capacidad de una señal para transportar información aumenta con la frecuencia.

Existen numerosas tecnologías para el transporte y encapsulación de datos en las Redes Ópticas, una característica de estas redes es que están llamadas a soportar muchos tipos de tráfico y velocidades, sin embargo y sobretodo hay una tendencia al uso de un nivel óptico común para el transporte digital de datos: DWDM. SONET/SDH ha sido la base de las Redes Ópticas en la última década y ha sido utilizado como el nivel fundamental del transporte tanto para la red de conmutación de circuitos basada en TDM como de las redes de datos.

### 2.4.1 Concepto

Una red óptica es una red de telecomunicación en donde los enlaces de transmisión son fibras ópticas cuya arquitectura está diseñada para explotar las características singulares de este medio de transmisión. Su diseño e implementación requiere en general de una combinación compleja de elementos ópticos y electrónicos, así como del software adecuado que pueda garantizar su correcto funcionamiento, y su concepción arquitectónica obedece a un modelo de capas.

### 2.4.2 Características de las redes ópticas

Tabla II. VII: Características de las redes ópticas

Característica	Descripción
Gran capacidad de transmisión.	Gracias a WDM que proporcionó la obtención, a partir de una única fibra de muchas fibras virtuales, transmitiendo cada señal sobre una portadora óptica con una longitud de onda diferente.
Aumento de la seguridad.	Realizando la restauración de señales en la capa óptica mejor que en la capa eléctrica, además, la capa óptica puede proporcionar capacidad de restauración de señales en las redes que actualmente no tienen un esquema de protección.
Reducción de costes.	En las redes ópticas solo aquellas longitudes de onda que suban o bajen datos a un sitio necesitarán el correspondiente nodo eléctrico y los otros canales pueden pasar simplemente de forma óptica proporcionando así un gran ahorro de gastos en equipos y administración de red.
Aprovechamiento del ancho de banda	Al maximizar la capacidad posible en una fibra las empresas de servicios pueden mejorar sus ingresos con la venta de longitudes de onda, independientemente de la tasa de datos (Bit Arte) que se necesite y para los clientes este servicio proporciona el mismo ancho de banda que una fibra dedicada entre otros.

*Fuente: Redes Ópticas – José Capmany  
Elaborado por: María José Escalante G.*

### 2.4.3 Arquitectura de red

Las Redes ópticas deben soportar conexiones de redes punto a punto, anillo, permitir la conectividad entre anillos, mallas y topología de estrella mientras provee la combinación de redes de banda ancha y transporte óptico.

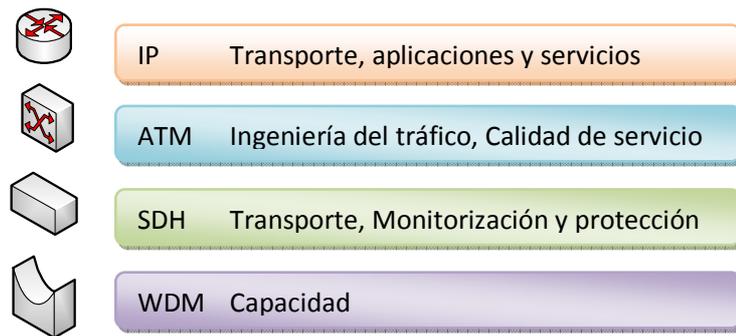


Ilustración II. 24: Arquitectura de Redes ópticas

El subsistema tributario permite proveer de forma directa de una variedad de servicios desde conexiones LAN, IP y servicios ATM hasta los tradicionales servicios de voz, porque múltiples servicios pueden ser adaptados a un formato común y de esta forma se conforman los paquetes y son multiplexados para que los recursos se puedan compartir eficazmente.

### 2.4.4 Equipos utilizados en las redes ópticas

**Amplificador óptico (EDFA):** Dispositivo que amplifica una señal óptica directamente, sin la necesidad de convertir la señal al dominio eléctrico, amplificar en eléctrico y volver a pasar a óptico.

**Multiplexores Add/Drop** : El multiplexor de extracción-inserción (ADM) permite extraer en un punto intermedio de una ruta parte del tráfico cursado y a su vez inyectar nuevo tráfico desde ese punto

**Transconectores Ópticos (Cross Connect Óptico u OXC):** Es un aparato que utiliza las telecomunicaciones, para las compañías del interruptor de alta velocidad de las señales ópticas en una fibra óptica de la red.

#### **2.4.5 Redes PON (Ópticas pasivas - Passive Optical Network)**

Las Redes PON son alternativas de solución gracias a su robustez y ancho de banda ilimitado, además porque su costo contenido en equipamiento electroóptico y la eficiencia de las topologías árbol-rama aportan un incentivo adicional frente a los despliegues tradicionales basados en conectividad punto a punto

##### **Ventajas de redes PON**

Las arquitecturas PON están centrando atender la problemática de la última milla, puesto que presenta evidentes ventajas:

- Permiten atender a usuarios localizados a distancias de hasta 20Km desde la central (O nodo óptico), dicha distancia supera con creces la máxima cobertura de las tecnologías DSL. (Máximo 5Km desde la central)

- Minimizan el despliegue de fibra en el bucle local al poder utilizar topologías árbol-rama mucho más eficientes que las topologías punto a punto, además de que este tipo de arquitecturas simplifica la densidad del equipamiento de central, reduciendo el consumo.
- Ofrecen una mayor densidad de ancho de banda por usuario debido a la mayor capacidad de la fibra para transportar información que las alternativas de cobre.
- Elevan la calidad del servicio y simplifican el mantenimiento de la red, al ser inmunes a ruidos electromagnéticos, no propagar las descargas eléctricas procedentes de rayos, etc.
- Las Redes PON permite crecer a mayores tasas de transferencia superponiendo longitudes de onda adicionales.

### **Variantes de redes PON**

**APON (ATM Passive Optical Network):** A-PON o ATM-PON utiliza el estándar ATM como protocolo de señalización de la capa de enlace de datos. Los sistemas APON usan el protocolo ATM como portador. Se adecua a distintas arquitecturas de redes de acceso, como, FTTH, FTTB/C y FTTCab.

**BPON (Broadband Passive Optical Network):** Aparte de ser una mejora de A-PON también basa su arquitectura en dicha tecnología. Broadband-PON se define como una arquitectura de forma simétrica, es decir, que la velocidad para la transmisión de datos en el canal de bajada es el mismo para el canal de subida (155 Mbps).

**GPON (Gigabit-Capable Passive Optical Network):** El principal objetivo de GPON es ofrecer un ancho de banda mucho más alto que sus anteriores predecesoras, y lograr una mayor eficiencia para el transporte de servicios basados en IP.

**GEPON (Gigabit Ethernet Passive Optical Network):** Gigabit Ethernet – PON, Es un sistema diseñado para el uso en las telecomunicaciones y combina las tecnologías Gigabit Ethernet y Passive Optical Network. Este sistema facilita en gran medida la llegada con Fibra hasta los abonados ya que los equipos con los que se accede son más económicos al usar interfaces Ethernet.

**EPON (Ethernet Passive Optical Network):** Ethernet – PON es un sistema desarrollado por un grupo de estudio en la última milla (EFM). Este sistema se basa principalmente en el transporte de tráfico Ethernet en vez del transporte por medio de celdas de ATM, que en muchos casos resulta ser muy ineficiente. Este sistema aplica los beneficios que trae usar la fibra óptica en el transporte vía Ethernet.

#### **2.4.6 Generaciones de Redes ópticas**

**Redes ópticas de primera generación:** Las redes ópticas de primera generación se caracterizan por emplear la fibra óptica únicamente como medio de transmisión de alta calidad en sustitución del cobre. Como consecuencia, todo el

procesado, encaminamiento y conmutación se realiza en el dominio eléctrico de la señal.

**Redes ópticas de segunda generación:** En las redes ópticas de segunda generación se pretende realizar funciones adicionales: el encaminamiento y la conmutación dentro del dominio óptico, las mismas son funciones que puedan aportar un considerable ahorro en equipos electrónicos. El traslado de otras series de funciones relacionadas con el control, la gestión y protección de la red al dominio óptico pueden aportar notables ventajas.

**Redes ópticas de nueva generación:** Existen diferentes paradigmas de transmisión o transporte que forman parte de las denominadas Redes de Próxima Generación.

La siguiente figura ofrece un esquema de una red de nueva generación que conforma un backbone con enrutamiento al nivel óptico, estos Routers de nuevo tipo operan sobre longitudes de onda utilizando un bloque de Conmutación óptica (Optical Cross-Connect). En este esquema la red de acceso se presenta en tres alternativas: IP, ATM y SDH lo cual permite aplicar cualquier modelo de red, mostrándose también la capacidad de protección contra fallas.

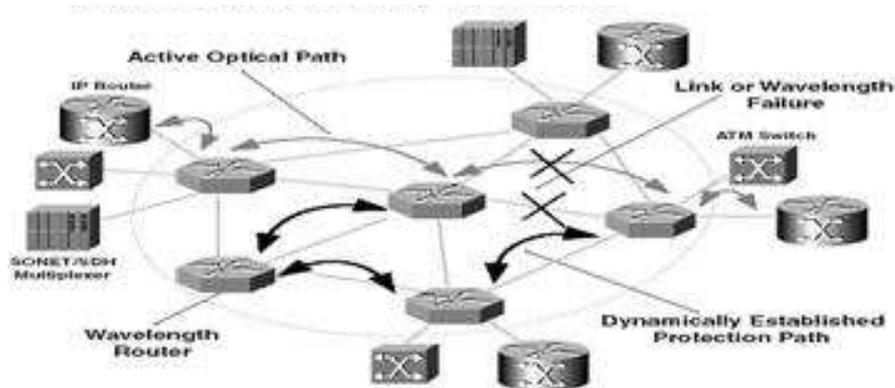


Ilustración II. 25: Red óptica de nueva generación

<b>Active Optical Path:</b>	Ruta óptica activa
<b>Link or WaveLenght Failure:</b>	Falla de longitud de onda o de enlace
<b>Dynamically Established Protection Path:</b>	Ruta de proteccion dinámicamente establecida
<b>WaveLenght Router:</b>	Router de longitud de onda

**Nuevo modelo para Red de Transporte**

IP, ATM, SDH y DWDM son las capas en donde, IP es portador de la inteligencia y la capa de ATM, por su parte, garantiza la calidad de servicio (QoS); SDH asegura la fiabilidad pues contiene los mecanismos para la recuperación ante fallas, mientras que DWDM añade una alta capacidad de transporte.

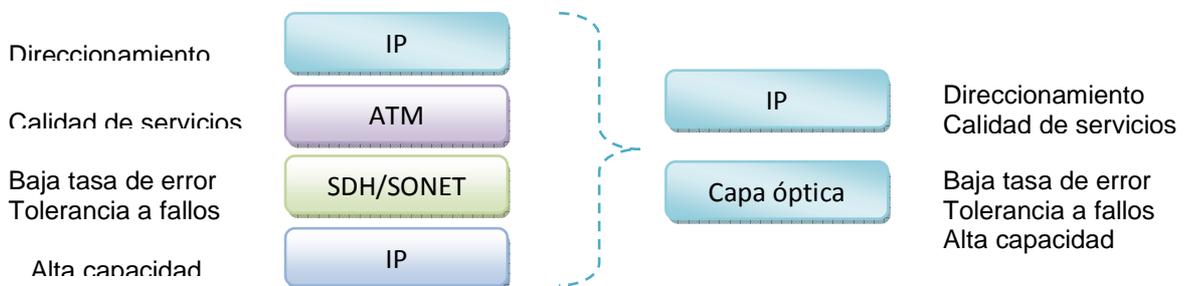


Ilustración II. 26: Comparación capas y funciones

### 2.4.7 Medio de transmisión (Fibra Óptica)

La fibra óptica es un medio de transmisión empleado habitualmente en redes de datos; un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir. El haz de luz queda completamente confinado y se propaga por el núcleo de la fibra con un ángulo de reflexión. La fuente de luz puede ser láser o un LED.

Las fibras se utilizan ampliamente en telecomunicaciones, ya que permiten enviar gran cantidad de datos a una gran distancia y es inmune a las interferencias electromagnéticas.

#### Ventajas y desventajas de la fibra óptica

Tabla II. VIII: Ventajas y desventajas de la fibra óptica

Ventajas	Desventajas
Una banda de paso muy ancha	La alta fragilidad de las fibras.
Gran: flexibilidad, ligereza, seguridad, resistencia mecánica, resistencia al ambiente,	Necesidad de usar transmisores y receptores más caros.
Inmunidad total a las perturbaciones de origen electromagnético	Los empalmes entre fibras son difíciles de realizar, especialmente en el campo, lo que dificulta las reparaciones en caso de ruptura del cable.
No produce interferencias.	No puede transmitir electricidad para alimentar repetidores intermedios.
Insensibilidad a los parásitos	

Ventajas	Desventajas
Atenuación muy pequeña independiente de la frecuencia	La necesidad de efectuar, en muchos casos, procesos de conversión eléctrica-óptica.
Facilidad para localizar los cortes gracias a un proceso basado en la telemetría.	La fibra óptica convencional no puede transmitir potencias elevadas.
Pequeño tamaño	No existen memorias ópticas.

*Fuente: Fibra óptica, Wikipedia  
Elaborado por: María José Escalante G.*

### Características

**Tabla II. IX: Características de la fibra óptica**

Característica	Descripción
Uso dual (interior y exterior)	La resistencia al agua y emisiones ultravioleta, la cubierta resistente y el funcionamiento ambiental extendido de la fibra óptica contribuyen a una mayor confiabilidad durante el tiempo de vida de la fibra.
Mayor protección en lugares húmedos	Se combate la intrusión de la humedad en el interior de la fibra con múltiples capas de protección alrededor de ésta, lo que proporciona a la fibra, una mayor vida útil y confiabilidad en lugares húmedos.
Empaquetado de alta densidad	Con el máximo número de fibras en el menor diámetro posible se consigue una más rápida y más fácil instalación.

*Fuente: Comunicaciones ópticas, Sanz J.  
Elaborado por: María José Escalante G.*

### Normas técnicas

**Tabla II. X: Normas técnicas F.O**

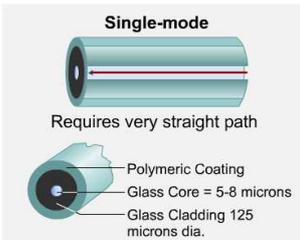
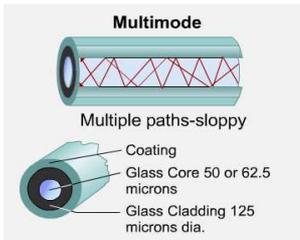
Norma	Descripción
UIT - G.650	Definición y métodos de prueba de los parámetros pertinentes de las fibras monomodo.
UIT – G.652	Características de la fibra óptica monomodo.
UIT – G.653	Características de un cable de fibra óptica monomodo con dispersión desplazada.

Norma	Descripción
UIT-G.654	Características de un cable de fibra óptica monomodo con corte desplazada.
UIT – G.655	Características de una fibra Monomodo de con dispersión diferente de cero

*Fuente: Recomendaciones F.O - ITU  
Elaborado por: María José Escalante G.*

## Tipos de fibra

Tabla II. XI: Tipos de F.O

Monomodo	Multimodo
 <p><b>Ilustración II. 27: Fibra monomodo</b></p>	 <p><b>Ilustración II. 28: Fibra multimodo</b></p>
<p>El núcleo tiene de 5-8 micrones de diámetro</p> <p>Menos dispersión</p> <p>Perfecto para aplicaciones de larga distancia (sobre los 3 km)</p> <p>Usa láser como la fuente de luz.</p> <p>Tiene una banda de paso de 100 GHz /Km</p> <p>Únicamente un modo se propaga por la fibra</p> <p>Soporta mayor longitud que la FO multimodo.</p> <p>Láser generan las señales luminosas</p> <p>Utilizada para conexión entre edificios</p>	<p>El núcleo es de 50,62.5 micrones o más.</p> <p>Permite gran dispersión y pérdida de señal.</p> <p>Usado para aplicaciones de larga distancia pero menores que la fibra Monomodo.</p> <p>Usa LEDs como fuente de luz.</p> <p>Múltiples modos se propagan por la fibra óptica</p> <p>Diferentes ángulos significan diferentes distancias para viajar</p> <p>Las transmisiones llegan en tiempos diferentes (dispersión modal)</p>

*Fuente: Composición Fibra óptica –EIS, Elaborado por: María José Escalante G.*

## **2.5 Fundamentos de una red óptica**

### **2.5.1 Ingeniería del tráfico**

En telefonía o en general en telecomunicaciones se denomina ingeniería o gestión de tráfico a diferentes funciones necesarias para planificar, diseñar, proyectar, dimensionar, desarrollar y supervisar redes de telecomunicaciones en condiciones óptimas de acuerdo a la demanda de servicios, márgenes de beneficios de la explotación, calidad de la prestación y entorno regulatorio y comercial.

### **2.5.2 Calidad de servicio (QoS)**

QoS o Calidad de Servicio (Quality of Service, en inglés) son las tecnologías que garantizan la transmisión de cierta cantidad de información en un tiempo dado (throughput). Es la capacidad de dar un buen servicio especialmente para ciertas aplicaciones tales como la transmisión de vídeo o voz.

### **2.5.3 Clases de servicio (CoS)**

En relación con la tecnología de red, clase de servicio es un campo de bits 3 dentro de un encabezado de trama de Ethernet utilizando el etiquetado 802.1Q. El campo

especifica un valor de prioridad de entre 0 y 7 inclusive que puede ser utilizado por la Calidad de Servicio (QoS) de las disciplinas para diferenciar el tráfico.

Mientras que clase de servicio sólo funciona en Ethernet en la capa de enlace de datos, otros mecanismos de QoS (como DiffServ) operan en la capa de red y más.

#### **2.5.4 Acuerdo del nivel de servicio (SLAs)**

Un acuerdo de nivel de servicio o Service Level Agreement, también conocido por las siglas ANS o SLA, es un contrato escrito entre un proveedor de servicio y su cliente con objeto de fijar el nivel acordado para la calidad de dicho servicio. El ANS es una herramienta que ayuda a ambas partes a llegar a un consenso en términos del nivel de calidad del servicio, en aspectos tales como tiempo de respuesta, disponibilidad horaria, documentación disponible, personal asignado al servicio, etc. Básicamente el ANS define la relación entre ambas partes: proveedor y cliente.

Un ANS identifica y define las necesidades del cliente a la vez que controla sus expectativas de servicio en relación a la capacidad del proveedor, proporciona un marco de entendimiento, simplifica asuntos complicados, reduce las áreas de conflicto y favorece el diálogo ante la disputa.

## **CAPÍTULO III: ESTUDIO Y ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

### **3.1 Estudio de mercado**

#### **3.1.1 Estudio de la oferta**

La oferta se define como la cantidad de bienes o servicios que se ponen a la disposición del público consumidor en determinadas cantidades, precio, tiempo y lugar para que, en función de éstos, aquél los adquiera.

En este caso la Corporación Nacional de Telecomunicaciones es la empresa de mayor importancia a nivel de telecomunicaciones en el país, pero existen otras empresas que ofrecen estos servicios sin ser estatales.

En el siguiente cuadro se detallan las empresas más representativas en el mercado de telecomunicaciones y sus prestaciones:

**Tabla III. I: Tabla de proveedores de servicios de telecomunicaciones en el Ecuador**

Compañía	Servicios					Cobertura
	Telf. fija	Datos	Telf. móvil	TV	Telf. IP	
CNT-EP	X	X	X		X	Nacional
Porta		X	X			Nacional
Movistar		X	X			Nacional
Grupo TvCable		X		X	X	Quito, Guayaquil, Cuenca, Loja, Ambato, Portoviejo, Manta, Ibarra, Tulcán, Salinas, Riobamba y Machala.
DirecTv				X		Nacional
PuntoNet		X				Nacional
Ecuador Telecom		X		X	X	Nacional

*Fuente: Portadores - Supertel  
Elaborado por: María José Escalante G.*

De acuerdo a la Superintendencia de Telecomunicaciones las empresas con mayor cantidad de usuarios registrados (de un total de 380.394 usuarios a nivel nacional) debido al número de servicios que ofertan:

**Tabla III. II: Cantidad de usuarios por compañía**

Compañía	Cantidad de usuarios	Cobertura
CNT-EP	221.470	Nacional
Ecuador Telecom	43.030	Nacional
Grupo TV Cable	106,071	Nacional

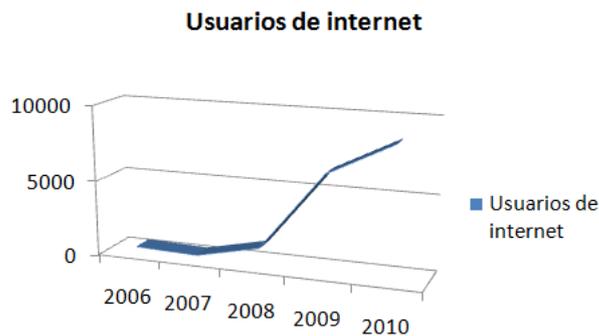
*Fuente: Portadores - Supertel  
Elaborado por: María José Escalante G.*

## **Análisis**

La CNT-EP tiene el 58, 22% de la de la población consumidora de servicios de telecomunicaciones a nivel nacional, sufriendo un crecimiento considerable cada año.

### 3.1.2 Estudio de la demanda

Con los valores expuestos anteriormente es notable que la cantidad de usuarios a nivel nacional es considerable, lo mismo sucede en ciudad de Riobamba.



**Ilustración III. 1: Demanda del servicio según datos históricos**

**Interpretación:** Como se puede observar en el gráfico, es claro que la demanda de los servicios de banda ancha mantiene una tendencia al crecimiento.

### 3.1.3 Establecimiento de la demanda insatisfecha

#### **Segmentación de la población**

**Criterio:** Servicio de banda ancha

**Población total** = Los usuarios de servicios de telecomunicaciones de la CNT-AR.

**Población segmentada** = Sólo los usuarios que disponen de servicio de banda ancha.

**Muestra**

La muestra se tomará del total de abonados que poseen el servicio de internet, mediante la fórmula:

$$n = \frac{N \cdot \delta^2 \cdot Z^2}{(N - 1)E^2 + \delta \cdot Z^2}$$

N = Población total = 8620

$\delta^2$  = Varianza = p\*q = (0.5)<sup>2</sup>

E = Límite aceptable del error muestral = 0.05

Z = Nivel de confianza = 0.647

$$n = \frac{8620 \cdot (0,5)^2 \cdot (0,647)^2}{(8620 - 1)(0,05)^2 + 0,5 \cdot (0,647)^2} = \frac{902,083}{21,75} = 41,46 \approx 42 \text{ encuestas}$$

**Encuestas:** Las encuestas se realizaron de forma telefónica en base a la muestra obtenida, a usuarios escogidos al azar.

**Tabla III. III: Resultados Pregunta 1-1**

<b>Pregunta 1: ¿Está satisfecho con los servicios de banda ancha que provee la CNT-EP?</b>			
<b>Categoría</b>	<b>Valor</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Gráfico</b>
Sí	12	29,26%	
No	29	70,74%	
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>100%</b>	
<p><b>Interpretación:</b> El 70,74% de los encuestados no está satisfecho con los servicios de banda ancha, el 29,26% si lo está.</p>			

**Fuente:** Encuesta 1  
**Elaborado por:** María José Escalante G.

Tabla III. IV: Resultados Pregunta 1 - 2

Pregunta 2: ¿Alguna vez se ha ido el servicio en su sector?			
Categoría	Valor	Porcentaje	Gráfico
Sí	35	83,36%	<p>Pregunta2</p>
No	6	16,64%	
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>100%</b>	

**Interpretación:** El 83,36% de la población de encuestados, ha sufrido de pérdida del servicio; mientras que el 16,64% no ha tenido corte del servicio.

Fuente: Encuesta 1

Elaborado por: María José Escalante G.

Tabla III. V: Resultados Pregunta 1-3

Pregunta 3: ¿Considera que la velocidad de transferencia de datos es baja?			
Categoría	Valor	Porcentaje	Gráfico
Sí	37	90,24%	<p>Pregunta3</p>
No	4	9,76%	
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>100%</b>	

**Interpretación:** Se puede deducir que el 90,24% ha experimentado baja velocidades de navegación, y el 9,76% no tiene esta percepción.

Fuente: Encuesta 1

Elaborado por: María José Escalante G.

Tabla III. VI: Resultados Pregunta 1 – 4

Pregunta 4: ¿Ha sufrido inconvenientes debido a los cortes de servicios?			
Categoría	Valor	Porcentaje	Gráfico
Sí	35	83,36%	<p>Pregunta 4</p>
No	6	16,64%	
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>100%</b>	

Entre algunos de los inconvenientes comunes encontrados están: Pérdida de información, tiempo y dinero e Inconvenientes con clientes de locales  
**Interpretación:** La pérdida del servicio y los inconvenientes están relacionados directamente, ya que el 83,36% de los usuarios sienten descontento con esta situación.

Fuente: Encuesta 1

Elaborado por: María José Escalante G.

Tabla III. VII: Resultados Pregunta 1 - 5

Pregunta 5: ¿Estaría dispuesto a contratar servicios triple play (video, voz y datos) con un incremento de precio pero en los mismos paquetes de banda ancha?			
Categoría	Valor	Porcentaje	Gráfico
Sí	41	100,00%	<p>Pregunta 5</p>
No	0	0%	
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>100%</b>	

**Interpretación:** Como una pregunta para poder tener una visión del número de usuarios que accederán a los servicios una vez que la corporación inicie el aprovisionamiento de triple play, resulta que la totalidad de los usuarios desearían contratar estos paquetes de servicios aún cuando evidentemente el precio subirá.

Fuente: Encuesta 1

Elaborado Por: María José Escalante G.

**Análisis final:** Según los resultados obtenidos de las encuestas, desde una perspectiva general se puede decir que la población de usuarios tiene un grado considerable de inconformidad con la prestación de servicios de internet y de su interrupción.

### 3.1.4 Proyección de la demanda

Para obtener la proyección de la demanda se trabajará con una proyección simple en base a información histórica. La aceptación de la tendencia implica la aceptación de una proyección de tipo probable que no tiene en cuenta factores externos e internos que podrían afectar la tendencia histórica registrada.

#### Tasa de crecimiento simple

Corresponde a la media aritmética de las tasas de crecimiento por periodo de cálculo.

$$TCS = \frac{(Y2 - Y1)}{Y1} \times 100\%$$

Tabla III. VIII: Proyección de la demanda y de cantidad de usuarios a obtener servicios

N°	Año	X	Y	XY	X <sup>2</sup>	TCS
1	2006	-2	405	-810	4	---
2	2007	-1	280	-280	1	-30,86%
3	2008	0	1229	0	0	338,92%
4	2009	1	6458	6458	1	80,96%
5	2010	2	8620	17240	4	25,08%
6	2011	3	10180,8			
7	2012	4	12441,6			
8	2013	5	14702,4			

Fuente: Encuesta 1

Elaborado Por: María José Escalante G.

### Tasa de crecimiento acumulada

Comprende la tasa de crecimiento a la que debería crecer el valor del primer periodo para registrar la cifra del último.

$$TCA = \left( \left[ \sqrt[n-1]{\frac{Y_{final}}{Y1(n1)}} - 1 \right] \times 100\% \right) = TCA = \left( \left[ \sqrt[4]{\frac{8620}{405(4)}} - 1 \right] \times 100\% \right) = \mathbf{TCA = 51,87\%}$$

### Proyección Lineal

$$\Sigma xy = 22608$$

$$\Sigma x = 0$$

$$\Sigma y = 16992$$

$$\Sigma x^2 = 10$$

$$b = \frac{n \cdot \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{n \cdot \sum x^2 - \sum x} ; \quad a = \frac{\sum y - \sum x}{n} ; \quad y = a + bx$$

$$b = \frac{5 \cdot (22608) - 0 \cdot 16992}{5 \cdot 10 - 0} ; \quad a = \frac{16992 - 0}{5}$$

$$b = 2260,8 \quad ; \quad a = 3398,4$$

**Proyección para el 2011:**  $y = 3398,4 + 2260,8 \times 3 = 10180,8 = \mathbf{10181 \text{ USUARIOS}}$

**Proyección para el 2012:**  $y = 3398,4 + 2260,8 \times 4 = 12441,6 = \mathbf{12442 \text{ USUARIOS}}$

**Proyección para el 2013:**  $y = 3398,4 + 2260,8 \times 5 = 14702,4 = \mathbf{14702 \text{ USUARIOS}}$

## **3.2 Estudio técnico**

### **3.2.1 Alcance del proyecto**

Debido a que este proyecto es parte del Plan de Inversiones anual de la Corporación, es necesario establecer lineamientos técnicos que se rijan a estándares de calidad nacionales e internacionales.

El objeto de este proyecto es “El estudio y análisis de factibilidad para la implementación del anillo de F.O en la ciudad, y la planificación del equipamiento necesario para su próxima implementación”, que permitirá a la CNT E.P. brindar servicios de gran capacidad con interfaces GigabitEthernet (GE), FastEthernet (FE), STM-4, STM-1 y aquellas necesarias para prestar todos los servicios de voz, datos y video.

### **3.2.2 Beneficios del proyecto**

Para los usuarios:

- ✓ Garantía de la disponibilidad de los servicios y de la calidad de los mismos.
- ✓ Reducción al mínimo de los inconvenientes creados por la pérdida del enlace.
- ✓ Mejoras en las velocidades de los servicios.
- ✓ En un futuro podrá gozar de paquetes de servicios convergentes.

Para la corporación:

- ✓ Fortalecimiento del backbone para evitar denuncias, reclamos y quejas por parte de los usuarios.
- ✓ Preparación de la red para que esté lista cuando la provisión de servicios convergentes sea una realidad.
- ✓ Cumplimiento de los proyectos planificados para este año.
- ✓ Incremento de la capacidad.
- ✓ Mejoramiento de la imagen institucional.

### **3.2.3 Requerimientos del proyecto**

La implementación de la red de transmisión será realizada a través de fibra óptica instalada en Riobamba en red de transmisión.

El desarrollo del presente proyecto debe incluir las siguientes actividades a ser consideradas:

- a. Estudio de la tecnología apropiada para la convergencia de servicios, de acuerdo a las necesidades de la ciudad.
- b. El diseño de la red basado en la topología y en las matrices de tráfico suministradas en las especificaciones técnicas, indicando los respectivos diagramas (físicos y lógicos) del anillo, las capacidades e interfaces de cada uno de los nodos y de cada una de las secciones entre nodos, los sistemas de protección y presupuesto de potencia óptica.

- c. Propuesta de un único sistema de gestión para la, protegido (servidores 1+1 Hot Standby) y centralizado que permita administrar, tanto desde Riobamba Centro como desde Quito Centro en forma remota todos los elementos de red del sistema de transmisión.
- d. Especificaciones técnicas y económicas de los multiplexores en los sitios (nodos) de la ciudad de Riobamba.
- e. La planificación de un sistema de sincronismo respectivo.
- f. Presupuesto aproximado para la compra del material de instalación que requiera cada uno de los equipos suministrados y todo el sistema para la implementación adecuada (escaleras, herrajes, ODF, DDF, patch panels, Patchcords, etc.).

#### **3.2.4 Situación actual de la infraestructura de telecomunicaciones**

La ciudad de Riobamba posee lugares distribuidos en toda la ciudad llamados “nodos”, cada uno tiene su funcionalidad, algunos funcionan como mini centrales con números telefónicos virtuales y otros simplemente como AMGs, un punto en donde se concentran las fibras desde el nodo central y se distribuyen a los demás AMGs asociados.

Para conocer la situación actual de los nodos, se realizó una investigación en base a documentación proporcionada por la empresa y se recabo los siguientes datos:

Nombre, Ubicación, Función, Fibras, Sistema de transmisión, AMGs asociados

Tabla III. IX: Información general de los nodos

Nodo	Ubicación	Función	Sist. Trans.	AMGs asociados
Norte	Avda. Monseñor Leonidas Proaño (frente a Sede Bco. Central)	Central	V 5.2	Acacias, ESPOCH, Colegio Riobamba, Media Luna.
Sur	Avda. Leopoldo Freire entre Rey Kjavik y Luxemburgo	Nodo y AMG	V 5.2	Supertel, El porvenir, San Rafael, La Libertad, Cdla. Politécnica, Hosp. Policlínico, Coop. Riobamba Ltda.
Oriental	Venezuela y Larrea (cerca del Colegio La Salle)	Nodo y AMG	IP	San Gerardo, San Antonio, Mujeres Chimboracenses, Colegio Maldonado, La Panadería, Cerro Negro, Mercado Oriental, Plaza Dávalos, Colegio Cisneros, UNACH.
Occidental	Coop. Liberación Popular Sta. Isabel (atrás del Colegio Chiriboga)	Nodo y AMG	V 5.2	El Batán, Yaruquíes, Colegio Chiriboga, Liberación Popular, Puente Chibunga
Centro	Tarqui y Primera Constituyente	Central	V 5.2	Nodo Sur, Nodo Norte, Nodo Oriental, Nodo Occidental.

Fuente: CNT-AR

Elaborado Por: María José Escalante G.

Para una idea más clara, la distribución de los nodos en la ciudad es representada en la figura del Anexo 1. *Ver Anexo 1*

### Esquema de asociación entre nodos y AMGs

Como se expuso anteriormente a cada nodo le pertenecen MSANs más conocidos en el medio de la corporación como AMGs, el gráfico se puede observar en el Anexo2. *Ver Anexo 2.*

## Equipos en los nodos

Tabla III. X: Información detallada de los equipos en cada nodo

LOCALIDAD	EQUIPO DE CONMUTACIÓN EXISTENTE			DSLAM				ENERGÍA Y CLIMATIZACIÓN			MEDIO DE TRANSMISIÓN	
	MARCA	MODELO	AÑO DE INSTALACIÓN	MARCA	Modelo de Equipo DSLAM	TECNOLOGÍA (IP / ATM)	Puertos ADSL Instalados	CAPACIDAD DISPONIBLE EN DC	SISTEMA DE TIERRA Y VALOR	EQUIPOS Y CAPACIDAD DE CADA UNO/AIRE ACONDICIONADO	FIBRA ÓPTICA / RADIO / SATELITE	DISPONIBLE DE TRANSMISIÓN E1'S
CHAMBO	NEC 61 E	NEAX 61 E	1990	HUAWEI	MA5100	IP	64	520	1,5	4x60000	F.O	8
AMG.C.CHIRIBOGA	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	ATM	60	78	3	1X12000	F.O	15
AMG.C.CISNEROS	SIEMENS	UA 5001	2009	HUAWEI	UA5000	IP	62	79	2	1X12000	F.O	IP
AMG.C.MALDONADO	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	IP	31	82	2	1X12000	F.O	IP
AMG.C.RIOBAMBA	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	ATM	31	52	3	1X12000	F.O	
AMG.CERRO.NEGRO	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	IP	60	79	2	1X12000	F.O	IP
AMG.EL.BATAN	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	ATM	46	51	2	1X12000	F.O	18
AMG.EL.PORVENIR	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	ATM	30	37	3,2	1X12000	F.O	17
AMG.LA LIBERTAD	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	ATM	46	35	3	1X12000	F.O	16
AMG.LIBERACION	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	ATM	60	78	2,5	1X12000	F.O	15
AMG.M.ORIENTAL	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	IP	77	35	2,8	1X12000	F.O	IP
AMG.MUJERES.CHI	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	IP	31	82	2,8	1X12000	F.O	IP
AMG.NODO.SUR	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	ATM	61	73	2	1X12000	F.O	13
AMG.P.CHIBUNGA	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	ATM	31	82	2	1X12000	F.O	17
AMG.PANADERIA	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	IP	62	78	1,5	1X12000	F.O	IP
AMG.PLAZA.DAVA	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	IP	24	35	3	1X12000	F.O	IP

LOCALIDAD	MARCA	MODELO	AÑO DE INSTALACIÓN	MARCA	Modelo de Equipo DSLAM	TECNOLOGÍA (IP / ATM)	Puertos ADSL Instalados	CAPACIDAD DISPONIBLE EN DC	SISTEMA DE TIERRA Y VALOR	EQUIPOS Y CAPACIDAD DE CADA UNO AIRE ACONDICIONADO	FIBRA ÓPTICA / RADIO / SATELITE	DISPONIBLE DE TRANSMISIÓN E I'S
AMG.POLICLINICO	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	ATM	45	79	2	1X12000	F.O	16
AMG.POLITECNICA	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	ATM	59	80	2,5	1X12000	F.O	16
AMG.SAN.ANTONIO	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	IP	30	82	2	1X12000	F.O	IP
AMG.SAN.GERARDO	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	IP	31	52	2	1X12000	F.O	IP
AMG.SAN.RAFEL	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	ATM	53	87	1,5	1X12000	F.O	15
AMG.SUPERTEL	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	ATM	45	52	1,6	1X12000	F.O	17
AMG.UNACH	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	IP	42	83	1,8	1X12000	F.O	IP
AMG.YARUQUIES	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	ATM	63	75	2	1X12000	F.O	14
COLEGIO RIOBAMBA	NODO			N.E			0					
RIOBAMBA CENTRO	NEC	NEAX-61E	1998	ALCATEL LUCENT	ALCATEL LUCENT/7300	ATM	1170	520	1,5	4X60000	F.O/RADIO	51
RIOBAMBA CENTRO	NEC	NEAX-61E	1998	ALCATEL LUCENT	ALCATEL LUCENT/7302	IP	1988	520	1,5	4X60000	F.O/RADIO	51
RIOBAMBA CENTRO	NEC	NEAX-61E	1998	HUAWEI	MA5600B3	IP	1744	520	1,5	4X60000	F.O/RADIO	51
RIOBAMBA NORTE	NEC	NEAX-61E	2002	ALCATEL LUCENT	ALCATEL LUCENT/7300	ATM	259	238	2,8	3X24000	F.O	39
RIOBAMBA NORTE	NEC	NEAX-61E	2002	HUAWEI	MA5600B3	IP	1468	238	2,8	3X24000	F.O	39
RIOBAMBA NORTE	NEC	NEAX-61E	2002	ZTE	ZTE/XDSL8426	IP	17	238	2,8	3X24000	F.O	39

F.O = Fibra óptica, N.E= No existe

Fuente: CNT-AR

Elaborado Por: María José Escalante G.

### Visita técnica

También se realizó un “survey” y se tomaron fotografías para conocer de forma general los equipos que se encuentran funcionando en los nodos. *Ver Anexo 3.*

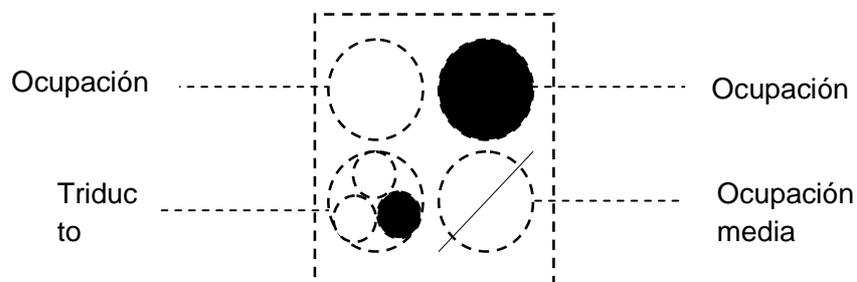
### 3.2.5 Disponibilidad, planimetría y obra civil

Se realizó una visita técnica y se recabaron datos para posteriormente plasmarlos en el plano de la ciudad y tener información actualizada de la ocupación de los pozos y canalizaciones. Fue necesario bajar a cada uno de los pozos de la ciudad y realizar el siguiente proceso (en imágenes). *Ver Anexo 4.*

Se necesita equipo especial para poder descender a los pozos, cuyas alturas oscilan entre 1.30 m y 2.00 m.

Una vez dentro del pozo, se procede a revisar la dirección (N,S,E,O) según los planos para poder ubicar correctamente las fibras entrantes y salientes.

En cada uno de los cables de fibras se encuentra información que indica la cantidad de fibras, su origen y destino. Después de revisar las fibras, lo siguiente es revisar los ductos. También se creó una nomenclatura para las canalizaciones:



**Ilustración III. 2: Nomenclatura de ocupación de canalizaciones en el plano**

En los pozos es posible encontrar ductos que pueden ser: biductos y los más comunes: triductos. Para poder saber el nivel de ocupación y para conocer si hay disponibilidad para que puedan ingresar nuevas fibras se elaboró una especie de nomenclatura:

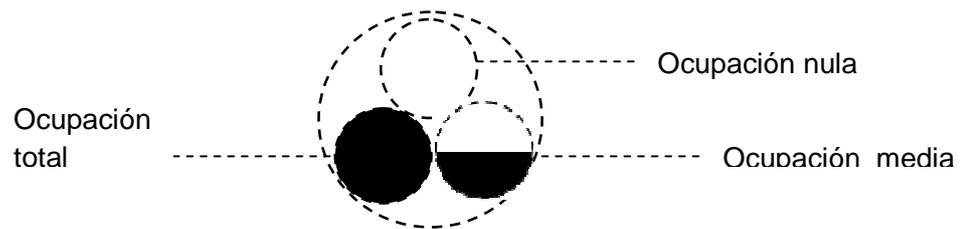


Ilustración III. 3: Nomenclatura de ocupación de ductos en el plano

### Cálculo del nivel de ocupación

Con la información obtenida en la visita a todos los pozos de la ciudad, es posible determinar un porcentaje referente al nivel de ocupación global. Los datos arrojaron los siguientes resultados:

**Ocupación total =0%**    **Ocupación nula = 6.76%**    **Semiocupación =93,23%**



Ilustración III. 4: Gráfico nivel de ocupación de pozos

El plano de ocupación de canalizaciones y ductos por calles. *Ver Anexo 5.*

### 3.2.6 Posibles nodos integrantes y sus distancias

Existen alrededor de 32 sitios en la ciudad que actúan como nodos o AMG's, por ello a través de un diseño tentativo, se han elegido 9 nodos candidatos que de una u otra forma se ajustan a la topología de anillo, reutilizando la infraestructura existente y aprovechando la que está por construirse. En la siguiente tabla se presenta los nodos candidatos después de la selección bajo criterios técnicos, y el estado en el que se encuentran:

#### Nodos

Tabla III. XI: Nodos candidatos y estado

Ítem	Enlace A-B	Distancia (m)	Tipo de fibra	Estado
1	Riobamba Norte – Nodo Las Acacias	2000.00	G655	Construido y funcionando
2	Nodo Las Acacias – Nodo Col. Riobamba	4000.00	G655	Por construir
3	Nodo Col. Riobamba – Nodo Oriental	3000.00	G655	Por construir
4	Nodo Oriental – Riobamba Centro	1000.00	G652*	Construido y funcionando
5	Riobamba Centro – Riobamba Norte	7000.00	G652*	Construido y funcionando
6	Riobamba Norte – Nodo Media Luna	2000.00	G655	En construcción
7	Nodo Media Luna – Nodo Espoch	3000.00	G655	En construcción
8	Nodo Espoch – Nodo Occidental	4500.00	G655	Por construir
9	Nodo Occidental – Nodo Sur	5000.00	G652*	Por construir
10	Nodo Sur – Riobamba Centro	3000.00	G652*	Construido y funcionando
11	Riobamba Sur – Chambo	8000.00	G652*	Construido y funcionando

Fuente: Investigación, CNT-AR

Elaborado Por: María José Escalante G.

Inicialmente se quiso trabajar también con Cajabamba, Penipe y Guano, pero se decidió que estas poblaciones se iban a integrar directamente a la RNFO, por ello se tomó solo en cuenta el sector perteneciente a Chambo.

Distribución física de los nodos candidatos. Ver Anexo 6.

### 3.2.7 Cálculo de tráfico

Esta matriz demuestra el tráfico entre todos los nodos de la ciudad.

Tabla III. XII: Información del tráfico de voz y datos entre todos los nodos de la ciudad

	Chambo	Rio-centro	Rio-norte	Nodo sur	Occidente	Lib. Popular	Puente Chibunga	Batan	Yaruquies	Suptel	El porvenir	San Rafael	Ciudadela Politécnica	Coop. Riobamba	La libertad	Hospital Policlínico	Total	
Chambo		12															12	
Rio-centro	12		18															30
Rio-norte		18		4	6	4	3	2	4	2	2	4	4	2	3	3		61
Nodo sur			4															4
N. Occidente			6															6
Lib. Popular			4															4
Puent Chibunga			3															3
Batan			2															2
Yaruquies			4															4
Suptel			2															2
El porvenir			2															2
San Rafael			4															4
Ciud- politécnica			4															4
Coop. Riobamba			2															2
La libertad			3															3
Hospital policlínico			3															3
TOTAL	12	30	61	4	6	4	3	2	4	2	2	4	4	2	3	3		146

Fuente: CNT Agencia Riobamba, Estudio técnico,

Elaborado por: María José Escalante G.

### Planificación inicial del anillo

Es necesario obtener datos específicos que ayudarán a diseñar a dimensionar la red. Mediante los cálculos de la capacidad se puede identificar el tipo de anillo que deberá ser implantado, siempre y cuando soporte el tráfico correspondiente a la ciudad.

### Matrices de cross conexión y tráfico

Con referencia a los valores de tráfico expuestos en la tabla anterior, y con base en la experiencia del personal de anillos metropolitanos de la corporación, se procedió a ubicar los valores realizando una aproximación y redondeo de la cantidad de enlace existente para cada una de estas interfaces: E1, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, STM-1, STM-4, STM-16, STM-64, DS3.

### Matriz de cross conexión genérica

Tabla III. XIII: Matriz genérica de cross conexión

MATRIZ (interfaz) A CROSS CONECTAR ANILLOS PERIFERICOS				CANTIDAD TARJETAS				
Protección (1:N)								
CENTRAL	Nodo 1	...	Nodo n	TOTAL PUERTOS	TRABAJO	PROTECCIÓN	TOTAL	Cantidad de puertos por tarjeta
Nodo 1		0	0	*	1	1	2	32x(interfaz)
...	0		0	*	1	1	2	32x(interfaz)
Nodo n	0	0		*	1	1	2	32x(interfaz)
TOTAL	*	*	*	*	*	*	*	

Fuente: *Proyectos Anillos Metropolitanos CNT -EP, Estudio técnico*  
 Elaborado por: *María José Escalante G.*

**Intersecciones:** Valores de tráfico correspondiente al enlace

**Total puertos:** Suma total de interfaces

**Trabajo:** Redondeo de la suma total (/63)

**Protección:** Depende de la carga del enlace

**Total:** Trabajo + Protección

**E1**

**Tabla III. XIV: Matriz de cross conexión y tráfico E1**

MATRIZ E1 A CROSS CONECTAR ANILLOS PERIFERICOS											CANTIDAD TARJETAS			
Protección (1:N)														
CENTRAL	RIOBAMBA NORTE	NODO LAS ACACIAS	NODO COL. RIOBAMBA	NODO ORIENTAL	RIOBAMBA CENTRO	NODO SUR	NODO OCCIDENTAL	NODO ESPOCH	NODO MEDIA LUNA	CHAMBO	TOTAL PUERTOS	TRABAJO	PROTECCIÓN	TOTAL
Cantidad de puertos por tarjeta	63xE1	32xE1	32xE1	32xE1	63xE1	32xE1	32xE1	32xE1	32xE1	32xE1				
TOTAL	119	5	5	5	114	75	75	5	5	18	426	14	10	23

*Fuente: Proyectos Anillos Metropolitanos CNT,-EP Estudio técnico  
Elaborado por: María José Escalante G.*

**FE**

**Tabla III. XV: Matriz de cross conexión y tráfico FE**

MATRIZ FE A CROSS CONECTAR ANILLOS PERIFERICOS														
PROTECCIÓN (1:N)														
CENTRAL	RIOBAMBA NORTE	NODO LAS ACACIAS	NODO COL. RIOBAMBA	NODO ORIENTAL	RIOBAMBA CENTRO	NODO SUR	NODO OCCIDENTAL	NODO ESPOCH	NODO MEDIA LUNA	CHAMBO	TOTAL PUERTOS	TRABAJO	PROTECCIÓN	TOTAL
Cantidad de puertos por tarjeta	8xFE	8xFE	8xFE	8xFE	8xFE	8xFE	8xFE	8xFE	8xFE	8xFE				
TOTAL	10	3	3	3	17	3	3	3	3	2	50	13	13	26

*Fuente: Proyectos Anillos Metropolitanos CNT-EP, Estudio técnico  
Elaborado por: María José Escalante G.*

**GE**

**Tabla III. XVI: Matriz de cross conexión y tráfico GE**

MATRIZ GE A CROSS CONECTAR											CANTIDAD TARJETAS GE 1000BASE-LX		
PROTECCIÓN (1+1)											TRABAJO	PROTECCIÓN	TOTAL
CENTRAL	RIOBAMBA NORTE	NODO LAS ACACIAS	COL. RIOBAMBA	NODO ORIENTAL	RIOBAMBA CENTRO	NODO SUR	NODO OCCIDENTAL	NODO ESPOCH	NODO MEDIA LUNA	TOTAL PUERTOS			
Cantidad de puertos por tarjeta	2xGE	2xGE	2xGE	2xGE	2xGE	2xGE	2xGE	2xGE	2xGE	2xGE			
<b>TOTAL</b>	1	1	1	1	8	1	1	1	1	16	12	12	24

*Fuente: Proyectos Anillos Metropolitanos CNT-EP, Estudio técnico  
Elaborado por: María José Escalante G.*

**DS3**

**Tabla III. XVII: Matriz de cross conexión y tráfico DS3**

MATRIZ DS3/E3 A CROSS CONECTAR												CANTIDAD TARJETAS DS3/E3		
PROTECCIÓN (1:N)												TRABAJO	PROTECCIÓN	TOTAL
CENTRAL	RIOBAMBA NORTE	NODO LAS ACACIAS	NODO COL. RIOBAMBA	NODO ORIENTAL	RIOBAMBA CENTRO	NODO SUR	NODO OCCIDENTAL	NODO ESPOCH	NODO MEDIA LUNA	CHAMBO	TOTAL PUERTOS			
<b>TOTAL</b>	3	3	3	2	1	2	1	1	0	0	16	8	10	18

*Fuente: Proyectos Anillos Metropolitanos CNT-EP, Estudio técnico  
Elaborado por: María José Escalante G.*

**STM-1**

**Tabla III. XVIII: Matriz de cross conexión y tráfico STM-1**

MATRIZ STM1o A CROSS CONECTAR										CANTIDAD TARJETAS		
PROTECCIÓN (1+1)										TRABAJO	PROTECCIÓN	TOTAL
CENTRAL	RIOBAMBA NORTE	NODO ORIENTAL	RIOBAMBA CENTRO	NODO SUR	NODO OCCIDENTAL	TOTAL PUERTOS						
Tarjetas 4xSTM1o	4xSTM1o	4xSTM1o	4xSTM1o	4xSTM1o	4xSTM1o							
<b>TOTAL</b>	1	1	5	1	1	9	5	5	10			

*Fuente: Proyectos Anillos Metropolitanos CNT-EP, Estudio técnico  
Elaborado por: María José Escalante G.*

**STM-4**

**Tabla III. XIX: Matriz de cross conexión y tráfico STM-4**

MATRIZ STM4 A CROSS CONECTAR						CANTIDAD TARJETAS			
PROTECCIÓN (1+1)									
CENTRAL	RIOBAMBA NORTE	RIOBAMBA CENTRO	NODO SUR	NODO OCCIDENTAL	TOTAL PUERTOS	TRABAJO	PROTECCIÓN	TOTAL	Cantidad de puertos por tarjeta
Tarjetas	2xSTM4	2xSTM4	2xSTM4	2xSTM4					
TOTAL	2	4	1	1	8	4	4	8	

*Fuente: Proyectos Anillos Metropolitanos CNT-EP, Estudio técnico  
Elaborado por: María José Escalante G.*

**STM-16**

**Tabla III. XX: Matriz de cross conexión y tráfico STM-16**

	RIOBAMBA NORTE	RIOBAMBA CENTRO	TOTAL PUERTOS	TRABAJO	PROTECCIÓN	TOTAL
CENTRAL						
RIOBAMBA NORTE		1	1	1	1	2
RIOBAMBA CENTRO	1		1	1	1	2
TOTAL	1	1	2	2	2	4

*Fuente: Proyectos Anillos Metropolitanos CNT-EP, Estudio técnico  
Elaborado por: María José Escalante G.*

**3.2.8 Cálculo de la capacidad**

Para el cálculo del tráfico se construyeron matrices auto calculadas que permitieron obtener los resultados en base a los valores correspondientes a cada una de las interfaces (en el cálculo de tráfico anterior):E1, FE, GE, STM-1, STM-4, STM-16. Estos resultados son claves para el dimensionamiento del anillo, es decir, con esto se puede determinar si el anillo deberá soportar enlaces STM-16, STM-64 y de qué tipo será el mismo.

## Proceso

Todo el cálculo se realiza en base a las matrices de cross conexión y tráfico. Se realiza todas las conexiones posibles. Por ejemplo:

### De Norte a Sur

Existen varias opciones para llegar desde el nodo norte al nodo centro:

**Ruta 1:** Norte → Las Acacias → Col. Riobamba → Oriental → Centro → Sur

**Ruta 2:** Norte → Media Luna → Espoch → Occidental → Sur

Bajo una de los paradigmas del enrutamiento, se escoge la ruta que “menos saltos” tenga. En este caso se escoge la ruta número 2. Para ubicar los valores en la matriz, si la ruta pasa por uno de los enlaces de la matriz, se ubica el valor en las columnas.

Para la interfaz **E1** (Color ■), todas las celdas de este color corresponden a la ruta seleccionada. La matriz tiene celdas autocalculadas que corresponden a fórmulas de cada interfaz (Color ■):

**Total enlace** (color ■): Es la suma de los totales de color ■ correspondientes

**Total Parcial** (color ■): Son los valores de las celdas de color ■ / 32.

**Total Final** (color ■): Es la sumatoria de todos los valores (color ■) de cada fila

**Interfaces y fórmulas a utilizar**

**Tabla III. XXI: Interfaces y fórmulas**

Interfaz	Fórmula
GE	Sumatoria de las celdas * 7
FE	(Sumatoria de las celdas*48) / 63
STM16	Sumatoria de las celdas * 16
STM4	Sumatoria de las celdas * 7
STM1	Sumatoria de las celdas * 4
DS3	(Sumatoria de las celdas * 21) / 63
E1	(Sumatoria de las celdas * 7) / 63

*Fuente: Proyectos Anillos Metropolitanos CNT-EP, Estudio técnico  
Elaborado por: María José Escalante G.*

**Matriz de capacidades para dimensionar la red**

**Tabla III. XXII: Matriz de capacidades**

Interfaz	Centro - Sur				Sur - Occidental				Occidental - Espoch				Espoch - Media Luna				Media Luna - Norte				Norte - Las Acacias				Las Acacias - Col. Riobamba				Col. Riobamba - Oriental				Oriental - Centro				Total					
GE	1	1	1	1	28	1	1	1	21	1	1	1	14	1	1	1	7	1	1	1	0	1	1	1	7	1	1	1	14	1	1	1	21	1	1	1	28	140				
FE	2	2	2	2	6,1	1	2	2	5,3	1	1	2	4,6	1	1	1	4,6	1	1	1	3	1	1	1	3,8	1	1	2	4,6	1	2	2	5,3	2	2	2	6,1	43,4285714				
STM16					0				0				0				0				0	0			0	0			0	0			0	0			0	0				
STM4					0				0				0				0				0				0				0				0	1			4	4				
STM1	1	1			2	1			1				0				0				0	2			2	2			2	2			2	2	1		3	12				
DS3	1	1	1		1	1			0,3				0	1			0,3	1			0,3	1	1	1	1	1	2		1				0	1	1		0,7	4,6666667				
E1	20	25	26	5	5	1,3	50	26	5	5	1,4	50	49	5	5	1,7	50	49	5		1,7	50	49		1,6	20			0,3	20	5		0,4	20	5	5	0,5	20	5	5	0,6	9,34920635
Total enlace	38,38095238				29,03174603				20,3015873				13,55555556				4,952380952				14,12698413				21,96825397				28,80952381				42,31746032				213,444444					
	1,199404762				0,907242063				0,634424603				0,423611111				0,154761905				0,441468254				0,686507937				0,900297619				1,322420635				213,444444					

*Fuente: Proyectos Anillos Metropolitanos CNT-EP, Estudio técnico  
Elaborado por: María José Escalante G.*

El resultado **213,44** correspondiente al enlace total, indica que la capacidad necesaria para los anillos será **STM-64** para cubrir las necesidades de tráfico.

### **3.2.9 Tecnologías y selección de tecnología para la convergencia**

Existen varias tecnologías en el mercado con las que se puede obtener la esperada convergencia de servicios, éstas se diferencian en el tipo y la cantidad de tráfico a transportar. Por ello es necesario contrastarlas para justificar la selección de una u otra.

Se mencionarán tres tecnologías que han sido utilizadas en diferentes proyectos a lo largo del país y que funcionan perfectamente como red de transporte: NG-SDH, DWDM y MPLS. Dos de las cuales han sido estudiadas anteriormente en el capítulo teórico (DWDM y MPLS).

A continuación se describe un cuadro de ventajas y desventajas de las tecnologías de transporte mencionadas:

✓ NG-SDH

New Generation Synchronous Digital Hierachy (SDH de nueva generación)

✓ DWDM

Dense WaveLength Division Multiplexing

✓ MPLS

Multi Protocol Label Switching

Tabla III. XXIII: Comparación de tecnologías de transporte NG-SDH, DWDM, MPLS

Tecnología	Ventajas	Desventajas
NG-SDH	<ul style="list-style-type: none"><li>• Soluciona los inconvenientes de SDH.</li><li>• Compatibilidad eléctrica y óptica entre los equipos de los distintos proveedores gracias a los estándares internacionales sobre interfaces eléctricos y ópticos.</li><li>• Permite a la red introducir nueva tecnología en redes tradicionales SDH reemplazando los equipos de borde.</li><li>• Administra el ancho de banda y una mayor granularidad manteniendo al mismo tiempo las funciones críticas de las redes tradicionales de TDM.</li><li>• Su flexibilidad habilita a los operadores a crear una red usando paquetes híbridos TDM en plataformas de aprovisionamiento de multiservicios o proveyendo solo</li><li>• Es sumamente rentable ya que mejora las capacidades de las redes.</li><li>• Garantiza la calidad y disponibilidad del servicio.</li><li>• Puede adaptarse fácilmente a las demandas de ancho de banda</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Puede haber una cantidad grande del ancho de banda no usado, debido a los tamaños fijos de contenedores concadenados.</li><li>• Necesidad de sincronismo entre los nodos de la red SDH, se requiere que todos los servicios trabajen bajo una misma referencia de temporización</li></ul>

	Tecnología	Ventajas
<b>DWDM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enorme ancho de banda</li> <li>• Compatibilidad con SDH/SONET y Gigabit Ethernet.</li> <li>• Incrementa la velocidad de transferencia debido a la multiplexación TDM que utiliza.</li> <li>• El número de amplificadores en un tramo se reduce en la misma proporción en la que se multiplexan los canales, lo que aumenta la fiabilidad del sistema.</li> <li>• Permite reutilizar a la fibra ya instalada de más capacidad y así ofrecer cualquier tipo de tráfico de voz, datos y/o multimedia, tanto sobre IP como ATM con transmisión síncrona.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No puede por el momento competir con SDH/SONET en cuanto a calidad de servicio, estandarización y flexibilidad.</li> <li>• Una solución DWDM de N canales requeriría que los fabricantes de equipo tuvieran N transceptores diferentes en existencia, cada uno con un láser diferente.</li> <li>• Implementación costosa debido a equipos ópticos.</li> <li>• Se limita a sistemas de largas distancias, cables submarinos y MANs de gran cantidad de tráfico.</li> </ul>
<b>MPLS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporta QoS y CoS (clases de servicio) para diferencias servicios</li> <li>• La ingeniería de tráfico permite a los ISP mover parte del tráfico de datos, desde el camino más corto calculado por los protocolos de encaminamiento y orienta el tráfico hacia donde hay más recursos con TE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se agrega una capa adicional</li> <li>• Los router deben entender MPLS</li> <li>• Necesidad de mucho equipamiento para una red.</li> </ul>

*Fuente: Redes DWDM metropolitanas Explosión de la capacidad de las redes MAN, DWDM Technology - Conocimientos.com.ve, Channel Planeta, MPLS (MultiProtocol Label Switching)- Ramón Millán, MPLS – Jorge Hernández, Next Generation SONET/SDH – Acterna.  
Elaborado por: María José Escalante G.*

## **Selección de la tecnología**

NG-SDH (Jerarquía Digital Síncrona de Nueva generación)

## **Justificación de la selección**

Esta tecnología fue seleccionada según los siguientes criterios:

- El estudio técnico reveló que el tráfico de la ciudad no amerita un anillo con tecnologías como MPLS o DWDM, ya en que las matrices de tráfico y cross conexión los valores fueron relativamente bajos.
- Esta tecnología tiene una gran capacidad de expansión e interoperabilidad con otras tecnologías, lo que quiere decir, que la red estará totalmente preparada para la convergencia de servicio haciendo simplemente integración de interfaces y tarjetas.
- El aspecto técnico fue el factor más decisivo, ya que el presupuesto debe ajustarse al ya asignado. De acuerdo a la experiencia del personal de Anillos Metropolitanos se conoce que la inversión en cuanto a las soluciones con DWDM o MPLS son considerablemente altas y no es necesaria esa inversión por lo expuesto anteriormente.

- Finalmente se tomó la decisión de proponer esta tecnología puesto que se encuentra trabajando perfectamente en otras ciudades del país y por su desempeño, existe la seguridad de que funcione de la misma manera en la ciudad de Riobamba.

### **3.2.10 NG-SDH**

La innovación, se ha convertido en la línea de vida para la supervivencia en el mercado de las telecomunicaciones, también ha impulsado la industria de las telecomunicaciones a adoptar la próxima generación de SONET / SDH como la solución más económica y tecnológicamente factible para la transmisión de voz y datos a través de las redes de transporte.

Diseñado para optimizar el tráfico, NG-SDH es muy robusto y fiable, con un contenido de mecanismos integrados para ofrecer una disponibilidad del 99,999 por ciento de la red.

El éxito y supervivencia de SDH de nueva generación, reside en ser capaz de combinar transporte y aplicaciones de datos en una forma única y en el apoyo a dirección de operaciones de punta a punta, multiplexación de servicios, servicios de multipunto, y clase del servicio, desarrollo de redes de transmisión multiservicio, etc. Usando una nueva generación de infraestructura SDH como el medio de unificación para protocolos y servicios.

## Funciones y Plataformas

En general, NG-SDH se define como normas que definen señales ópticas estandarizadas, una estructura de trama síncrona para el tráfico digital multiplexado, y los procedimientos de operación para permitir la interconexión de terminales mediante fibras ópticas, especificando para ello el tipo Monomodo.

Los estudios por analistas de industria muestran que el área de crecimiento más grande y más rápido en el mercado de sistemas ópticos está en plataformas SDH de la nueva generación diseñadas para servicios de datos en aplicaciones de metro. Éstos son conocidos por varias siglas y abreviaturas, según la mezcla exacta de funciones a través de Capas 1, 2 y 3, y en el vendedor o analista que hace el nombramiento. Por ejemplo:

**Tabla III. XXIV: Plataformas NG - SDH**

Plataforma	Descripción
Multiservicio que aprovisiona plataforma (MSPP, Multiservice provisioning platform)	Incluye la multiplexación SDH, a veces con más puertos de Ethernet, a veces multiplexación de paquete y conmutación, a veces WDM. La integración de capa óptica se lleva a cabo con una solución de capa óptica pasiva o activa. Apoya una mezcla de TDM e interfaces de cliente de Ethernet, OC48 y OC192.
Multiservicio que cambia plataforma (MSSP, Multiservice switching platform)	Un MSPP con una capacidad grande para conmutación de TDM, es la respuesta en el corazón de metro.
Dispositivo de borde Óptico (OED, Optical Edge Device)	Un MSSP sin funciones de WDM.
Multiservicio que transporta el nodo (MSTN, Multiservice access node)	Un MSPP con conmutación de paquete.

Plataforma	Descripción
Multiservicio que transporta plataforma (MSTP, Multiservice Transport Platform)	Apoyando una integración apretada de Sonet ADM y metro DWDM / DWDM regional para multiplexación de servicios de gran capacidad y transporte, una categoría de producto clave, funcionando escaladamente, con amplitud de banda flexible y multiplexación de servicio de datos y conmutación.
Nodo de acceso de multiservicio (MSAN, Multiservice Access Node)	Un MSPP diseñado para acceso de cliente, en gran parte con acceso vía pares de cobre que llevan servicios de Línea de Suscriptor digital (DSL).

*Fuente: Tecnología NG-SDH, Diana Lozano  
Elaborado por: María José Escalante G.*

### **Plataforma MSPP**

En muchos casos, MSPP, proporcionado por el operador en el local de cliente reduce la necesidad de un gestor de tráfico local para apoyar servicios de datos y voz. Las reducciones de tamaño recientes significan que se ha hecho mucho más fácil para acomodar estas plataformas en local de cliente y puntos de presencia locales, en particular con los llamados micro-MSPPs.

Las plataformas MSPP están basadas en la arquitectura de paquete del mercado de empresa. La capa de transporte cambiada puede estar completamente en SDH o también en la nueva Red de Transporte Óptica (OTN) a ITU-T G.709. Hay tres atracciones claves del OTN:

- Su transporte es relativamente independiente de la carga útil. Esto también soluciona el problema de supervisar la calidad digital de cargas útiles en longitudes de onda en el punto de handover entre operadores.

- Velocidades de transferencia de datos muy altas, bien más allá de aquellos actualmente vistos en Ethernet y SDH, que se hará cada vez más importante cuando el tráfico crece. Multiplexores de OTN con procesamiento relativamente simple, reteniendo los rasgos de escucha necesitados por operadores.
- Como con SDH en el nivel CV4, OTN puede ser configurado dinámicamente por la tecnología plana por el control ahora disponible para redes de transporte para proporcionar la restauración rápida en redes de malla más una variedad de opciones automatizadas para el aprovisionamiento.

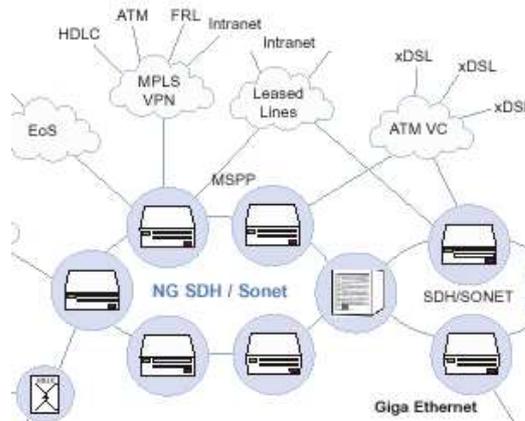


Ilustración III. 5: Ejemplo de interconexión MSPP

### Principios básicos en base a SDH en la nueva generación

La misión de SDH es transportar y gestionar gran cantidad de tipos de tráfico diferentes sobre la infraestructura física.

Es un protocolo de transporte basado en la existencia de una referencia temporal común (Reloj primario), que multiplexa diferentes señales dentro de una jerarquía

común flexible, y gestiona su transmisión de forma eficiente a través de fibra óptica, con mecanismos internos de protección.

SDH permite el transporte de muchos tipos de tráfico tales como voz, video, multimedia, y paquetes de datos como los que genera IP, a su vez gestiona la utilización de la infraestructura de fibra.

En palabras simples, podemos considerar a las transmisiones SDH como tuberías las cuales portan tráfico en forma de paquetes de información. Estos paquetes son de aplicaciones tales como PDH, ATM o IP.

### **Definición**

La red óptica Síncrona SDH, es un estándar para comunicar la información digital usando láseres o fotodiodos (LEDs) sobre la fibra óptica.

### **Aplicaciones**

**Tabla III. XXV: Aplicaciones de acuerdo a la distancia y nivel de pérdidas en SDH**

<b>Aplicación</b>	<b>Distancia de transmisión</b>
Intraoffice connections (I)	< 2 Km
Short – Haul Interoffice connections (S)	15 Km a la longitud de onda de 1300 nm y 40 Km a 1550 nm
Long – Haul Interoffice connections (L)	Hasta 40 Km a 1300 nm y 80 Km a 1150 nm
Very – Long Haul interoffice connections” (V)	Hasta 60 Km al 300 nm y 120 Km a 1550 nm
Ultra – Long – Haul interoffice connections (U)	Hasta 160 Km

*Fuente: Redes ópticas, José Capmany  
Elaborado por: María José Escalante G.*

### STM (Synchronous Transport Module)

La información es empaquetada en un módulo de transporte síncrono de modo que este pueda ser transportado y gestionado a través de la red, para que las señales tributarias converjan en un tráfico SDH.

### Trama elemental de SDH (STM - 1)

Unidad de transmisión básica de la Jerarquía Digital Síncrona (SDH), correspondiente al primer nivel básico.

La transmisión se realiza bit a bit en el sentido de izquierda a derecha y de arriba abajo. La trama se transmite a razón de 8.000 veces por segundo (cada trama se transmite en 125  $\mu$ s, = 1/8000Hz). Por lo tanto el régimen binario es igual a:

$$8000 \times 270 \text{ octetos} \times 8 \text{ bits} \times 9 \text{ filas} = 155.520 \text{ kbps} = 155.52 \text{ Mbps (tasa de transmisión)}$$

Cuatro marcos STM-1 son concatenados o multiplexados para dar un STM-4 el cual tiene una mayor tasa de transmisión. Ejm:  $4 \times \text{STM1} = \text{STM4}$ .

Tabla III. XXVI: Capacidades de STM

STM	Fórmula	Capacidad
STM-1	$8000 * (270 \text{ octetos} * 9 \text{ filas} * 8 \text{ bits})$	155 Mbps
STM-4	$4 * 8000 * (270 \text{ octetos} * 9 \text{ filas} * 8 \text{ bits})$	622 Mbps
STM-16	$16 * 8000 * (270 \text{ octetos} * 9 \text{ filas} * 8 \text{ bits})$	2.5 Gbps
STM-64	$64 * 8000 * (270 \text{ octetos} * 9 \text{ filas} * 8 \text{ bits})$	10 Gbps
STM-256	$256 * 8000 * (270 \text{ octetos} * 9 \text{ filas} * 8 \text{ bits})$	40 Gbps

Fuente: *Redes ópticas, José Capmany*  
Elaborado por: *María José Escalante G.*

STM-16 y STM-64 ofrecen mayores tasas de transmisión y soportan un mayor número de señales en su área de carga útil. Así, los STM-4, STM-16 y STM-64 pueden ser vistos como tuberías más gruesas y sus capacidades son:

### Normativa de interfaces

En la normativa se especifican empleando las letras anteriores seguidas de dos números separados por un punto. En el primer número especifica la velocidad de transmisión. Así 1, 4, 16 y 64 identifican STM-1, STM-4, STM-16 y STM-64 respectivamente. El segundo especifica en tipo de fibra óptica empleada. Por ejemplo:

Tabla I: Normativas e interfaces para STM

Número	$\lambda$	Fibra
1	1300 nm	Fibra estándar G.652,
2	1550 nm	Fibra estándar G.652
3	1550 nm	Fibra de dispersión desplazada G.653
5	1550 nm	Fibra de dispersión desplazada no nula

*Fuente: Redes ópticas, José Capmany  
Elaborado por: María José Escalante G.*

$\lambda$  = Longitud de onda

La normativa también incluye la posibilidad de especificar el tipo de fuente: LED, MLM (láser multimodo FP), SLM (Láser monomodo).

## Elementos de una red SDH

Los elementos de red son equipos localizados en cada nodo de la red de transporte SDH , los cuales realizan funciones sobre el tráfico tales como multiplexión o routing.

**Tributario:** Son los interfaces de tráfico en la red SDH. Ejm: Tráfico PDH, voz

## Tipos de elementos de Red

**Terminales de Línea:** Implementa la terminación de línea y la función de multiplexión, de modo que su utilización es típica en configuraciones punto a punto. Es un PTE (Path Terminating Element), concentra y agrega señales PDH y sdh (DS1,DS3,E1,STM-N,etc).

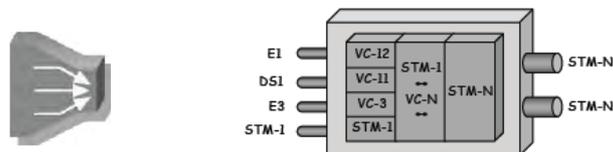


Ilustración III. 6: Multiplexor terminal

**Multiplexores Add-Drop (ADM):** Estos equipos ofrecen la función de cross-conexiones junto con la de terminal de línea y multiplexión. Es un PTE que puede multiplexar señales hacia o desde un STM-N. Se extraen o insertan solo aquellas señales que se desean. El resto del tráfico continúa sin requerir ser procesado.

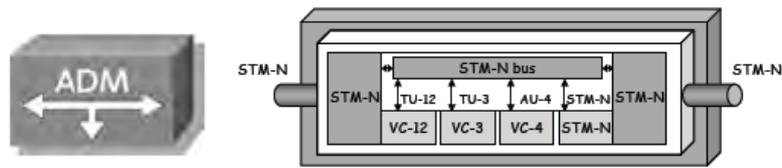


Ilustración III. 7: Multiplexor ADM

**Cross-Conectores Dedicados:** Se diferencian de los ADMs es la presencia de supervisión de las conexiones. Los cross-conectores digitales (DXC) son los más complejos y costosos equipamientos SDH.

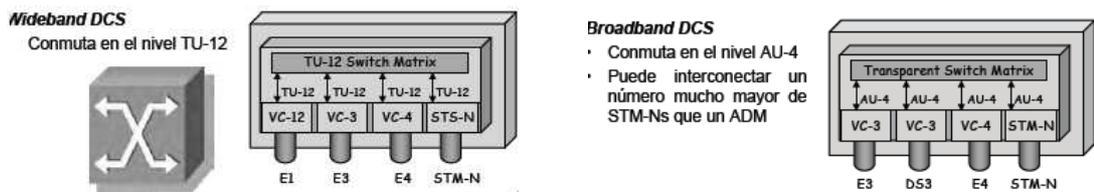


Ilustración III. 8: Conector de cross conexión digital

**Regeneradores y Repetidores:** Su función es extender la longitud de los tramos entre nodos, y por tanto realicen funciones de intercambio de tráfico.

**Amplificadores:** Los amplificadores ópticos son otra opción para extender el alcance de las señales ópticas. Estos trabajan como repetidores, reimpulsando la señal.

### Requerimientos de una red NG – SDH

Las principales características son:

**Tabla III. XXVII: Requerimientos de una red NG-SDH**

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
Multiplexión digital	Permite que las señales de comunicaciones analógicas sean portadas en formato digital sobre la red. El tráfico digital puede ser portado mucho más eficientemente y permite monitorización de errores, para propósitos de calidad.
Fibra óptica	Es el medio físico en las redes de transporte actuales. Tiene mucha mayor capacidad lo que conduce a una disminución de los costes asociados al transporte de tráfico.
Esquemas de protección	Éstos han sido estandarizados para asegurar la disponibilidad del tráfico. Si ocurriera una falla o una rotura de fibra, el tráfico podría ser conmutado a una ruta alternativa, de modo que el usuario final no sufriera disrupción alguna en el servicio.
Topologías en anillo	Si un enlace se perdiera, hay un camino de tráfico alternativo por el otro lado del anillo. Los operadores pueden minimizar el número de enlaces y fibra óptica desplegada en la red.
Gestión de red	La gestión de estas redes desde un único lugar remoto y desde otro sitio de respaldo es una prestación importante para los operadores. Se ha desarrollado software que permite gestionar todos los nodos y caminos de tráfico desde un único computador.
Sincronización	Operadores de red deben proporcionar temporización sincronizada a todos los elementos de la red para asegurarse que la información que pasa de un nodo a otro no se pierda.

**Fuente: Next Generation SONET/SDH, Acterna  
Elaborado por: María José Escalante G.**

## **Protocolos, concatenación virtual y esquemas de enlace en NG – SDH**

### **GFP (Generic Framing Protocol), UIT-T G.7041**

El procedimiento de entramado genérico GFP (*Generic Framing Procedure* en inglés) es una técnica de multiplexación definida por la ITU-T G.7041. Eso permite el mapeo de señales cliente de "capa-alta" y longitudes variables sobre redes de

transporte como SDH/SONET. Las señales del cliente ser de tipo Unidad de Datos de Protocolo (PDU, *Protocol Data Unit* como IP/PPP o Ethernet) o tipo Código de bloque (*block-code* (como canal de fibra).

Existen dos modos de GFP, GFP Enmarcado (GFP-F, *Framing*) y GFP Transparente (GFP-T, *Transparent*):

- **GFP-F** mapea cada trama cliente en una única trama GFP. GFP-F se emplea cuando la señal cliente está enmarcada o paquetizada por el protocolo cliente.
- **GFP-T**, por otra parte, permite el mapeo de múltiples flujo de datos cliente de código de bloque 8B/10B en un código de bloque 64B/65B eficiente para transportarlo dentro de una trama GFP.

#### **VCAT (Virtual Concatenation), UIT-T G.707 (extensión)**

Es una extensión de G.707 para la concatenación de contenedores virtuales (VC) de bajo y alto nivel. (VC-12, VC-3, VC-4).

El método tradicional de concatenación, tal como se define en las normas, como la ITU-T, se denomina "contiguos". Esto significa que los contenedores adyacentes se combinan y se transporta a través de SDH de la red como un contenedor. Las limitaciones de concatenación contigua incluyen la necesidad de que todos los nodos de la red que forman parte de la trayectoria de transmisión debe ser capaz de reconocer y procesar los contenedores concatenados y la falta de amplitud de banda, lo que hace que el transporte de datos de muchas señales ineficientes.

La concatenación virtual mapea contenedores individuales en una relación virtualmente concatenada. Cualquier número de contenedores se pueden agrupar, lo que proporciona mejor granularidad de ancho de banda que se puede alcanzar con las técnicas tradicionales. Además, permite a los operadores de red para ajustar la capacidad de transporte al servicio de los clientes requiere de una mayor eficiencia. Cada enlace puede tomar su propio camino a través de la red, que puede conducir a escalonar diferencias entre los contenedores que llegan al equipo de ruta de terminación, lo que requiere el equipo para amortiguar los retrasos.

La información requerida para la concatenación virtual se transporta en la sobrecarga de ruta de los contenedores individuales.

### **LCAS (Link Capacity Adjustment Scheme), UIT – T G.7042**

El Esquema de Ajuste de la Capacidad del Enlace (en inglés, Link Capacity Adjustment Scheme), o LCAS es un método empleado para aumentar o disminuir dinámicamente el ancho de banda de un contenedor virtual concatenado en una forma libre de saltos (hitless). Esto ofrece la capacidad de ancho de banda en demanda para clientes de datos tal como Ethernet cuando es mapeado en contenedores TDM.

Es un mecanismo que permite la reconfiguración dinámica de los contenedores virtuales que transportan los datos.

LCAS también tiene la capacidad de remover temporalmente miembros fallidos del grupo virtual concatenado. Un grupo fallido automáticamente ocasionará una

disminución del ancho de banda y una reparación posterior incrementará nuevamente el ancho de banda de una forma libre de errores. Unido al uso de diversas rutas, provee el aseguramiento del tráfico de datos sin requerir excesos de asignación de ancho de banda por protección.

- La combinación LCAS y VCAT es una herramienta para el ajuste del ancho de banda en demanda.

### **Esquemas de protección**

La gran capacidad de los enlaces SDH hace que un simple fallo de enlace pueda tener un impacto nocivo en los servicios proporcionados por la red si no se dispone de una protección adecuada. Una red resistente que asegure el tráfico que porta y que puede restaurarlo automáticamente ante cualquier evento de fallo es de vital importancia.

Una red puede ser descrita como superviviente si no hay un punto singular de fallo entre dos nodos. Así mismo una red puede gozar de disponibilidad si está disponible para proporcionar servicios al cliente final sin importar los problemas internos. Como esto es importante para el cliente, este factor contribuirá a la definición de nivel de servicio garantizado (SLA).

Para conseguir esta disponibilidad existen las siguientes opciones:

- **Protección de equipamiento:** Puede ser implementada mediante aplicación de protecciones locales en el propio elemento de red. Por ejemplo, las alimentaciones, sistemas de reloj, o unidades tributarias pueden ser duplicadas.
  
- **Protección de red:** Procedimientos son aplicados para asegurar que el fallo de un enlace de transporte sea reemplazado por otro enlace en producción y que hay un camino alternativo ante la existencia de un fallo total de un nodo. Hay dos tipos de mecanismos utilizados para asegurar que el servicio pueda ser recuperado:
  - **Restauración:** Es un proceso lento automático o manual la cual emplea capacidad extra libre entre nodos finales para recuperar tráfico después de la pérdida de servicio. Al detectarse el fallo, el tráfico es reenrutado por un camino alternativo.
  - **Protección:** Utiliza mecanismos automáticos con elementos de red, los cuales aseguran que los fallos sean detectados y compensados antes de que ocurra una pérdida de servicios.

### **Tipos de protección**

**Protección de Conexión de Subred (SNCP):** Involucra conmutación pudiendo ser el inicio un extremo de la ruta hasta llegar a un nodo intermedio. La red puede ser descompuesta con un número de subredes interconectadas. Con cada protección de subred se proporciona un nivel de ruta y la conmutación automática de protección entre dos caminos es proporcionada en las fronteras de subred.

**Protección de Línea de la Sección de Multiplexación:** Opera con una sección de tráfico ubicada entre dos nodos adyacentes. Entre estos dos nodos hay dos enlaces separados o dos diferentes fibras: la operativa y la de protección. Ante un evento de fallo del enlace, la señal entrante debe ser conmutada de la fibra activa a la de protección.

- **Protección 1:1** : Es un esquema de doble extremo. El tráfico de baja prioridad puede ser portado por el canal de protección mientras el tráfico viaje por el canal operativo.
- **Protección 1:n** : Es similar al tratado 1:1 con la excepción de que varios canales operativos pueden ser protegidos por un único canal de back-up.
- **Protección 1+1 MSP** : Donde el tráfico es inicialmente enviado tanto por la ruta activa como por la ruta de protección. Si se detecta una pérdida de tráfico, en el extremo receptor se comienza un proceso de conmutación hacia el camino de protección. No hay necesidad de enviar señalización hacia atrás, aunque de todos modos, la sección de standby no puede ser utilizada para otro tráfico presentando unos altos requerimientos de capacidad de fibra.

### **Anillos Auto-Recuperables**

Proporcionan diversas rutas de protección y por tanto, un uso eficiente de la fibra.

**Anillos de Protección Compartida de la Sección de Multiplexación (MS-SPRing):** Son unos mecanismos de protección de anillo en donde el tráfico es

enviado solo por una ruta en torno al anillo. No existe un camino de protección dedicado por cada ruta en producción, en cambio está reservada capacidad del anillo para protecciones y esta puede ser compartida para la protección de diversos circuitos en producción.

SPRings puede también incrementar la capacidad en fibras mediante la reutilización de canales reservados para protección.

En un SPRing el ancho de banda no se usa permanentemente gran cantidad de ancho de banda innecesariamente para protección y se encuentra disponible para algo de tráfico añadido a la carga completamente protegida.

**Tabla comparativa de esquemas de protección**

**Tabla III. XXVIII: Tabla comparativa entre esquemas de protección**

Esquema de protección	¿Qué protege?	¿Dónde aparece la protección?	¿Selectivo a nivel de VC?	Esta ndario	Topología	Tiempo típico de conmutación
MS-SPRing	Todo el tráfico de la sección	Cualquier nodo en el anillo	NO	SI	Anillo	< 50ms
1+1 MSP	Todo el tráfico de la sección	Nodos adyacentes	NO	SI	Lineal/Mallada	< 50ms
Ruta dedicada	VC individual	Nodo del extremo final del anillo	SI	SI	Mixta	< 50ms
SNCP	VC individual	Nodo final o intermedio de la ruta	SI	SI	Mixta	< 50ms
Restauración	VC individual	No hay conmutación de protección	SI	NO	Mallada	>=1 min

*Fuente: Jerarquía digital sincrónica, José María Domínguez  
Elaborado por: María José Escalante G.*

## Equipos NG – SDH de diferentes fabricantes

Existen varias marcas que tienen en el mercado equipos de tecnología SDH, se han escogido 3 marcas representativas y de las cuales se conoce que su desempeño y características funcionan perfectamente con la red de la CNT-EP.

### HUAWEI

Los equipos OptiX OSN (sistema inteligente de transmisión óptica) desarrollados por Huawei son la próxima generación de equipos de transmisión óptica inteligente.

### Características y beneficios

Tabla II: Características y beneficios de los equipos OptiX OSN

Características	Beneficios
Capacidad mejorada de interconectividad del OptiX OSN 7500	Fortalece la capacidad de red del OptiX OSN 7500
Interfaces añadidas en los equipos OptiX OSN 7500/3500/2500/1500	Fortalece la capacidad de red en la serie de equipos OSN
Adición de un rack extendido en el equipo OptiX OSN 3500	Fortalece la capacidad de red en el equipo OptiX OSN 3500
Actualización del software del equipo OptiX OSN 7500/3500/2500/1500	Fortalece la inteligencia de la serie de productos OSN.

*Fuente: Catálogo de productos NG-SDH, Huawei  
Elaborado por: María José Escalante G.*

## Especificaciones técnicas

Tabla III. XXIX: Especificaciones técnicas de equipos OptiX OSN

Especificación	Descripción
Interfaces	E, GE, DS3, STM-1,STM-4,STM-16, STM-64
Servicios	SDH, PDH, Ethernet, RPR (Anillo de paquetes residentes), ATM, SAN (Área de almacenamiento de red), WDM, DDN (Red de datos digitales), ASON (Red óptica de conmutación automática), Microondas.
Protección de equipo	Protección TPS , 1+1 Hot Backup para las unidades de cross conexión, tiempo y SCC, 1+1 Protección para tableros de Ethernet, 1+1 Protección para tableros ATM, Protección para el tablero de microondas, 1+1 Hot Backup para la Unidad de Interfaz de Poder, Protección para la unidad de conversión de longitud de onda, Ventiladores inteligentes, 1:N Protección para tableros de fuente de poder +3.3 V, Esquemas de protección de tableros bajo condiciones anormales.

*Fuente: Manual técnico de productos NG-SDH, Huawei  
Elaborado por: María José Escalante G.*

### Sistema De gestión de red (Network System Management - NMS)

Los equipos OptiX OSN 1500 son gestionados uniformemente por el sistema de gestión de red de transporte, a través del puerto serie COM. El NMS mantiene el OSN, SDH, Metro, y los elementos de red DWDM (NES) en toda la red.

Con el NMS, el equipo puede intercambiar información con el software de NE a través del módulo de comunicación para gestionar las alarmas y eventos de rendimiento de forma centralizada.

Estos equipos permiten el funcionamiento del protocolo Simple Network Management (SNMPv2/SNMPv3), que resuelve el problema de interconexión entre diferentes fabricantes.

## Equipos OptiX OSN



**Ilustración III. 9: Equipo NG-SDH Optix OSN 1500 B, Huawei**

**Ilustración III. 10: Equipo NG-SDH Optix OSN 2500, Huawei**

**Ilustración III. 11: Equipo NG-SDH OptiX OSN 3500, Huawei**

**Ilustración III. 12: Equipo NG-SDH OptiX OSN 3500, Huawei**

## FIBER HOME

FonsWeaver 780B es una nueva generación de equipos ASON (con conmutación automática óptica desarrollados por FiberHome). Estos equipos pueden proporcionar una plataforma óptica inteligente de conmutación. Y puede ser aplicada en la red troncal nacional y en el backbone de la red (llevando a una gran cantidad de tráfico). También puede ser el nodo central de una red MAN.

Como plataforma de transmisión óptica integrada con interfaces de multi-dirección y multi-servicio, FonsWeaver 780B puede proporcionar interfaces SDH y PDH a una serie completa de tasas, soporta la transmisión de servicios Ethernet y ATM.

Poseen una potente capacidad de de cros conexión (alta/baja) y soporta varios tipos de topología de red y de protección.

Con el software inteligente SmartWeaver instalado, 780B FonsWeaver se puede componer la red óptica con características inteligentes que incluyen el descubrimiento automatizado de recursos de enlace, el servicio de diferenciación, la configuración de servicio extremo a extremo, la función de protección del alcance y la función de gestión de red.

### Especificaciones técnicas

Tabla III. XXX: Especificaciones técnicas del equipo Fons Weaver 780B

Elemento	Descripción
Interfaces	18 bandejas de servicio para: SDH: STM-64/16/4/1, PDH: E1/E3/DS3/E4, ETH: FE/GE/10GE SAN: FC/FICON/ESCON
Software de gestión	Gestión EML OTNM2000, Gestión NML OTN2100 Diseño de red y herramientas de planificación Planificador OTN Funcionalidad total de TMN FCAPS
Capacidad de datos	Soporte de encapsulación GFP (ITU-T G.7041) Soporte VCAT (ITU-T G.707) Soporte LCAS (ITU-T G.7042) Provee EPL/EVPL/ EPKAN/EVPLAN (ITU-T F.8011)
Temporizador	En conformidad con ITU-T G.813 Soporte 2048 Kbit/s & 2048 KHz inputs/outputs Soporte a la función SSM
Protección del equipo	1+1 protección para las unidades de: plano de control, sistema de comunicación, cross conexión, reloj y poder. 1:N protección tributaria para: E1,E3/DS3, E4, STM-1 (e), Ethernet

Elemento	Descripción
Protección de red	1+1/1:1 MSP lineal 2F/4F BLSR/MS-SPRing LSP (Label Switched Path) SNCP, DNI Protección de fibra virtual compartida Restauración dinámica de la malla
Dimensión	723 mm(H)x 491mm(W)x472.3 mm(D)
Energía	-48V DC (1+1), 800 W (Maximum)
Ambiente operativo	Temperatura: -5°C - + 45°C Humedad relativa: 5% - 95% EMC: EN300 386, EN 55022

Fuente: Catálogo de productos NG-SDH, FiberHome

Elaborado por: María José Escalante G.

## Servicios

Tabla III. XXXI: Interfaces de servicio del equipo FonsWeaver 780B

Servicio	Descripción
SDH	Interfaces ópticas STM-64: S-64.2b, Ls-64.2, Le 64.2, L-64.2a, L-64.2b, Vs-64.2, V-64.2, Vf-64.2, Us-64.2 y Ur-64.2
	Interfaces ópticas STM-16: S-16.1, S-16.2, L-16.1, L-16.2, vs-16.2, Ve-16.2,Us-16.2, U-16.2 y Ur-16.2
	Interfaces ópticas STM-4: S-4.1, L-4.1 y L-4.2
	Interfaces ópticas STM-1: S-1.1, L-1.1 y L-1.2
	Interfaz eléctrica STM-1: 155Mbit/s
PDH	2Mbit/s, 34Mbit/s, 45Mbit/s y 140 Mbit/s en interfaces eléctricas.
Ethernet	10Base-T, 100Base-TX, 1000Base-LX y 1000Base-SX
ATM	155 Mbit/s

Fuente: Catálogo de productos NG-SDH, FiberHome

Elaborado por: María José Escalante G.

**Sistema de gestión de la red (Network management System - NMS):** Implantado sobre una estación de trabajo o servidor, OTNM2000 puede realizar la operación centralizada, la administración y mantenimiento (OAM) de la red compuesta por

equipos FonsWeaver para realizar la configuración de circuito y garantizar la seguridad de las redes.

**Gestión de la Sincronización:** FonsWeaver 780B proporciona la función SSM (Synchronization System Management), de gestión de la sincronización del reloj. Esta función puede evitar que se forme el bucle de tiempo en la condición de la conmutación del reloj.

### **Fons Weaver 780B**



**Ilustración III. 13: Equipo NG-SDH Fons Weaver 780B, FiberHome**

### **ZTE**

ZTE tiene en el mercado un equipo denominado ZXMP S385, una plataforma inteligente STM-16/STM-64 transporte multi-servicio diseñado avanzada tecnología, permitiendo a los clientes construir una red eficiente y competitiva.

### **Características**

- Gran capacidad y flexibilidad en el despacho de servicios

- Inteligencia robusta, supervivencia de red mejorada, aumentado la eficiencia de operación y mantenimiento
- Funciones de despacho para aumentar la rentabilidad de la red y reducir gastos de capital
- Excelente escalabilidad para proteger la inversión
- Poderosa función RPR y soporte a la evolución de la red basada en IP
- Funciones WDM integradas para optimizar recursos de fibra
- Varias aplicaciones, tecnología madura y gran confiabilidad

### Especificaciones técnicas

**Tabla III. XXXII: Especificaciones técnicas equipo ZTE ZXMP S385**

Elemento	Descripción
Interfaces de servicio	Interfaces ópticas: STM-64/STM-16/STM-4/STM-1 Interfaces eléctricas: STM-1, E3/T3, E1/T1 Interfaces Ethernet: FE / GE Interfaz SAN EPL, EVPL, EPLAN, EVPLAN
Protección de equipo	Arquitectura de bus dual Dos relojes cross conectados 1+1 protección para el reloj de cross conexión 1:N protección para la tarjeta de servicio PDH 1:N (N<=9) protección para las tarjetas de servicio 1:N(N<=4) protección para E3/T3, STM-1 y FE
Protección de la red	1+1 protección de enlace multiplex 1:N (N=14) protección de enlace Anillo de protección de ruta unidireccional Protección del nodo dual de interconexión (DNI) Protección de conexión de subred(SNCP) Protección lógica de la red (LSNP)
Escalabilidad	GFP, LCAS
Operación y mantenimiento	SFP modulo, LC conector

**Fuente: Catálogo de productos NG-SDH, ZTE  
Elaborado por: María José Escalante G.**

### **Equipo ZXMP S385 SDH-Based Multi-Service Node equipment**



**Ilustración III. 14: equipo NG-SDH ZXMP S385, ZTE**

#### **3.2.11 Servicios futuros a través de NG-SDH**

##### **TRIPLE PLAY**

El Triple Play es la convergencia de los medios a través de una misma red y medio de comunicación. Se define como la transmisión de servicios de voz, Banda ancha y audiovisuales, ya sean canales de TV y pago por visión (PPV), por un mismo medio físico.

En Triple Play la conexión se basa en paquetes IP para todos los servicios, sobre una red de próxima generación NGN; es decir los servicios de voz, video y datos son transmitidos a través de internet.

**Servicio Telefónico:** Se utiliza la tecnología VoIP, la cual permite la transmisión de la voz en forma digital a través del protocolo de Internet (IP), en forma de paquetes de datos, en lugar de ser transportados a través de la red telefónica convencional.

**Servicio De Datos:** Los datos en una red basada en IP son enviados en paquetes o datagramas; sin ser necesaria ninguna configuración antes de que un equipo envíe paquetes a otro equipo desconocido.

**Servicio De Video:** Para el servicio de video, se utiliza la tecnología IPTV (Televisión IP) es el sistema de distribución de señales de televisión/video.

### **CUADRUPLE PLAY**

Es un término de marketing que combina el triple play de servicios de acceso a Internet de banda ancha, televisión y teléfono con prestaciones de servicios Wifi.

Prestaciones de servicios móviles, se refiere en parte a la capacidad de los abonados para comprar teléfonos móviles como los servicios. También refleja la ambición de acceso inalámbrico a prestar servicios incluyendo voz, Internet y el contenido de video sobre la marcha y sin ataduras a la red a través de cables.

### **TELEVIGILANCIA**

Este término se refiere a vigilar por Internet mediante cámaras de vigilancia o cámaras de seguridad, servidores web de video, grabador digital, cualquier lugar que necesite supervisión sin presencia.

Un sistema completo de Vigilancia remota a distancia por Internet, no necesita un ordenador para transmisión de imágenes y sonido a través de Internet, tampoco

para su visualización. Hoy en día sirve cualquier teléfono Móvil, PDA, Televisor con un decodificador o cualquier ordenador conectado a Internet.

Las ventajas principales de vigilancia por Internet con los sistemas comercializados son: seguridad, ahorro de dinero y energía al desplazarse, comodidad, precios asequibles de los equipos necesarios, compatibilidad con los sistemas de Domótica / Hogar Digital, instalación y uso fácil.

### **Proveedor de servicios de internet (ASP)**

Es una empresa que ofrece servicios de computación a sus clientes a través de una red. El objetivo es el de facilitar el acceso a un programa de aplicación (tales como gestión de relaciones con clientes), vía un protocolo estándar como HTTP.

A través del modelo ASP, la complejidad y los costes para las empresas pequeñas para adquirir de dicho software se pueden reducir.

### **Ventajas de ASPs**

- Sus usuarios suelen ahorrar dinero (poner en práctica la aplicación en la propia empresa puede ser costoso y de difícil implementación).
- Disminuyen los problemas de la puesta en práctica. Elimina barreras tecnológicas y económicas. Rápida implementación de un sistema.

- La actualización, adaptación y mantenimiento de las aplicaciones son hechas por el proveedor del servicio.

## **WEBHOSTING**

El alojamiento web (en inglés *web hosting*) es el servicio que provee a los usuarios de Internet un sistema para poder almacenar información, imágenes, vídeo, o cualquier contenido accesible vía Web.

### **3.2.12 Costos del proyecto**

Los costos se obtuvieron de una ponderación entre precios de distintos fabricantes, en este caso: Huawei, Fiber Home y ZTE. Estos precios son referenciales y podrán o no diferenciarse de los originales, como se trata de una estimación la oferta final de los oferentes puede ser mayor o menor y dependerá de los servicios extra que consten en las ofertas que tendrán que ser presentadas por las empresas para el concurso de licitación.

El objetivo de este estudio es determinar si el presupuesto inicialmente asignado es suficiente para la implantación. Si el resultado es positivo, no habrá ningún inconveniente pero si es insuficiente se deberá buscar soluciones alternativas que no alteren el curso normal del proyecto.

Con estos resultados es posible establecer la viabilidad económica, para así proveer criterios para la toma de decisiones.

**Tabla III. XXXIII: Costos estimados del proyecto**

<b>Descripción</b>	<b>Elemento</b>	<b>Costo estimado</b>
Anillos básicos	Racks	US\$36.742,00
	Equipamiento básico	US\$35.280,00
	Interfaces de servicio	US\$214.113,00
	Materiales	US\$7.160,18
	ODF	US\$3.740,00
	DDF	US\$1.520,00
	NMS	US\$20.000,00
	Tendido de fibra	US\$261.537,00
	<b>Total parcial</b>	<b>US\$580.092,18</b>
Instalación y capacitación	<b>Total parcial</b>	<b>US\$18.960,00</b>
<b>TOTAL</b>		<b>US\$599.052,18</b>

*Fuente: Proyectos Anillos Metropolitanos CNT-EP, Estudio económico  
Elaborado por: María José Escalante G.*

### **3.5 Estudio económico**

El estudio económico está orientado a analizar el rubro que se desprendió de la estimación de costos del proyecto, ya que al ser éste un proyecto netamente de “INVERSIÓN SOCIAL”, no es posible realizar análisis que tengan que ver con valores de rentabilidad o recuperación de la inversión; puesto que es un subproyecto parte de un gran proyecto que tiene como objetivo mejorar la calidad de los servicios sin que exista un incremento en el valor de los mismos hacia los usuarios finales.

De acuerdo a los costos estimados \$599.052,18, se puede deducir que este monto está dentro de los límites del presupuesto inicialmente asignado de \$600.000.

### **3.6 Conclusiones**

La factibilidad técnica está orientada al estudio de la tecnología NG-SDH, sus características, modo de funcionamiento y equipamiento necesario, a su vez se realizó la investigación de diferentes marcas que tienen equipos que funcionan con esta tecnología y a las prestaciones de los mismos.

En el estudio de factibilidad de implantación, se recogió toda la información necesaria para saber si las condiciones físicas y de infraestructura de la ciudad son las más adecuadas para albergar la nueva infraestructura que consta de: equipos, canalizaciones, tendido de fibra, etc.

El momento en que los equipos y la tecnología estén funcionando, es cuando algún técnico de la corporación deberá hacerse cargo de la gestión del sistema, por ello la capacitación para el personal técnico es un aspecto importante para la operación de la red, esto se encuentra detallado en el estudio de factibilidad operativa.

La factibilidad económica está basada en los costos estimados que se obtuvieron de la investigación de precios referenciales de materiales de instalación, equipos, capacitación, tendido de fibra. Con estos resultados es posible determinar si el presupuesto asignado inicialmente cubre los gastos totales.

#### **Viabilidad**

Para determinar si un proyecto de inversión es viable o no se debe realizar una evaluación integral de todos los aspectos analizados anteriormente. Con el análisis

se han llegado a las siguientes conclusiones y por ende a la determinación de la viabilidad del proyecto:

**Tabla III. XXXIV: Viabilidad del proyecto y resultados**

<b>Estudio</b>	<b>Resultado</b>	<b>Cumplimiento</b>
Técnica	Tecnología adecuada para la gestión de la red actual y la futura integración a la convergencia de servicios.	
Operativa	Personal técnico con conocimientos, además de la posterior capacitación en la nueva tecnología.	
De implantación	Infraestructura física disponible para el nuevo equipamiento y tendido de fibra óptica.	
Económica	Presupuesto suficiente para implantación de anillo básico con posibilidad de expansión cuando entren en funcionamiento los servicios triple play.	

**Fuente: Estudio de factibilidad  
Elaborado por: María José Escalante G.**

## **CAPÍTULO IV: ESPECIFICACIONES TECNOLÓGICAS, TÉCNICAS Y ECONÓMICAS**

### **4.1 Especificaciones tecnológicas**

Como todo el proceso anterior estuvo orientado a desarrollar especificaciones para que este proyecto entre en un posterior concurso de licitación, es necesario puntualizar las especificaciones técnicas describen en detalle las características y propiedades de los equipos, interfaces, sistemas de gestión y operación.

#### **4.1.1 Sistemas multiplex**

- a. Los nodos de transmisión deben tener multiplexores NG-SDH, que entregarán las interfaces de cliente y las necesarias para conectar con otros sistemas.
- b. El sub-bastidor principal del equipo NG-SDH debe ser equipado hasta un 75% de su capacidad máxima, y un sub-bastidor de extensión con multiplexores conectados a nivel óptico, mediante interfaces de tipo intra-office.

c. Los equipos multiplexores ADM NG-SDH deben conformar una topología de anillo, STM64 a 2 fibras con esquema de protección MS-SPRING

d. Los equipos deben ser ampliables y modulares, deben permitir incrementar o modificar la configuración de la red, configurar redundancias, aumentar el número de interfaces de salida/entrada, sustituir elementos averiados, sustituir tarjetas por versiones revisadas o de mejores prestaciones o características.

#### 4.1.2 Características específicas del equipo NG SDH.

a. El multiplexor NG SDH debe tener obligatoriamente capacidad de conexión cruzada a los niveles VC-12, VC-3 y VC-4 y podrá multiplexar y demultiplexar señales de 2/34/45/140Mbps, STM-1 eléctrico y óptico, en una trama SDH STM-N, también debe poder realizar concatenaciones de los niveles VC necesarios para obtener cross conexiones a nivel de Ethernet, FastEthernet y GigabitEthernet

b. El equipo debe funcionar en configuración: terminal (TM), cross-conector local (DXC) y de extracción/inserción (ADM) en conexiones lineales y de anillo.

c. En todas las aplicaciones, el equipo NG-SDH debe tener una matriz de cross-conexión mínima de acuerdo con la siguiente tabla:

**Tabla IV. I: Matriz de cross conexión para equipo NG-SDH**

ITEM	Equipo	Matriz de Alto Orden	Matriz Bajo Orden
1	ADM-64	384x384 VC4	1024x1024 VC12
2	ADM-16	128x128 VC4	256x256 VC12
3	ADM-4	16x16 VC4	128x128 VC-12

*Fuente: CNT-EP*

*Elaborado por: María José Escalante G.*

d. Se debe poder realizar conexiones a nivel de VC-12, VC-3 y VC-4, con señales bidireccionales, punto a punto y señales unidireccionales, punto a punto y punto - multipunto, conexiones en bucle de señales en paso y la funcionalidad de Drop & Continue.

e. Las interfaces de 2 Mbps son requeridas para las señales: estructuradas o no.

f. El equipo NG-SDH debe tener una memoria no volátil para almacenar la configuración, asignaciones de cross conexión, composición de los límites paramétricos de alarma, etc.

g. Debe posibilitar el acceso al trayecto VC-12, VC-3 y VC-4 para monitorear el desempeño extremo-extremo de los circuitos que son terminados por el multiplexor ADM NG-SDH, disponer de los datos de ES, SES, BBE, UAS, etc., tanto en el extremo cercano como en el extremo lejano de los VC.

h. El equipo NG-SDH debe proporcionar la función de mediación de protocolos estándar Qx, de forma que facilite el transporte a través de la propia Red SDH hacia el centro de gestión centralizado, de la información de gestión propia y de otros equipos con dicha interfaz de gestión.

i. El equipo NG SDH será capaz de aceptar la telecarga de software sin afectar el tráfico.

k. El equipo NG-SDH debe soportar funcionalidades EoS para el transporte estándar y optimizado de tráfico Ethernet sobre SDH y debe soportar mecanismos de transporte de datos , como: GFP, LCAS, VCAT.

ii). El equipo de SDH debe incorporar un switch capa 2 (L2) capaz de agregar y conmutar servicios Ethernet y ser una solución de infraestructura para soportar servicios como Ethernet Private LAN, Ethernet VPN, ATM y MPLS

ii). Debe manejar redes virtuales (VLANs).

#### **4.1.3 Interfaces externas**

Se requiere la protección (1+1) de tipo MSP (Multiplex Section Protection) en diferente tarjeta.

Todos los puertos deben estar equipados con módulos SFP.

Todos los puertos correspondientes a las tarjetas e interfaces deben estar cableados y conectorizados en el ODF destinado a servicios SDH.

#### **Interfaz Óptica STM-64**

a. El equipo ADM requerido debe ser equipado con interfaces ópticas de línea STM-64 de acuerdo a la recomendación UIT-T G.691, con interfaces ópticas seleccionadas de acuerdo al cálculo de presupuesto de potencia solicitado en este proceso.

#### **Interfaz STM-16**

a. La interfaz STM-16 operará a 2,5 Gbit/s según recomendaciones de la ITU G.957

b. La generación de fluctuación de fase y la desviación de la frecuencia del interfaz STM-16 deben satisfacer los requisitos de estabilidad a corto plazo de la recomendación UIT-T G.783.

#### **Interfaz Óptica STM-4**

a. El equipo NG-SDH debe poder equiparse con unidades de interfaz óptica STM-4 que operarán en 622 Mbps según la recomendación UIT-T G.957.

b. La generación de fluctuación de fase y la desviación de la frecuencia del interfaz STM-4 deben satisfacer los requisitos de estabilidad a corto plazo de la recomendación UIT-T G.783.

#### **Interfaz Óptica STM-1**

a. La interfaz óptica STM-1 operará en 155,520 Mbps.

b. Los módulos SFP de las tarjetas tributarias STM1 deben ser del tipo L.1.1. el 75% y del tipo L.1.2 el 25% del total de interfaces requeridas en este proyecto.

#### **Interfaz E1**

a. El interfaz E1 del multiplexor NG SDH operará a 2,048 Mbps.

b. Los interfaces de 2 Mbps estarán disponibles con impedancia de 75 ohms desbalanceados, conectores tipo BNC con punto de monitoreo y cableadas a un DDF.

c. La densidad de puertos por tarjeta no será inferior a 63 E1, de existir sitios donde se requiera menor número de puertos por tarjetas, el equipamiento a suministrar serán como mínimo las tarjetas necesarias para disponer de 63 puertos físicos E1, no se aceptara solo tarjetas de control sin sus correspondientes interfaces de puertos físicos E1.

d. Se requiere de protección 1 a N (1:N) de tarjeta.

### **Interfaz Eléctrica E3/DS3**

a. La interfaz E3/DS3 del equipo operará a 34/45 Mbps.

b. Estarán disponibles con impedancia de 75 ohms desbalanceados, conectores tipo BNC con punto de monitoreo y cableadas a un DDF.

c. Deben ser conectorizados desde el equipo al DDF todos los puertos de las tarjetas E3/DS3 suministradas.

e. Se requiere de protección 1 a N (1:N) de tarjeta.

### **Interfaz Fast Ethernet (10/100 Mbps)**

a. El equipo NG SDH debe disponer de interfaz Fast Ethernet 100 Mbps.

b. Las tarjetas suministradas deberán trabajar con Protocolos y funcionalidades de capa 1, 2 y hasta 3 para manejar paquetes MPLS, VLAN y RSTP, de manera transparente y permitiendo el uso del 100% de la capacidad de la interfaz con una MTU mínimo de 2000 bytes.

c. Las tarjetas Fast Ethernet deben tener las siguientes funcionalidades necesariamente: GFP, LCAS, VCAT.

ii. Debe manejar redes virtuales (VLANs)

d. Se requiere de protección 1 a N (1:N) de tarjeta.

e. Todos los puertos de las tarjetas de Interfaz FastEthernet deben ser cableados desde el equipo a un patch panel, con conectores RJ45.

### **Interfaz Gigabit Ethernet (1 Gbps)**

a. El equipo NG SDH se debe equipar con interfaz Gigabit Ethernet (1 Gbps).

b. Las tarjetas suministradas deben trabajar con Protocolos y funcionalidades de capa 1, 2 y hasta 3 para manejar paquetes MPLS, VLAN y RSTP, de manera transparente y permitiendo el uso del 100% de la capacidad de la interfaz con un MTU mínimo de 2000 bytes.

c. Se requiere de protección 1 más 1 (1+1) de tarjeta.

d. Las tarjetas GE deben tener las siguientes funcionalidades necesariamente: GFP, LCAS, VCAT.

Debe manejar redes virtuales (VLANs).

e. Las interfaces ópticas deben estar disponibles a 1310nm (LX a 1310nm)

#### **4.1.4 Sincronización**

- a. Las unidades de reloj del equipo NG SDH cumplirán con el estándar UIT-T G.813.
- b. El equipo debe procesar los mensajes de sincronización SSM (byte S1).
- c. En modo "handover" el reloj interno del equipo garantizará una desviación de frecuencia menor de 1 ppm durante las primeras 24 horas.
- d. El equipo NG SDH se sincronizará desde al menos las siguientes fuentes: Señal STM-N (N = 1, 4,..), Señal de 2 Mbps, Una señal externa de 2 MHz o 2Mbps, 75 ohms desbalanceada.
- e. Se debe poder establecer una tabla de prioridades de las fuentes de sincronización.
- f. Se requiere la protección 1 más 1 (1+1) para la tarjeta de reloj de equipo, excepto en el caso en que el reloj se encuentre incluido en una de las tarjetas que se solicitan duplicadas.

#### **Red de Sincronismo**

- a. La CNT E.P. suministra la unidad maestra de reloj de referencia en Riobamba Centro, equipada con un reloj de Estrato 1, el cual se distribuye a los diferentes elementos de red.
- b. Supervisión automática de la calidad de la señal de sincronismo.

ii. Selección automática de la fuente de sincronismo, tomando en consideración una lista de prioridades y de acuerdo con criterios de calidad definidos en las señales recibidas.

#### **4.1.5 Tarjetas de protección en los Equipos Multiplexores NG-SDH**

Todos los equipos NG-SDH deben tener como mínimo las siguientes unidades fundamentales duplicadas: controladora, fuentes de alimentación, matriz de cross conexión y reloj.

#### **4.1.6 Distribuidores Digitales DDF, distribuidores ópticos ODF y Cableados**

En todas las estaciones se debe considerar el suministro de distribuidores DDFs, distribuidores ópticos ODF, patch panel para los salones de transmisión y sus aditamentos, así como de todos los cables, escalerillas, herrajes, conectores, etc. necesarios, al igual que los servicios de instalación respectivos, para la terminación de todos los tributarios de 2 Mbps, 10/100Mb/s y 34/45Mb/s de cada estación en un Distribuidor Digital DDF y patch panel.

#### **4.1.7 Consumo de Energía**

a. La alimentación de energía de los equipos NG SDH debe ser de -48 VDC, con redundancia, y se suministrará desde equipos rectificadores y baterías.

b. Cualquier módulo que requiera -48V incluirá un disyuntor. Se debe tener protección contra sobre voltajes y sobre corrientes.

#### **4.1.8 Sistema de Gestión y Administración**

a. El sistema de transmisión del proyecto que se implementará debe tener un único Sistema de Gestión Centralizado (SGC) redundante que trabaje con servidores 1+1 Hot Standby, que permita administrar y gestionar todos y cada uno de los elementos instalados

b. El sistema debe tener una Interfaz Gráfica de Usuario -GUI- que permita la visualización en un mapa de red todos los elementos y trayectos del sistema de gestión, por ejemplo: equipos y enlaces ópticos, puertos de toda la red, protecciones

c. El sistema de gestión será centralizado y actuará remotamente, debe ser instalado en Riobamba Centro con redundancia en Quito Centro.

d. La arquitectura del SGC será del tipo Cliente/Servidor, y el oferente debe proponer la red de gestión.

e. El sistema debe estar acorde y operar desde un inicio con la arquitectura de la Recomendación ITU-T M.3010, la cual identifica cinco (5) áreas funcionales de gestión: Gestión de la calidad de funcionamiento, Gestión de fallas, Gestión de configuración, Gestión de desempeño, Gestión de seguridad.

f. Las funciones de gestión de fallas incluirán la generación de reportes estadísticos de alarmas, permitiendo el rastreo, detección, aislamiento y corrección de las mismas.

g. El SGC debe realizar desde un inicio, para los sistemas NG-SDH: Gestión Local del Elemento de Red (NEL), Gestión de Elemento de Red (EML), Gestión de Red (NML), Gestión de Servicio (SML)

#### **4.1.9 Funciones de Administración y Soporte Operacional**

a. Interfaz del enlace de gestión de datos que permita la conexión de los elementos de red (NE) al sistema de administración, preferiblemente con conector RJ45.

b. Interfaz de gestión local, que permitirá la conexión con un PC portátil para configuración y mantenimiento de los equipos, preferiblemente con las siguientes características: RS232 DCE con conector DB9, Interfaz Ethernet con conector RJ45.

c. Acceso remoto para la administración, a través de: Canales DCC.

d. Alarmas de salida de contacto seco para proveer las siguientes señales dentro del nodo: Alarma crítica, Alarma mayor, Alarma menor.

e. Alarmas externas de entrada. El equipo ofertado debe proporcionar un conjunto de entradas para alarmas externas de monitoreo de los sistemas instalados en el sitio, que una vez detectadas se envíen en una trama SNMP al centro de gestión. Cada alarma se activará con el cierre de los contactos.

#### **4.1.10 Seguridad**

Todos los equipos deben cumplir con los requisitos de seguridad de ETSI y demás recomendaciones internacionales.

## 4.2 Especificaciones técnicas

### 4.2.1 Diagrama lógico

Debido a los resultados que se obtuvieron del análisis de factibilidad, se determinó que la mejor opción es la implementación con las siguientes características:

**Tabla IV. II: Características anillo Riobamba**

Cantidad de anillos	Capacidad	Cantidad de Fibras	Protección	Tecnología	Tipo de fibra
2	STM-64	2	MS-SPRING	NG-SDH	G655

*Fuente: Estudio técnico  
Elaborado por: María José Escalante G.*

En resumen serán dos anillos de capacidad STM-64 con protección MS-SPRING, que funcionaran a través de los enlaces:

Riobamba Norte – Nodo Las Acacias, Nodo Las Acacias – Nodo Col. Riobamba, Nodo Col. Riobamba – Nodo Oriental, Nodo Oriental – Riobamba Centro, Riobamba Centro – Riobamba Norte, Riobamba Norte – Nodo Media Luna, Nodo Media Luna – Nodo Epoch, Nodo Epoch – Nodo Occidental, Nodo Occidental – Nodo Sur, Nodo Sur – Riobamba Centro, Riobamba Sur – Chambo.

**Distribución de los nodos y sus distancias:** Ver Anexo 7.

**Esquema anillos STM-64 2F MS-SPRING:** Ver Anexo 8.

## Red DCN

Esta tecnología de red combina la tradicional conmutación de paquetes de comunicación basado en IP con tecnologías de conmutación de circuitos que son característicos de los sistemas de redes telefónicas. Esta combinación permite la asignación dedicada ad-hoc de ancho de banda de red de alta demanda a las aplicaciones de gestión de red en este caso. *Ver Anexo 9.*

### 2.2 Diagrama físico

La distribución física de los nodos del anillo se muestran en: *Ver Anexo 10.*

Las calles por las que irá el tendido de fibra de acuerdo a los enlaces serán:

**Tabla IV. III: Enlaces y calles para el tendido de F.O**

Ruta	Calles
Nodo Norte – Nodo Las Acacias	Avda. Monseñor Leonidas Proaño (C), Avda. Jose Lizarzaburu (C), Río Tomebamba (C), Río Marañón (C)
Nodo Las Acacias – Nodo Col. Riobamba	Río Marañón (A), Río Bulubulo (A), Avda. Jose Lizarzaburu (C)
Nodo Norte – Nodo Col. Riobamba	Avda. Monseñor Leonidas Proaño (C), Avda. Jose Lizarzaburu (C)
Nodo Norte – Nodo Media Luna	Avda. Monseñor Leonidas Proaño (C y A), Avda. Salida a Guayaquil (C)
Nodo Media Luna - Espoch	Avda. Salida a Guayaquil (C y A)
Nodo Espoch – Nodo Occidental	Avda. Salida a Guayaquil (C), Avda. Unidad Nacional (C), Carabobo (C), Avda. 9 de Octubre (C y A), Santa Isabel (C)
Nodo Occidental – Nodo Sur	Santa Isabel (C), García Moreno(C), 24 de Mayo (C), España (C), Olmedo (C), Puruha (C), Berlín (C), París (C), Varsovia (C), Atenas (C), Avda. Leopoldo Freire (C), Madrid (C), Guayaquil (A), Luxemburgo (C)

<b>Ruta</b>	<b>Calles</b>
Nodo Sur - Nodo Centro	Avda. Leopoldo Freire (C y A), Primera Constituyente (C), Loja (C), José de Orozco (C), Tarqui (C)
Nodo Centro – Nodo Oriental	Tarqui (C), José de Orozco (C), Eugenio Espejo (C), Venezuela (A)
Nodo Oriental – Nodo Colegio Riobamba	Venezuela (A), Cristóbal Colón (A), José de Orozco (C) Circunvalación Col. Riobamba (A)
Nodo Colegio Riobamba – Nodo Las Acacias	Avda. José Lizarzaburu (C), Río Tomebamba (C), Río Marañón (C)
Nodo Las Acacias – Nodo Norte	Río Marañón (A), Río Quinindé (A), Río Bulubulo (A), Avda. Monseñor Leonidas Proaño (C y A)
Nodo Norte – Nodo Centro	Avda. Leonidas P. (C), Avda. Lizarzab. (C), Orozco (C), Tarqui (C)

*Fuente: Estudio técnico  
Elaborado por: María José Escalante G.*

#### **4.2.3 Tendido de fibra**

En este esquema se detalla el tendido de fibra óptica necesario para la conexión entre nodos. *Ver Anexo 11.*

### **4.3 Especificaciones económicas**

#### **4.3.1 Volúmenes de obra**

Los costos del proyecto pueden ser divididos en tres áreas importantes: equipamiento, tendido de fibra y el costo de la solución NGN.

## EQUIPAMIENTO

Tabla IV. IV: Costos estimados en equipos

	Nodos										Totales		
	Centro	Norte	Sur	Occidental	Oriental	Las Acacias	Col. Riobamba	Espoch	Media Luna	Chambo	Cantidad	Precio Referencial	Subtotal USD.
<b>RACKS</b>													
Rack externo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	US\$1.158,00	US\$10.422,00
Subrack principal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	US\$2.632,00	US\$26.320,00
<b>EQUIPAMIENTO BASICO NECESARIO Y ACCESORIOS</b>													
XCU (cros conectores)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	US\$914,00	US\$18.280,00
Fuentes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	US\$240,00	US\$2.400,00
Tarjeta de Reloj de cros conexión	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	US\$1.004,00	US\$10.040,00
Tablero de control NE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	US\$228,00	US\$4.560,00
<b>TARJETAS DE SERVICIO</b>													
STM-64	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	24	US\$5.987,00	US\$143.688,00
STM-16	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	US\$1.442,00	US\$5.768,00
4xSTM-4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	US\$2.145,00	US\$4.290,00
2xSTM-4	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	6	US\$1.116,00	US\$6.696,00
4xSTM-1	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	10	US\$1.200,00	US\$12.000,00
GE	8	2	2	2	2	2	2	2	2	0	24	US\$1.010,00	US\$24.240,00
FE	6	4	2	2	2	2	2	2	2	0	24	US\$224,00	US\$5.376,00

	Centro	Norte	Sur	Occidental	Oriental	Las Acacias	Col. Riobamba	Espoch	Media Luna	Chambo	Cantidad	Precio Referencial	Subtotal USD.
DS3/E3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	US\$350,00	US\$7.000,00
63xE1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5	US\$579,00	US\$2.895,00
32xE1	0	0	3	3	2	2	2	2	2	2	18	US\$120,00	US\$2.160,00
<b>MATERIALES</b>													
Fibra Monomodo Exterior (LC)	10	10	10	10	8	8	8	8	8	8	88	US\$1,84	US\$161,92
Fibra Monomodo Exterior(LC-LC)	5	5	5	5	3	3	3	3	3	3	38	US\$1,67	US\$63,46
Cable troncal de micro datos	35	35	35	35	25	25	25	25	25	25	290	US\$13,00	US\$3.770,00
Cable troncal de datos	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	14	US\$5,50	US\$77,00
Cable de poder para rack	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	14	US\$22,00	US\$308,00
Cable de protección a tierra -rack	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	14	US\$10,50	US\$147,00
Cable de red	8	8	8	8	2	2	2	2	2	2	44	US\$2,70	US\$118,80
Atenuador óptico	15	15	15	15	5	5	5	5	5	5	90	US\$27,00	US\$2.430,00
Base regulable para rack	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	14	US\$6,00	US\$84,00
<b>ODF</b>													
ODF(120-puertos)	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4	US\$255,00	US\$1.020,00
ODF(96-puertos)	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	6	US\$240,00	US\$1.440,00
Patch cord	100	100	100	100	40	40	40	40	40	40	640	US\$2,00	US\$1.280,00
<b>DDF</b>													
DDF(63E1)	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4	US\$380,00	US\$1.520,00
<b>NMS</b>													
Software de gestión	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	US\$20.000	US\$20.000,00
<b>TOTAL</b>													<b>US\$318.555,18</b>

Fuente: Estudio técnico  
Elaborado por: María José Escalante G.

## TENDIDO DE FIBRA Y CANALIZACIÓN

En esta tabla se resume los costos de los enlaces que tendrán que ser implementados, sin tomar en cuenta aquellos que ya están en proceso de construcción debido a otros proyectos.

**Tabla IV. V: Costos del Tendido de fibra en los enlaces**

TRAYECTO	CANALIZADO	AEREO	MATERIALES	TOTAL
Nodo Espoch - Nodo Occidental	US\$4.425,00	US\$0,00	US\$63.650,00	US\$68.075,00
Nodo Colegio Riobamba - Nodo Oriental	US\$4.480,00	US\$380,00	US\$40.780,00	US\$45.640,00
Nodo Las Acacias - Nodo Col. Riobamba	US\$4.400,00	US\$0,00	US\$61.103,00	US\$65.503,00
Nodo Occidental - Nodo Sur	US\$5.319,00	US\$0,00	US\$77.000,00	US\$82.319,00
<b>TOTAL</b>				<b>US\$261.537,00</b>

*Fuente: Estudio técnico*

*Elaborado por: María José Escalante G.*

### Enlace Nodo Espoch – Nodo Occidental

**Tabla IV. VI: Costo enlace Espoch - Occidental**

Ítem	Detalle	Cant.	U/M	Precio unitario	Total
<b>Unidades de planta de fibra óptica</b>					
<b>Fo4</b>	Identificador acrílico de fibra óptica	100	U	5,17	\$ 517,00
<b>Fo12</b>	Instalación de manguera corrugada	250	M	1,71	\$ 427,50
<b>Fo48</b>	Suministro y ejecución de herraje tipo a para cable de fibra óptica adss	0	U	12,53	\$ 0,00

Item	Detalle	Cant.	U/M	Precio unitario	Total
<b>Unidades de planta de fibra óptica</b>					
<b>Fo52</b>	Suministro y ejecución de herraje tipo b cónico para cable de fibra óptica adss	0	U	16,42	\$ 0,00
<b>Fo18</b>	Instalación de odf48 puertos g655	2	U	1.019,42	\$ 2.038,84
<b>Fo25</b>	Prueba de transmisión fibra óptica (por punta y por fibra )	96	Pto	8,10	\$ 777,60
<b>Fo101</b>	Tendido de cable canalizado 48 f.o monomodo g 655	4425	M	5,87	\$ 25.974,75
<b>Fo36</b>	Rack de piso abierto 2,2 mx19" de 44 unidades	2	U	220,97	\$ 441,94
<b>Sub-total (1)</b>					<b>\$ 30.177,63</b>
<b>Unidades de planta simples-canalización</b>					
<b>Cs64</b>	Tapón simple para fibra óptica ( tapón guía 1 1/4 " )	138	U	10,54	1.454,52
<b>Cs62</b>	Tapón ciego para ducto	276	U	16,44	4.537,44
<b>Cs65</b>	Tapón trifurcado para ducto	138	U	32,08	\$ 4.427,04
<b>Cs66</b>	Triducto (dentro de canalización)	4013	M	5,64	\$ 22.633,32
<b>Sub-total (2)</b>					<b>\$ 33.052,32</b>
<b>Construcción de redes de acceso</b>					
<b>Ra69</b>	Catastros	96	Hoja	3,56	\$ 341,76
<b>Ra160</b>	Plano de obra	2	M2	34,65	\$ 69,30
<b>Sub-total (3)</b>					<b>\$ 411,06</b>
<b>TOTAL (\$) = SUBTOTAL (1) + SUBTOTAL (2) + SUBTOTAL (3)</b>					<b>\$ 63.641,01</b>

*Fuente: Estudio técnico  
Elaborado por: María José Escalante G.*

**Enlace Nodo Colegio Riobamba – Nodo Oriental**

**Tabla IV. VII: Costos de materiales Enlace Col. Riobamba - Oriental**

Ítem	Detalle	Cant.	Uni	P.unitario	Total
<b>Unidades de planta de fibra óptica</b>					
<b>Fo4</b>	Identificador acrílico de fibra óptica	70	U	5,17	\$ 361,90
<b>Fo12</b>	Instalación de manguera corrugada	150	M	1,71	\$ 256,50
<b>Fo48</b>	Suministro y ejecución de herraje tipo a para cable de fibra óptica adss	5	U	12,53	\$ 62,65
<b>Fo52</b>	Suministro y ejecución de herraje tipo b cónico para cable de fibra óptica	5	U	16,42	\$ 82,10
<b>Fo18</b>	Instalación de odf48 puertos g655	2	U	1.019,42	\$ 2.038,84
<b>Fo44</b>	Suministro y ejecución de empalme subterráneo por fusión 48 fibras ópticas	1	U	65,71	\$ 465,71
<b>Fo25</b>	Prueba de transmisión fibra óptica (por punta y por fibra )	96	Pto	8,10	\$ 777,60
<b>Fo77</b>	Tendido de cable aéreo 48 fibras ópticas monomodo adss g.655 (vanos 80m)	373,5	M	4,58	\$ 1.710,63
<b>Fo101</b>	Tendido de cable canalizado 48 f.o monomodo g 655	2472,50	M	5,87	\$ 14.513,58
<b>Fo36</b>	Rack de piso abierto 2,2 mx19" de 44 unidades	2	U	220,97	\$ 441,94
<b>Unidades de planta simples-canalización</b>					
<b>Cs64</b>	Tapón simple para fibra óptica ( tapón guía 1 1/4 " )	96	U	10,54	1.011,84
<b>Cs62</b>	Tapón ciego para ducto	192	U	16,44	3.156,48
<b>Cs65</b>	Tapón trifurcado para ducto	96	U	32,08	\$ 3.079,68
<b>Cs66</b>	Triducto (dentro de canalización)	2199	M	5,64	\$ 12.402,36
<b>Construcción de redes de acceso</b>					
<b>Ra69</b>	Catastros	96	Hoj	3,56	\$ 341,76
<b>Ra160</b>	Plano de obra	2	M2	34,65	\$ 69,30
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 40.772,87</b>

*Fuente: Estudio técnico*

*Elaborado por: María José Escalante G.*

**Enlace Nodo Las Acacias – Nodo Colegio Riobamba**

**Tabla IV. VIII: Costos de materiales Enlace Las Acacias – Col. Riobamba**

Ítem	Detalle	Cant.	U/M	Precio unitario	Total
<b>Unidades de planta de fibra óptica</b>					
<b>Fo4</b>	Identificador acrílico de fibra óptica	70	U	5,17	\$ 361,90
<b>Fo12</b>	Instalación de manguera corrugada	200	M	1,71	\$ 342,00
<b>Fo18</b>	Instalación de odf48 puertos g655	2	U	.019,42	\$ 2.038,84
<b>Fo25</b>	Prueba de transmisión fibra óptica (por punta y por fibra )	96	Pto	8,10	\$ 777,60
<b>Fo101</b>	Tendido de cable canalizado 48 f.o monomodo g 655	4326,00	M	5,87	\$ 25.393,62
<b>Fo36</b>	Rack de piso abierto 2,2 mx19" de 44 unidades	2	U	220,97	\$ 441,94
<b>Unidades de planta simples-canalización</b>					
<b>Cs64</b>	Tapón simple para fibra óptica ( tapón guía 1 1/4 " )	122	U	10,54	1.285,88
<b>Cs62</b>	Tapón ciego para ducto	244	U	16,44	4.011,36
<b>Cs65</b>	Tapón trifurcado para ducto	122	U	32,08	\$ 3.913,76
<b>Cs66</b>	Triducto (dentro de canalización)	3923	M	5,64	\$ 22.125,72
<b>Construcción de redes de acceso</b>					
<b>Ra69</b>	Catastros	96	Hoj	3,56	\$ 341,76
<b>Ra160</b>	Plano de obra	2	M2	34,65	\$ 69,30
<b>TOTAL (\$)</b>					<b>\$ 61.103,68</b>

*Fuente: Estudio técnico*

*Elaborado por: María José Escalante G.*

**Enlace Nodo Occidental – Nodo Sur**

**Tabla IV. IX: Costos de materiales Enlace Occidental - Sur**

Ítem	Detalle	Cant.	Unidad	Precio unitario \$	Total
<b>Unidades de planta de fibra óptica</b>					
<b>Fo4</b>	Identificador acrílico de fibra óptica	100	U	5,17	\$ 517,00
<b>Fo12</b>	Instalación de manguera corrugada	300	M	1,71	\$ 513,00
<b>Fo18</b>	Instalación de odf48 puertos g655	2	U	1.019,42	\$ 2.038,84
<b>Fo25</b>	Prueba de transmisión fibra óptica (por punta y por fibra )	96	Pto	8,10	\$ 777,60
<b>Fo101</b>	Tendido de cable canalizado 48 f.o monomodo g 655	5319,00	M	5,87	\$ 31.222,53
<b>Fo36</b>	Rack de piso abierto 2,2 mx19" de 44 unidades	2	U	220,97	\$ 441,94
<b>Unidades de planta simples-canalización</b>					
<b>Cs64</b>	Tapón simple para fibra óptica ( tapón guía 1 1/4 " )	184	U	10,54	1.939,36
<b>Cs62</b>	Tapón ciego para ducto	358	U	16,44	5.885,52
<b>Cs65</b>	Tapón trifurcado para ducto	184	U	32,08	\$ 5.902,72
<b>Cs66</b>	Triducto (dentro de canalización)	4831	M	5,64	\$ 27.246,84
<b>Construcción de redes de acceso</b>					
<b>Ra69</b>	Catastros	96	Hoj	3,56	\$ 341,76
<b>Ra160</b>	Plano de obra	2	M2	34,65	\$ 69,30
<b>TOTAL (\$) = SUBTOTAL (1) + SUBTOTAL (2) + SUBTOTAL (3)</b>					<b>\$ 76.896,41</b>

*Fuente: Estudio técnico  
Elaborado por: María José Escalante G.*

### **4.3.3 Presupuesto aproximado**

Como se expuso en el análisis económico, de acuerdo a los precios referenciales investigados, el presupuesto aproximado para los anillos es de:

Anillos para redundancia de enlace:           US \$599.052,18

## **4.4 Documentos finales**

Es importante saber que este estudio y las especificaciones técnicas, físicas y económicas obtenidas del mismo, son la base para el concurso de licitación del cual saldrá la empresa que implantará los anillos en la ciudad.

Uno de los documentos más importantes, el cual es el pilar para la toma de decisiones, es el resumen ejecutivo, en donde se describe a modo de resumen el proyecto

### **4.4.1 Resumen ejecutivo**

*Ver Anexo 14.*

## **CAPÍTULO V: MARCO HIPOTÉTICO**

### **5.1 Planteamiento de la hipótesis**

El estudio y análisis de factibilidad para la implementación de un anillo de fibra óptica en la ciudad de Riobamba permitirá determinar la posibilidad de la implantación del proyecto y sus restricciones técnicas, tecnológicas y económicas.

### **5.2 Determinación de las variables**

#### **Variable Independiente**

- Estudio y análisis de factibilidad para la implantación de un anillo de F.O

#### **Variables Dependiente**

- Posibilidad de implantación
- Restricciones técnicas, tecnológicas y económicas.

## 5.2 Operacionalización conceptual de las variables

Tabla V. I: Operacionalización conceptual de las variables

Variable	Concepto
<b>Variable Independiente</b>	
Estudio y análisis de factibilidad para la implantación de un anillo de F.O	Es la investigación para determinar la viabilidad de un proyecto.
<b>Variables Dependientes</b>	
Posibilidad de implantación	Se refiere a la probabilidad de implantar o no una solución.
Restricciones técnicas, tecnológicas y económicas	Establecimiento de las regulaciones en los ámbitos de tecnología, implantación y de costos para el proyecto.

*Fuente: Comprobación de hipótesis – EPEC  
Elaborado por: María José Escalante G.*

## 5.4 Operacionalización metodológica de las variables

Tabla V. II: Operacionalización metodológica de las variables

	Variabes	Dimensiones	Indicadores	Fuentes
<b>INDEPENDIENTE</b>	Estudio y análisis de factibilidad para la implantación de un anillo de F.O	Estudio de mercado	1. Oferta 2. Demanda insatisfecha	• E y O
		Estudio técnico	1. Disponibilidad 2. Infraestructura 3. Pérdida del servicio 4. Tráfico 5. Velocidad	• E y O
		Estudio económico	1. Costos	• E y O
<b>DEPENDIE</b>	Restricciones	Técnicas	1. Infraestructura adecuada 2. Diseño de red 3. Dimensión y Capacidad correcta	• E y O

técnicas, tecnológicas y económicas	Dimensiones	Indicadores	Fuentes
	Tecnológicas	1. Tecnología extensible e interoperable	• E y O
Económicas	1. Presupuesto de equipamiento adecuado	• E y O	
Posibilidad de implantación	Estudio de mercado	1. Oferta 2. Proyección de la demanda 3. Demanda insatisfecha	• E y O
	Estudio técnico	1. Disponibilidad de canalizaciones y ductos 2. Infraestructura adecuada 3. Pérdida del servicio 4. Tráfico 5. Velocidad	• E y O
	Estudio económico	1. Costos	• E y O

**E = Encuestas, O = Observación**

**Fuente: Comprobación de hipótesis - EPEC  
Elaborado por: María José Escalante G.**

## 5.5 Población y muestra

- De acuerdo a una muestra no aleatoria, se envió un email con una grupo de 10 profesionales de la corporación, de la dependencia de Anillos Metropolitanos, los cuales evaluarán el proyecto a partir de una encuesta, cuyos resultados se exponen a continuación.
- Los valores de evaluación de la posibilidad de implantación, se obtuvieron de los estudios de mercado, técnico, operativo y económico.

**Resultados Encuesta – Evaluación**

**Tabla V. III: Resultados Pregunta 2 - 1**

<b>Pregunta 1: ¿Cree ud que este estudio y análisis de factibilidad presenta de forma adecuada las especificaciones técnicas en cuanto a la infraestructura e instalaciones?</b>			
<b>Categoría</b>	<b>Valor</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Gráfico</b>
Sí	9	90,00%	<p><b>Pregunta 1</b></p> <p>■ Sí ■ No</p>
No	1	10,00%	
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>100%</b>	

**Interpretación:** El 90% de los encuestados creen que las especificaciones técnicas son las adecuadas.

*Fuente: Encuesta - Evaluación  
Elaborado Por: María José Escalante G.*

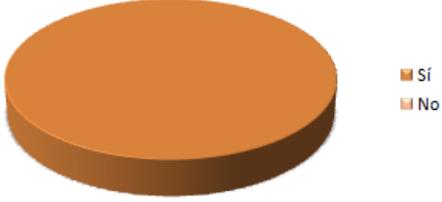
**Tabla V. IV: Resultados Pregunta 2 - 2**

<b>Pregunta 2: ¿Cree ud. que este estudio y análisis de factibilidad presenta de forma acertada el diseño y topología de la red?</b>			
<b>Categoría</b>	<b>Valor</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Gráfico</b>
Sí	10	100,00%	<p><b>Pregunta 2</b></p> <p>■ Sí ■ No</p>
No	0	0,00%	
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>100%</b>	

**Interpretación:** La totalidad de los encuestados están de acuerdo con que el diseño y la topología nos las correctas.

*Fuente: Encuesta - Evaluación  
Elaborado Por: María José Escalante G.*

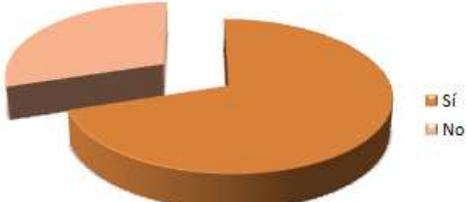
**Tabla V. V: Resultados Pregunta 2 - 3**

<b>Pregunta 3: ¿Considera que son correcto los cálculos realizados para el dimensionamiento de la red?</b>			
<b>Categoría</b>	<b>Valor</b>	<b>Porcentaje</b>	
Sí	10	100,00%	<p><b>Pregunta 3</b></p>  <p>■ Sí ■ No</p>
No	0	0,00%	
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>100%</b>	

**Interpretación:** La totalidad de los encuestados concuerdan en que la dimensión de la red es la adecuada.

*Fuente: Encuesta - Evaluación  
Elaborado Por: María José Escalante G.*

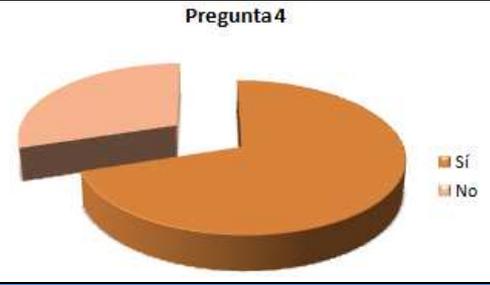
**Tabla V. VI: Resultados Pregunta 2 - 4**

<b>Pregunta 4: ¿En base a su experiencia, considera que la tecnología propuesta se ajusta a las necesidades y funcionará sin mayores problemas como en otras ciudades?</b>			
<b>Categoría</b>	<b>Valor</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Gráfico</b>
Sí	7	70,00%	<p><b>Pregunta 4</b></p>  <p>■ Sí ■ No</p>
No	3	30,00%	
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>100%</b>	

**Interpretación:** Aun cuando la mayoría de los encuestados piensa que la tecnología escogida se adaptará a la red actual, existen otros criterios que están en desacuerdo.

*Fuente: Encuesta - Evaluación  
Elaborado Por: María José Escalante G.*

Tabla V. VII: Resultados Pregunta 2 - 5

Pregunta 5: ¿El presupuesto para el equipamiento es adecuado?			
Categoría	Valor	Porcentaje	Gráfico
Sí	8	80,00%	
No	2	20,00%	
<b>Total</b>	10	100%	

**Interpretación:** El 80% de los encuestados creen que el presupuesto está bastante cerca a la realidad.

Fuente: Encuesta - Evaluación

Elaborado Por: María José Escalante G.

## 5.6 Técnica para la comprobación de la hipótesis

Estadístico  $\chi^2$  Chi cuadrado

La prueba  $\chi^2$  es considerada como una prueba no paramétrica que mide la discrepancia entre una distribución observada y otra teórica (bondad de ajuste), indicando en qué medida las diferencias existentes entre ambas, de haberlas, se deben al azar en el contraste de hipótesis. También se utiliza para probar la independencia de dos variables entre sí, mediante la presentación de los datos en tablas de contingencia.

La fórmula que da el estadístico es la siguiente:

$$\chi^2 = \frac{\sum(\text{observada} - \text{esperada})^2}{\text{esperada}}$$

Cuanto mayor sea el valor de  $\chi^2$ , menos verosímil es que la hipótesis sea correcta. De la misma forma, cuanto más se aproxima a cero el valor de chi-cuadrado, más ajustadas están ambas distribuciones.

Los grados de libertad **gl** vienen dados por :  $gl = (r-1)(k-1)$ . Donde  $r$  es el número de filas y  $k$  el de columnas.

**Criterio de decisión:**

Se acepta  $H_0$  cuando  $\chi^2 < \chi^2_{t(r-1)(k-1)}$ . En caso contrario se rechaza.

El  $\chi^2$  se calcula mediante una tabla de contingencia o tabla cruzada, la cual es una tabla que contiene las variables de la investigación. En dicha tabla se anotan las frecuencias observadas en la investigación.

A continuación se calculan las frecuencias esperadas, las cuales constituyen la tabla que esperaríamos encontrar si las variables fueran estadísticamente independientes o no estuvieran relacionadas.

La frecuencia esperada de cada celda esperada se calcula mediante:

$$fe = \frac{(totalFila)(totalColumna)}{N}$$

Donde  $N$  es el número total de frecuencias observadas. Cuando se hayan obtenido las  $fe$  se aplica  $\chi^2$ , se determinan los grados de libertad (cantidad de categorías o clases de variables independientes).

Esta prueba está sujeta a error, de tal forma que se debe decidir qué tan baja probabilidad es posible aceptar antes de rechazar el modelo propuesto. El nivel de confiabilidad escogido es 0,01 de forma que la diferencia sea altamente significativa.

## **5.7 Comprobación de la hipótesis**

Para la comprobación, se dará a la variable independiente X los siguientes valores:

**X:** Estudio y análisis de factibilidad para la implantación de un anillo de F.O

**X1:** si determinará la posibilidad de implantación y sus restricciones

**X2:** no determinará la posibilidad de implantación y sus restricciones

### **Hipótesis nula**

**Ho:** El estudio y análisis de factibilidad para la implementación de un anillo de fibra óptica en la ciudad de Riobamba no permitirá determinar la posibilidad de la implantación del proyecto y sus restricciones técnicas, tecnológicas y económicas.

### **Hipótesis de investigación**

**Hi:** El estudio y análisis de factibilidad para la implementación de un anillo de fibra óptica en la ciudad de Riobamba permitirá determinar la posibilidad de la implantación del proyecto y sus restricciones técnicas, tecnológicas y económicas.

## VARIABLE DEPENDIENTE POSIBILIDAD

### Codificación de las escalas de los índices

Tabla V. VIII: Codificación de escalas de los índices

Código	Escala índices	Equivalencia
5	Total	Se refiere al nivel representativo de cada uno de los criterios.
3	Semi	
1	Nula	

*Fuente: Comprobación de hipótesis – EPEC  
Elaborado por: María José Escalante G.*

Tabla V. IX: Resumen de resultados, variable dependiente Posibilidad

Variable dependiente POSIBILIDAD	Criterios	Variable independiente: Estudio y análisis de factibilidad para la implantación de un anillo de F.O					
		Con estudio y análisis			Sin estudio y análisis		
		5	3	1	5	3	1
Estudio técnico	Ocupación	0	1	0	0	0	1
	Instalaciones e infraestructura	1	0	0	0	0	1
	Tráfico	0	1	0	0	0	1
Estudio mercado	Demanda	1	0	0	0	0	1
	Proyección demanda	1	0	0	0	0	1
	Oferta	0	0	1	0	0	1
Estudio económico	Costos	1	0	0	0	0	1
<b>Frecuencias</b>		4	2	1	0	0	7
<b>Categorización</b>		Si permitirá		No permitirá	Si permitirá		No permitirá
<b>Total</b>		6		1	0		7
<b>Porcentajes</b>		85,71%		14,29%	0%		100%

*Fuente: Comprobación de hipótesis – EPEC  
Elaborado por: María José Escalante G.*

**Tabla V. X: Frecuencias observadas en la investigación, variable dependiente Posibilidad**

Variable dependiente POSIBILIDAD	Variable independiente: Estudio y análisis de factibilidad para la implantación de un anillo de F.O		
	Con estudio y análisis	Sin estudio y análisis	Total
<b>Hi:</b> El estudio y análisis de factibilidad para la implementación de un anillo de fibra óptica en la ciudad de Riobamba permitirá determinar la posibilidad de la implantación del proyecto	6	0	6
<b>Ho:</b> El estudio y análisis de factibilidad para la implementación de un anillo de fibra óptica en la ciudad de Riobamba no permitirá determinar la posibilidad de la implantación del proyecto	1	7	8
<b>TOTAL</b>	7	7	14

*Fuente: Comprobación de hipótesis – EPEC  
Elaborado por: María José Escalante G.*

$$fe = \frac{(6)(7)}{14} = 3$$

$$fe = \frac{(8)(7)}{14} = 4$$

### Frecuencias esperadas en la investigación

**Tabla V. XI: Frecuencias esperadas en la investigación, variable dependiente Posibilidad**

Posibilidades	Variable independiente: Estudio y análisis de factibilidad para la implantación de un anillo de F.O		
	Con estudio y análisis	Sin estudio y análisis	Total
<b>Hi:</b> El estudio y análisis de factibilidad para la implementación de un anillo de fibra óptica en la ciudad de Riobamba permitirá determinar la posibilidad de la implantación del proyecto.	3	3	6
<b>Ho:</b> El estudio y análisis de factibilidad para la implementación de un anillo de fibra óptica en la ciudad de Riobamba no permitirá determinar la posibilidad de la implantación del proyecto.	4	4	8
<b>TOTAL</b>	7	7	14

*Fuente: Comprobación de hipótesis – EPEC  
Elaborado por: María José Escalante G.*

Tabla V. XII: Cálculo de chi cuadrado

Celda	Observadas	Esperadas	O-E	(O-E) <sup>2</sup>	(O-E) <sup>2</sup> / E
Determinará la posibilidad de implantación SIN estudio y análisis de factibilidad.	0	3	-3	9	3
Determinará la posibilidad de CON estudio y análisis de factibilidad.	6	3	3	9	3
NO Determinará la posibilidad de implantación SIN estudio y análisis de factibilidad.	7	4	3	9	2,25
NO Determinará la posibilidad de implantación CON estudio y análisis de factibilidad.	1	4	-3	9	2,25
<b>Total</b>					<b>10,5</b>

Fuente: Comprobación de hipótesis – EPEC  
Elaborado por: María José Escalante G.

Grados de libertad →  $Gf = (2-1) (2-1) = 1$

Valor de teórico con nivel de confianza  $\alpha = 0,05 \rightarrow \chi^2_t = 6,63$

Valor de  $\chi^2$  investigado →  $\chi^2 = 10,5$

Se acepta  $H_0$  (hipótesis nula) cuando  $\chi^2 < \chi^2_t \cdot Gf$ . En caso contrario se rechaza.

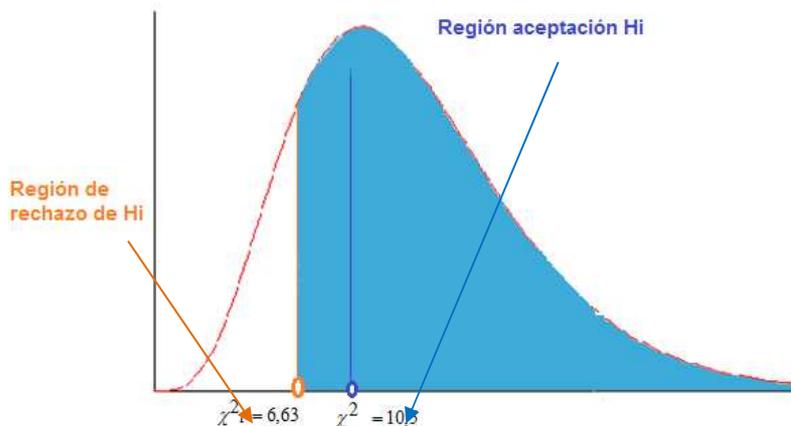


Ilustración V. 1: Comprobación hipótesis según gráfica de chi cuadrado, variable Posibilidad

$10,5 < 6,63 \cdot 1$ , esto es falso por lo tanto: Se RECHAZA LA HIPÓTESIS NULA  $H_0$  y se ACEPTA LA HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN  $H_1$ .

## VARIABLE DEPENDIENTE RESTRICCIONES

### Codificación de las escalas de los índices

Tabla V. XIII: Codificación de escalas de los índices

Código	Escala índices	Equivalencia
1	Sí	Aprobación de un ítem
0	No	Desaprobación de un ítem

Fuente: Comprobación de hipótesis – EPEC  
Elaborado por: María José Escalante G.

Tabla V. XIV: Resumen de resultados, variable dependiente Restricciones

Variable dependiente RESTRICCIONES	Criterios	Variable independiente: Estudio y análisis de factibilidad para la implantación de un anillo de F.O			
		Con estudio y análisis		Sin estudio y análisis	
		1	0	1	0
Técnicas	Infraestructura adecuada	9	1	3	7
	Diseño de red	10	0	0	10
	Dimensión y Capacidad correcta	10	0	0	10
Tecnológicas	Tecnología extensible e interoperable	7	3	2	8
Económicas	Presupuesto de equipamiento adecuado	8	2	0	10
<b>Frecuencias</b>		44	6	5	45
<b>Categorización</b>		Sí permitirá	No permitirá	Sí permitirá	No permitirá
<b>Porcentajes</b>		88%	22%	5%	95%

Fuente: Comprobación de hipótesis – EPEC  
Elaborado por: María José Escalante G.

**Tabla V. XV: Frecuencias observadas en la investigación, variable dependiente Restricciones**

Restricciones	Variable independiente: Estudio y análisis de factibilidad para la implantación de un anillo de F.O		
	Con estudio y análisis	Sin estudio y análisis	Total
<b>Hi:</b> El estudio y análisis de factibilidad para la implementación de un anillo de fibra óptica en la ciudad de Riobamba permitirá determinar sus restricciones técnicas, tecnológicas y económicas	44	5	49
<b>Ho:</b> El estudio y análisis de factibilidad para la implementación de un anillo de fibra óptica en la ciudad de Riobamba no permitirá determinar sus restricciones técnicas, tecnológicas y económicas.	6	45	51
<b>TOTAL</b>	50	50	100

*Fuente: Comprobación de hipótesis – EPEC  
Elaborado por: María José Escalante G.*

$$fe = \frac{(49)(50)}{100} = 24,5$$

$$fe = \frac{(51)(50)}{100} = 25,5$$

### Frecuencias esperadas en la investigación

**Tabla V. XVI: esperadas en la investigación, variable dependiente Restricciones**

Restricciones	Variable independiente: Estudio y análisis de factibilidad para la implantación de un anillo de F.O		
	Con estudio y análisis	Sin estudio y análisis	Total
<b>Hi:</b> El estudio y análisis de factibilidad para la implementación de un anillo de fibra óptica en la ciudad de Riobamba permitirá determinar sus restricciones técnicas, tecnológicas y económicas	25	24	49
<b>Ho:</b> El estudio y análisis de factibilidad para la implementación de un anillo de fibra óptica en la ciudad de Riobamba no permitirá determinar sus restricciones técnicas, tecnológicas y económicas.	25	26	51
<b>TOTAL</b>	50	50	100

*Fuente: Comprobación de hipótesis – EPEC, Elaborado por: María José Escalante G.*

Tabla V. XVII: Cálculo de chi cuadrado, variable dependiente Restricciones

Celda	Observadas	Esperadas	O-E	(O-E) <sup>2</sup>	(O-E) <sup>2</sup> / E
Determinará la posibilidad de implantación y las restricciones SIN estudio y análisis de factibilidad.	5	24	-19	361	15,04
Determinará la posibilidad de implantación y las restricciones CON estudio y análisis de factibilidad.	44	25	19	361	14,44
NO Determinará la posibilidad de implantación y las restricciones SIN estudio y análisis de factibilidad.	45	26	19	361	13,88
NO Determinará la posibilidad de implantación y las restricciones CON estudio y análisis de factibilidad.	6	25	-19	361	14,44
<b>Total</b>					<b>57,8</b>

Fuente: Comprobación de hipótesis – EPEC  
Elaborado por: María José Escalante G.

Valor de  $\chi^2$  investigado  $\rightarrow \chi^2 = 57,8$

Se acepta  $H_0$  (hipótesis nula) cuando  $\chi^2 < \chi^2_t \cdot Gl$ . En caso contrario se rechaza.

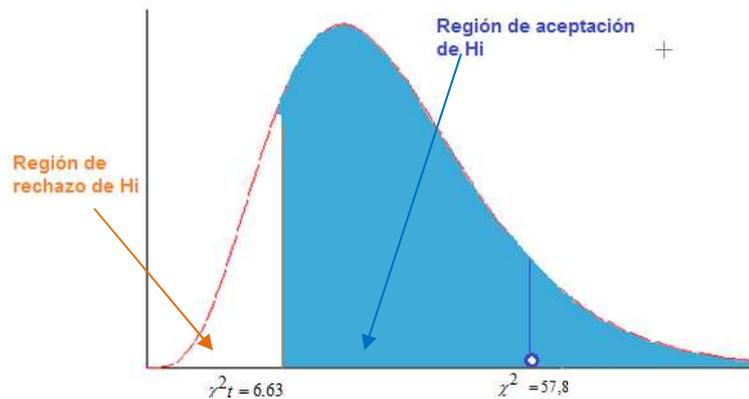


Ilustración V. 2: Comprobación de hipótesis en la gráfica chi cuadrado, variable Restricciones

$57,8 < 6,63 \cdot 1$ , esto es falso por lo tanto según el criterio de decisión, Se RECHAZA LA HIPÓTESIS NULA  $H_0$  y se ACEPTA LA HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN  $H_1$ .

## CONCLUSIONES

- Los proyectos de reestructuración del backbone nacional con mira al mejoramiento de los sistemas de conectividad del país, forman parte de la integración de la sociedad ecuatoriana a las Tecnologías de Información y fortalecen la red para la prestación de servicios con estándares de calidad.
- La provisión de servicios por una misma red brindará varios beneficios a la CNT-EP, al permitir reducir notablemente los costos de operación y mejorando la calidad de dichos servicios.
- La pérdida de los enlaces no serán un problema en el futuro en la ciudad de Riobamba, ya que está comprobado con estudios y en casos prácticos que ya se encuentran funcionando en el país, que con topologías de anillo se logra la redundancia del enlace que existen diferentes rutas para el tráfico.
- El levantamiento de información que se realizó de forma transparente, permitió que las aproximaciones en cuanto a disponibilidad de canalizaciones y ductos, rubros económicos y volúmenes de obra sean lo más cercano a la realidad.
- Es sumamente importante la realización de los estudios correspondientes para determinar la factibilidad y la viabilidad de este tipo de proyectos, ya que se pueden obtener los referentes técnicos, económicos y físicos que determinaran la posibilidad de implantación del mismo.
- El diseño de la topología de red hace que la misma sea netamente urbana, ya que no se tomaron en cuenta sitios aledaños que inicialmente fueron parte del

proyecto, y por ello la dedicación de la capacidad y de los enlaces se concentra en la ciudad.

- Para la distribución de las calles, canalizaciones y ductos por los que pasará el tendido de fibra se tomó en cuenta que las rutas tengan alternativas para minimizar los puntos de quiebre, es decir para no exponer dos enlaces a ser susceptibles de pérdida por cualquier fenómeno, ya sea natural o humano.
- Al poseer infraestructura propia y un nivel de disponibilidad de un poco más del 90%, la corporación evita la construcción de nuevas instalaciones y los inconvenientes de tener que depender de otras instituciones y sus aprobaciones.
- Debido a que existen en curso proyectos de construcción de AMG's en sectores como Las Acacias, Media Luna y Espoch, se reducen los costos considerablemente ya que estos rubros no pertenecen a este proyecto y a su vez lo construido será utilizado sin necesidad de inversión extra.
- Con los resultados obtenidos de las matrices de tráfico y de capacidad, se pudo diseñar la red sin sobredimensionarla y dejándola lista para que en un futuro, cuando la corporación inicie a prestar servicios triple play, sea solo necesario la integración de tarjetas e interfaces que cumplirán este objetivo.
- Existe personal técnico en la corporación que está en capacidad de manejar este tipo de sistemas. Con los conocimientos en gestión de red más la capacitación que obligadamente deben residir, no habrá inconvenientes y necesidad de contratar personal especializado.

- La tecnología seleccionada cumple con todos los requisitos de estándares de calidad y recomendaciones técnicas, así como la capacidad de integrarse a redes ya funcionando, proporcionando la interoperabilidad con dichos sistemas.
- El respaldo de la gestión se realiza desde dos puntos: un central y uno remoto, lo que garantiza la administración permanente de los sistemas.
- Debido a que el costo de crear un solo anillo de capacidad STM-4 a cuatro fibras es mayor que el costo de dos anillos STM-64 a dos fibras, se decidió que es la mejor opción en términos económicos y de rendimiento ya que se duplicaría la capacidad.
- Luego de los respectivos estudios, se establecieron dos alternativas: implantar un solo anillo 4F STM-64 MS-SPRING, o implantar dos anillos 2F STM-64 MS-SPRING . Debido a que el costo de implantación de los 2 anillos es relativamente menor y duplica la capacidad del mismo, se determinó que era la mejor opción en términos económicos y de rendimiento.
- A partir de los resultados de la comprobación de la hipótesis es posible decir que este proyecto sirve de base y/o guía de referencia para el diseño y establecimiento de otro proyecto de las mismas características en cualquier lugar.
- Existe la posibilidad de expandir la red hacia la provisión de servicios triple play, cuádruple play, televigilancia e incluso hacia la visión de la empresa como un ASP. Esto se lograría mediante la integración de tarjetas extras de más capacidad, solucionando así la integración de la red a la convergencia de servicios.

## RECOMENDACIONES

- Una vez realizado el análisis de factibilidad integral, el proyecto para integrar la solución para la convergencia de servicios debe iniciarse en un tiempo prudencial, para que se logre un aprovechamiento al máximo del potencial del sistema diseñado.
- Utilizar los equipos del fabricante FiberHome por dos razones: la primera se refiere al factor económico debido a que los precios son más baratos en relación a los otros oferentes; y la segunda razón se fundamenta en que estos equipos están funcionando sin problemas en la ciudad de Ambato y eso es un referente de garantía de calidad e interoperabilidad.
- Crear un proyecto de \$146.000.00 para la integración de tarjetas e interfaces de mayor capacidad que soporten el tráfico de estas nuevas aplicaciones, en el momento en el que la corporación decida proveer servicios de nueva generación, ya que la red está totalmente preparada.
- Es importante que se sigan realizando proyectos de expansión y evolución hacia las nuevas tecnologías de parte de la única empresa de prestación de servicios de conectividad a la comunidad, ya que esto no solo tiene una connotación operativo sino también social, puesto que cada vez más ciudadanos tendrán la posibilidad de integrarse a la tecnología a través de servicios básicos al alcance de todos.

## RESUMEN

Se realizó el estudio y análisis para determinar la factibilidad de implantación de anillos de fibra óptica orientados a Redes de Nueva Generación para la Corporación Nacional de Telecomunicaciones en Riobamba, con la finalidad de crear una infraestructura con redundancia en los enlaces, que evite pérdidas de los mismos, provea rutas alternativas al tráfico y permita la evolución hacia la prestación de servicios tales como: Aplicaciones, Triple y Cuádruple Play.

Con el estudio de mercado se estableció que la demanda es creciente, pero existe inconformidad en los usuarios por la calidad de los servicios prestados.

De acuerdo al estudio técnico existe infraestructura adecuada y disponible, tanto física como tecnológicamente para el tendido de fibra óptica y la integración de nuevos equipos que interoperen con los que están funcionando.

En el aspecto operativo, el personal técnico de la corporación posee conocimientos que sumados a la capacitación permitirán la administración de la red.

El presupuesto aproximado de equipamiento e infraestructura se encuentra dentro del monto inicialmente asignado.

En base a los resultados, se establece la viabilidad para la implantación de dos anillos de fibra óptica de capacidad STM-64, con protección MS-SPRing a 2 fibras tipo G.655, que funcionarán con la tecnología NG-SDH, duplicando la capacidad y reduciendo costos iniciales

Se recomienda la implantación de esta solución en un tiempo razonable y el desarrollo de un proyecto para la adquisición e instalación de interfaces de mayor capacidad que soporten el tráfico de la futura convergencia de servicios.

## **SUMMARY**

A study and analysis for determining the feasibility of implementing fiber optic rings oriented to the Next Generation Networks for the “Corporación Nacional de Telecomunicaciones in Riobamba” was developed, in order to create an infrastructure with redundancy, for avoiding lost of communication links, providing alternative traffic routes to allow the supply of services such as: Triple and Quadruple Play.

Through the market study it was established that the demand has been increasing, but there is inconformity of the users due to the quality of the provided services.

According with the technical study, there is available an appropriate infrastructure, in both, physical and technological for laying the optic fiber and for integrating new equipment to interoperate with those which are already working.

On the operational part, the technical staff of this corporation has the knowledge which added with their capacitation will enable to manage the network.

The approximate budget for the infrastructure and its equipment is within the original amount assigned.

Based on the results it was established the feasibility for implanting the two fiber optic rings with STN-64 capacity, and MS.SPRing protection to 2 fibers type G.655, that will work with NG-SDH technology, duplicating the capacity and reducing the initial costs.

The implementing of this solution is recommended and it should be done in a reasonable time; also its recommended the development of a project for getting and stalling the interfaces with the highest capacity that will support the traffic of the future convergence of services.

## GLOSARIO DE TERMINOS

**Acuerdo de Calidad de Servicio:** Es un contrato escrito entre un proveedor de servicio y su cliente con objeto de fijar el nivel acordado para la calidad de dicho servicio.

**Backbone:** Se refiere a las principales conexiones troncales de Internet. Está compuesta de un gran número de routers interconectados que llevan los datos a través de países, continentes y océanos del mundo a través de fibra óptica.

**Calidad de servicio:** Es la capacidad de dar un buen servicio. Es especialmente importante para ciertas aplicaciones tales como la transmisión de vídeo o voz.

**Canalización:** Canales de protección por donde pasa el tendido de fibra óptica.

**Concatenación Virtual:** Los contenedores adyacentes se combinan y se transportan a través de SDH de la red como un contenedor.

**Convergencia de servicios:** Prestación de servicios de voz, video y datos por medio de la misma red.

**Disponibilidad:** Calidad de estar libre para ser usado en cualquier momento.

**Entramado genérico:** Una técnica de multiplexación definida que permite el mapeo de señales cliente de "capa-alta" y longitudes variables sobre redes de transporte.

**Esquema de Protección:** Garantiza la resistencia que asegure el tráfico de una red que porta y tiene la capacidad de restauración automática ante cualquier evento de fallo.

**DiffServ:** Es una arquitectura de red que especifica un mecanismo simple, escalable para la clasificación y mantenimiento del tráfico de red, proveyendo calidad de servicio.

**Ductos:** Tubos de alojamiento de fibra óptica fabricado de polietileno de alta densidad.

**Interfaces de servicio:** Llamadas también interfaces tributarias, son aquellas interfaces que dan servicio a los usuarios finales.

**Obra civil:** Todo lo referente a la construcción de instalaciones, canalizaciones y postes.

**Multihoming:** Es una técnica para incrementar la confiabilidad de la conexión IP en una red IP.

**Multiplexión:** Es la combinación de dos o más canales de información en un solo medio de transmisión usando un dispositivo llamado multiplexor.

**Nivel de ocupación:** Se refiere a la cantidad o porcentaje de ocupación de las instalaciones necesarias para el tendido de fibra óptica.

**Planimetría:** Es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala de todos los detalles interesantes del terreno sobre una superficie plana (plano geometría).

**Telemetría:** La telemetría es una tecnología que permite la medición remota de magnitudes físicas y el posterior envío de la información hacia el operador del sistema.

**Sincronización:** La sincronización implica que el dispositivo utiliza una señal de reloj.

**Redes clásicas:** O también llamadas "Legacy Networks", son aquellas que utilizan las tecnologías anteriores.

## BIBLIOGRAFÍA

[1] CAPMANY José, ORTEGA Tamarit. , Redes ópticas, México D.F - México, Limusa, 2009. pp.15-43.

[2]ELIZALDE Luis, GALLEGOS Abel. “Estudio y diseño de la red de telecomunicaciones mediante el uso de Access Media Gateway para el sector Norte de Riobamba” (Tesis) (Ing. Electrónico). Riobamba - Ecuador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Informática y Electrónica, 2010. 170p.

[3]LATACUNGA Cintia, “Estudio de los mecanismos de protección y restauración de las redes de nueva generación basadas en MPLS” (Tesis) (Ing. Electrónico). Quito-Ecuador, Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, 2009. pp. 14-30.

[4]LUNA Elena, “Estudio de factibilidad y diseño de una red que brinde servicios Triple Play en el sector de Pueblo Blanco mediante la implementación de un Access Media Gateway (AMG), que se conectará al softswitch de ANDINATEL S.A” (Tesis) (Ing. Electrónico). Quito-Ecuador, Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, 2007

## LINKOGRAFÍA

[1] [http://www.conatel.gov.ec/site\\_conatel/index.php?option=com\\_content&view=article&id=347%3Afodetel-pilar-del-plan-nacional-de-conectividad&Itemid=184](http://www.conatel.gov.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&id=347%3Afodetel-pilar-del-plan-nacional-de-conectividad&Itemid=184) - Plan Nacional de Conectividad.

(13-09-2010)

[2] [http://www.ciscosystems.org.ro/en/US/services/ps6889/Cisco\\_Assurance\\_Services\\_for\\_IP\\_NGN\\_DS.pdf](http://www.ciscosystems.org.ro/en/US/services/ps6889/Cisco_Assurance_Services_for_IP_NGN_DS.pdf) - Cisco Assurance Services for IP Next-Generation Networks.

(15-09-2010)

[3] [http://www.anobium.es/docs/gc\\_fichas/doc/6GHKRUcejt.pdf](http://www.anobium.es/docs/gc_fichas/doc/6GHKRUcejt.pdf) - La próxima generación de redes, NGN, un trayecto hacia la convergencia.

(16-09-2010)

[4] <http://www ldc.usb.ve/~poc/RedesII/Grupos/G5/resumen.htm> - MPLS – IP sobre ATM.,

(17-09-2010)

[5] [http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo\\_IP](http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_IP) - Internet Protocol.

(18-09-2010)

[6] <http://es.wikitel.info/wiki/IP>, IP.

(18-09-2010)

[7] <http://www.tesisenxarxa.net/TDX-0729104-125109/index.html> - Interconnection of IP/MPLS Networks through ATM and Optical Backbones using PNNI Protocols.

(19-09-2010)

[8] <http://www.monografias.com/trabajos/atm/atm.shtml> - ATM (Modo de Transferencia Asíncrona).

(19-09-2010)

[9] <http://www.regulatel.org/publica/Revista/Latin%20tel%20No%2011.pdf> - ¿Es la convergencia una verdadera revolución tecnológica que transformará la economía global?.

(22-09-2010)

[10] <http://www.monografias.com/trabajos15/jerarquia-digital/jerarquia-digital.shtml> - SDH (Jerarquía Digital Síncrona).

(23-09-2010)

[11] <http://www.ramonmillan.com/tutoriales/sdh.php#Introduccion> - La tecnología de transporte SDH

(24-09-2010)

[12] [http://es.wikipedia.org/wiki/Multiplexaci%C3%B3n\\_por\\_divisi%C3%B3n\\_de\\_longitud\\_de\\_onda](http://es.wikipedia.org/wiki/Multiplexaci%C3%B3n_por_divisi%C3%B3n_de_longitud_de_onda) - Multiplexación por división de longitud de onda.

(26-09-2010)

[13] <http://es.wikipedia.org/wiki/DWDM> - DWDM

(26-09-2010)

[14] <http://www.mailxmail.com/curso-redes-estandares-3/caracteristicas-wdm> - Redes: protocolos y estándares.

(26-09-2010)

[15] [http://es.wikitel.info/wiki/Implicaciones\\_regulatorias\\_de\\_la\\_convergencia](http://es.wikitel.info/wiki/Implicaciones_regulatorias_de_la_convergencia), WIKITEL, Implicaciones regulatorias de la convergencia.

(29-09-2010)

[16] [http://www.imaginar.org/ngn/manuales/Integracion\\_NGN.pdf](http://www.imaginar.org/ngn/manuales/Integracion_NGN.pdf) - Integración de infraestructuras mediante NGN.

(29-09-2010)

[17] [http://www.imaginar.org/ngn/manuales/Convergencia\\_NGN.pdf](http://www.imaginar.org/ngn/manuales/Convergencia_NGN.pdf) - Estudio Integral de Redes de Nueva Generación y Convergencia NGN.

(01-10-2010)

[18] <http://arantxa.ii.uam.es/~ferreiro/sistel2008/anexos/NG-SDH.pdf> - Tecnología NG-SDH.

(03-10-2010)

[19] [http://en.wikipedia.org/wiki/Synchronous\\_optical\\_networking](http://en.wikipedia.org/wiki/Synchronous_optical_networking) - Synchronous optical networking.

(03-10-2010)

[20] <http://fibresystems.org/cws/article/magazine/21687> - Next-generation SDH: the future looks bright.

(04-10-2010)

[21] <http://www.mailxmail.com/curso-jerarquia-digital-sincrona-sdh/conceptos-basico> - Jerarquía Digital Síncrona.

(05-10-2010)

[22] <http://m2vtelecom.files.wordpress.com/2008/08/ng-sdh.pdf> - Ethernet over SDH.

(05-10-2010)

[23] <http://www.monografias.com/trabajos72/evolucion-redes-opticas-futuro/evolucion-redes-opticas-futuro.shtml#introduccion> - Evolución de las Redes Ópticas en el Futuro.

(07-10-2010)

[24] [http://www.todotecnologia.net/wp-content/uploads/2010/06/Definicion\\_caracteristicas\\_PONAPONBPONGEPONGPONEPON.pdf](http://www.todotecnologia.net/wp-content/uploads/2010/06/Definicion_caracteristicas_PONAPONBPONGEPONGPONEPON.pdf) - Tecnologías de redes PON.

(08-10-2010)

[25] <http://www.ccapitalia.net/netica/teleco/redes-opticas-v1.pdf> - Redes ópticas.

(10-10-2010)

[26] [http://es.wikipedia.org/wiki/Fibra\\_%C3%B3ptica](http://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_%C3%B3ptica) - Fibra óptica

(11-10-2010)

[27] <http://www1.pep.pemex.com/Prebases/Lists/LOPSRM/Attachments/11/SECCION%202%20B1%20ESPEC-%20TELECOM-001.doc> - Sistema de comunicación por anillo de fibra óptica entre el cuarto de telecomunicaciones poniente y edificio de recursos humanos (geociencias) y colonia de empleados de confianza.

(12-10-2010)

[28] [http://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa\\_de\\_tr%C3%A1fico\\_%28Telecomunicaciones%29](http://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_de_tr%C3%A1fico_%28Telecomunicaciones%29) - Ingeniería de tráfico (Telecomunicaciones).

(13-10-2010)

[29] [http://en.wikipedia.org/wiki/Quality\\_of\\_service](http://en.wikipedia.org/wiki/Quality_of_service) - Quality of service.

(13-10-2010)

[30][http://es.wikipedia.org/wiki/Acuerdo de nivel de servicio](http://es.wikipedia.org/wiki/Acuerdo_de_nivel_de_servicio) - Acuerdo de Nivel de Servicio.

(13-10-2010)

[31] <Ftp://www.supertel.gov.ec/pdf/estadisticas/portadores.pdf> - Portadores.

(14-10-2010)

[32] [http://en.wikipedia.org/wiki/Quadruple play](http://en.wikipedia.org/wiki/Quadruple_play) - Quadruple Play

(15-10-2010)

[33][http://www.canariascci.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=13&Itemid=25](http://www.canariascci.com/index.php?option=com_content&task=view&id=13&Itemid=25) - Vigilancia a distancia por internet

(15-10-2010)

[34][http://es.wikipedia.org/wiki/Proveedor de servicios de aplicaci%C3%B3n](http://es.wikipedia.org/wiki/Proveedor_de_servicios_de_aplicaci%C3%B3n) -

Proveedor de servicios de aplicación

(15-10-2010)

# **ANEXO 1**

## **Ubicación de los nodos principales en la ciudad de Riobamba**

**Se muestra la ubicación física de los nodos dentro del plano de la ciudad para brindar una visión general de las distancias y localizaciones**

MAPA DE LA CIUDAD DE RIOZAMBA



# **ANEXO 2**

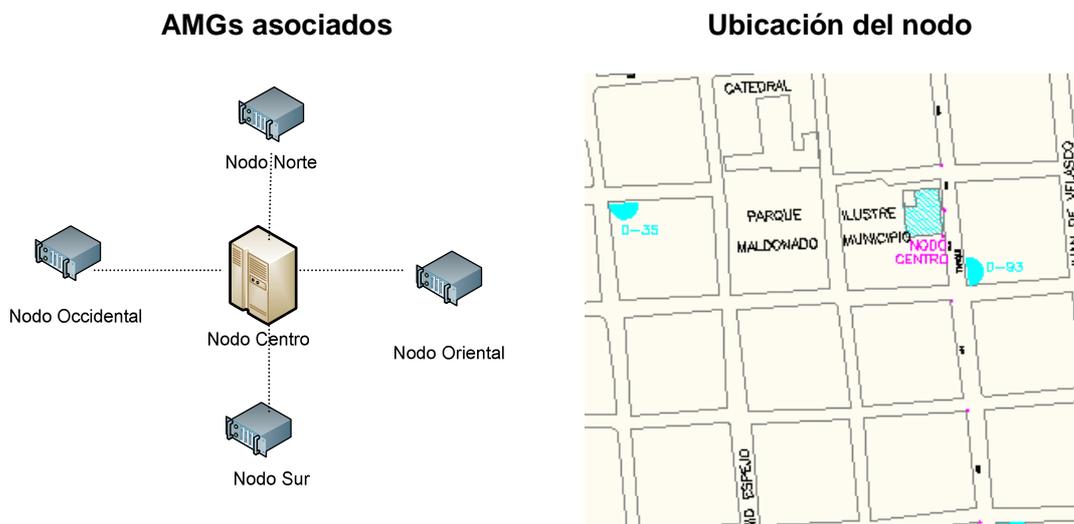
## **Asociaciones entre nodos y ubicación**

**Se muestra la distribución de los nodos y los AMGs asociados a los mismos, al igual que un croquis de las calles en las que se encuentran.**

## Nodo Centro

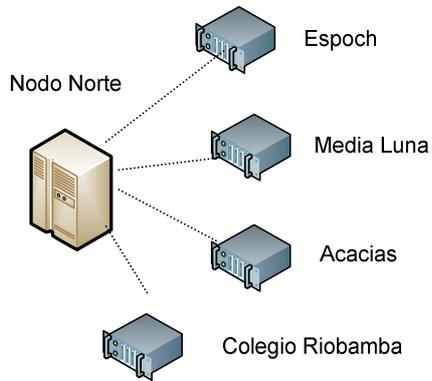
Es el nodo principal al cual llega el tráfico directamente desde la RNFO y se distribuye a los demás nodos.

## Nodo Norte

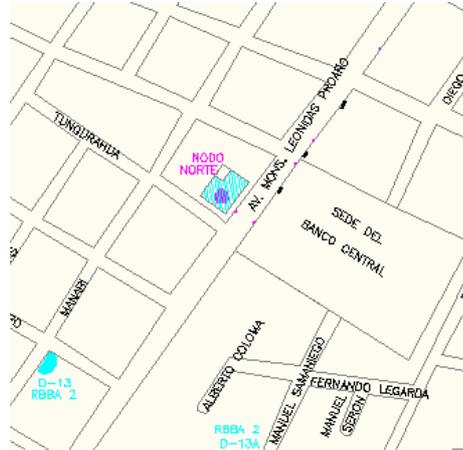


Este nodo funciona como una central, los AMG asociados todavía no se encuentran conectados físicamente, ya que están en proceso de construcción.

### AMGs asociados



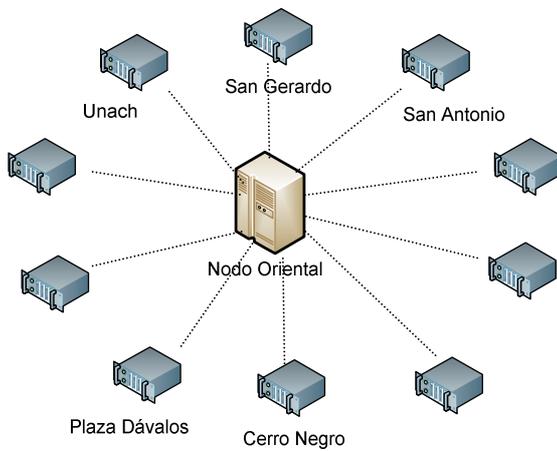
### Ubicación del nodo



### Nodo Oriental

Este nodo es aquel que presta cobertura a los barrios del sector y a lo largo de las vías hacia Guano y Penipe y a los barrios de este sector. Este nodo es el que más sitios agrupados tiene.

### AMGs asociados



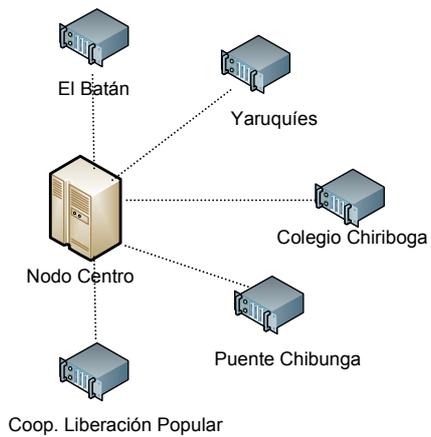
### Ubicación del nodo



## Nodo Occidental

Desde este sitio se distribuye la conexión a los barrios aledaños y a los lugares que se encuentran en el camino hacia Yaruquíes y el Batán.

### AMGs asociados



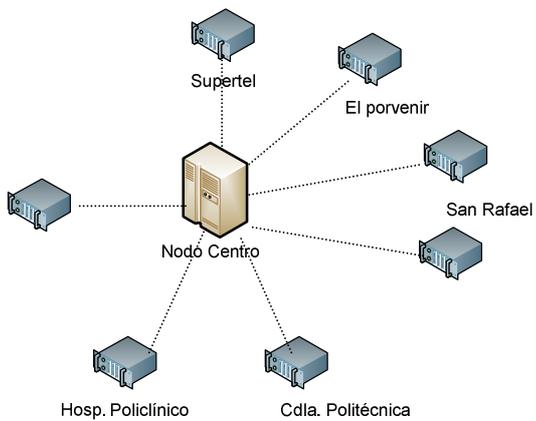
### Ubicación del nodo



## Nodo Sur

Este nodo provee servicio a los barrios de la vía a Chambo.

### AMGs asociados



### Ubicación del nodo



# **ANEXO 3**

## **Fotografías de visita técnica**

**Se presentan imágenes de las visitas realizadas a los nodos, en donde se exhiben los equipos de conmutación, energía y climatización y de las instalaciones.**

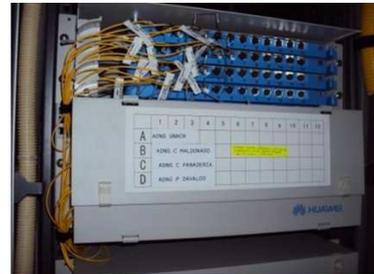
**Equipo con ODF**

**| Optical Distribution frame**

**ODF HUawei #1**



NOOD ORIENTAL



**| ODF Huawei # 2**

**| Equipo completo ODF**

**Equipo de climatización**



**| Sistema de energía y respaldos**

**| Router y conversor óptico-eléctrico**



**| Entrada de fibras al nodo y especificaciones || Especificación de fibras (Tx y Rx)|**



**| Tarjetas con líneas telefónicas y conexiones ADSL || Equipos de energía (baterías)|**



**| Equipo de control de energía|| Conversores ópticos a eléctricos || Rectificadores|**



**|Entradas de fibras y E1 a los equipos|**



# **ANEXO 4**

## **Imágenes recolección de información**

**Son imágenes del “survey” realizado para la obtención de datos sobre nivel de ocupación y disponibilidad de los pozos, ductos y canalizaciones subterráneas.**

**[Descenso a los pozos]**



**[Revisión de fibras entrantes y salientes]**



**[Marcación de F.O]**



**[Canalizaciones y ductos]**



**[Nomenclatura en el plano]**

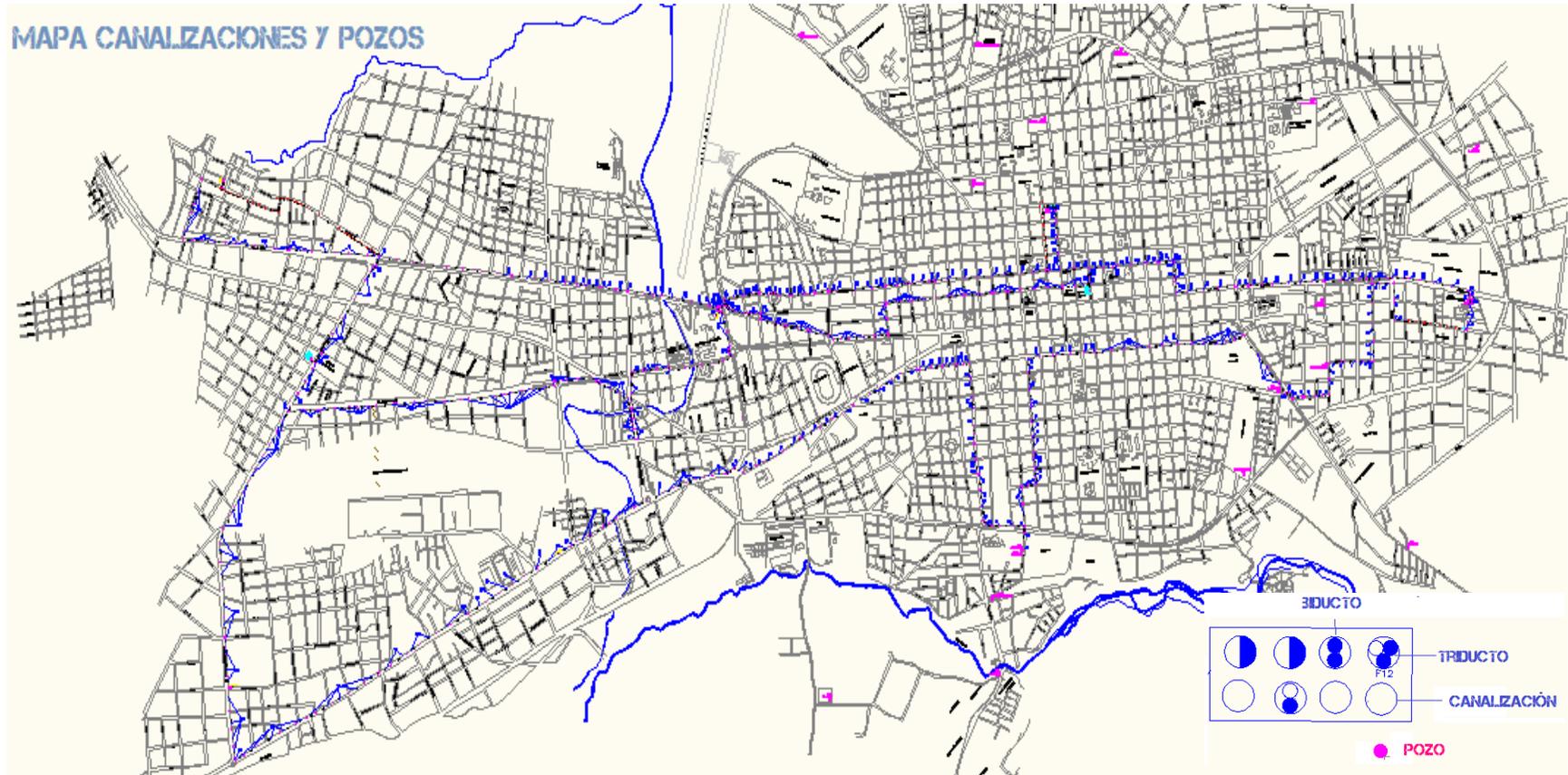


# **ANEXO 5**

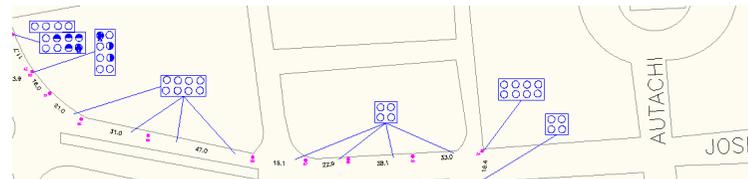
**Plano de los pozos de la ciudad de Riobamba y tramo ejemplo**

**Mapa de las canalizaciones y pozos de la ciudad, con la respectiva nomenclatura**

# MAPA CANALIZACIONES Y POZOS



Ampliación, Calle Veloz



# **ANEXO 6**

## **Distribución de nodos candidatos**

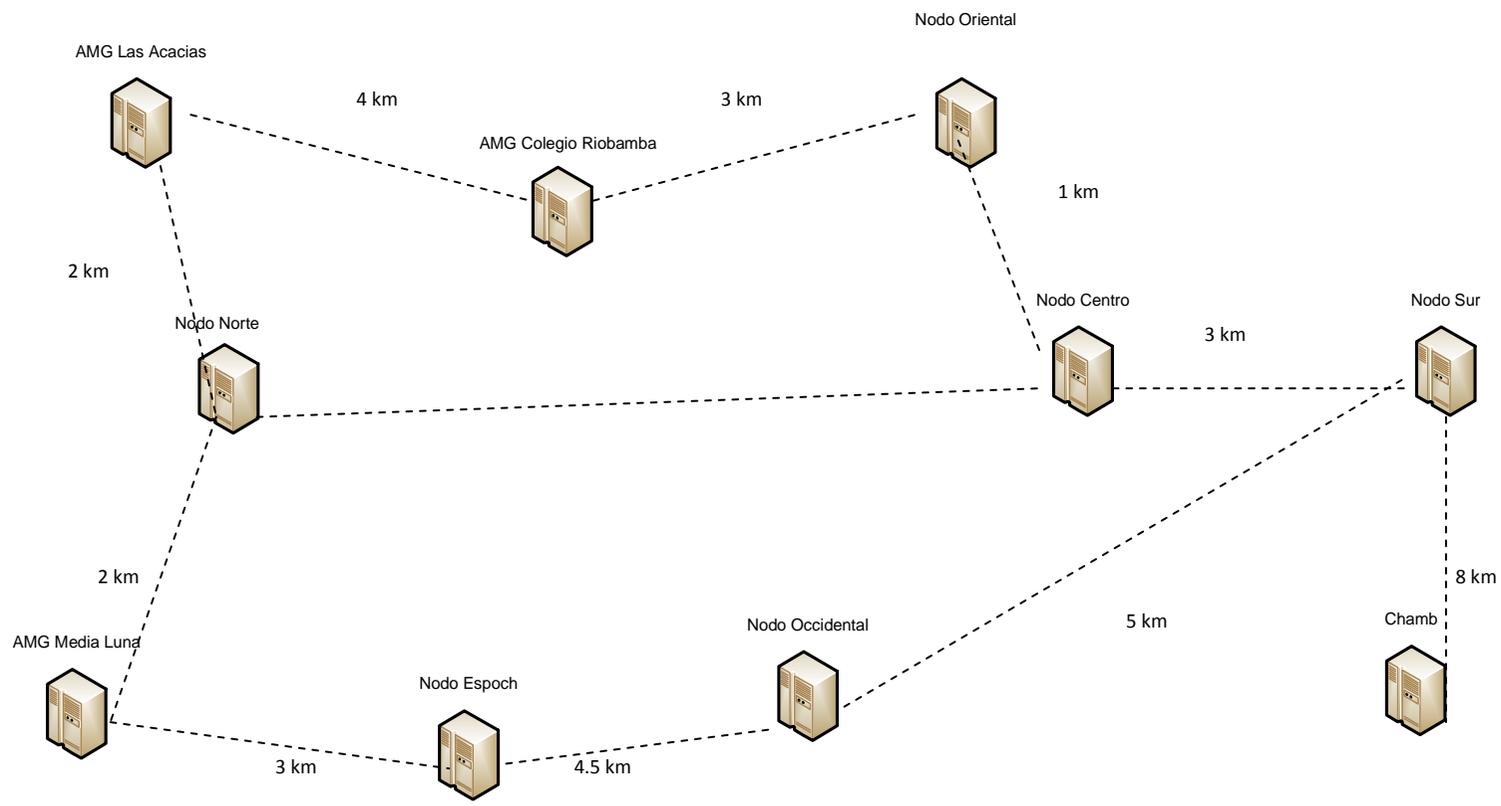
**Mapa con la distribución de nodos candidatos a ser parte de los anillos de fibra óptica**



# **ANEXO 7**

**Distribución de los nodos y sus distancias**

**Esquema lógico de la distribución de nodos y las distancias**

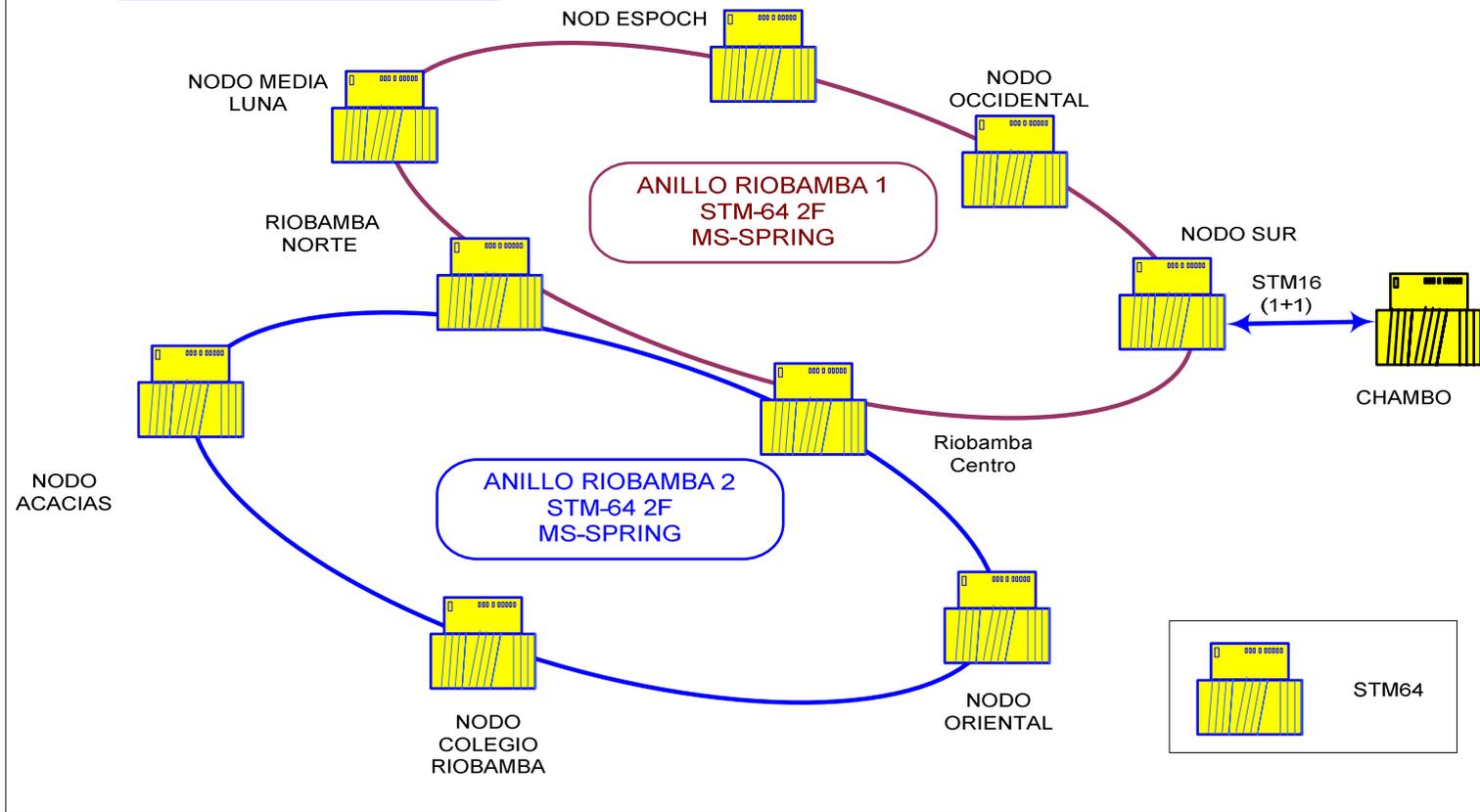


# **ANEXO 8**

## **Diagrama lógico**

**Esquema anillos STM-64 2F MS-SPRING**

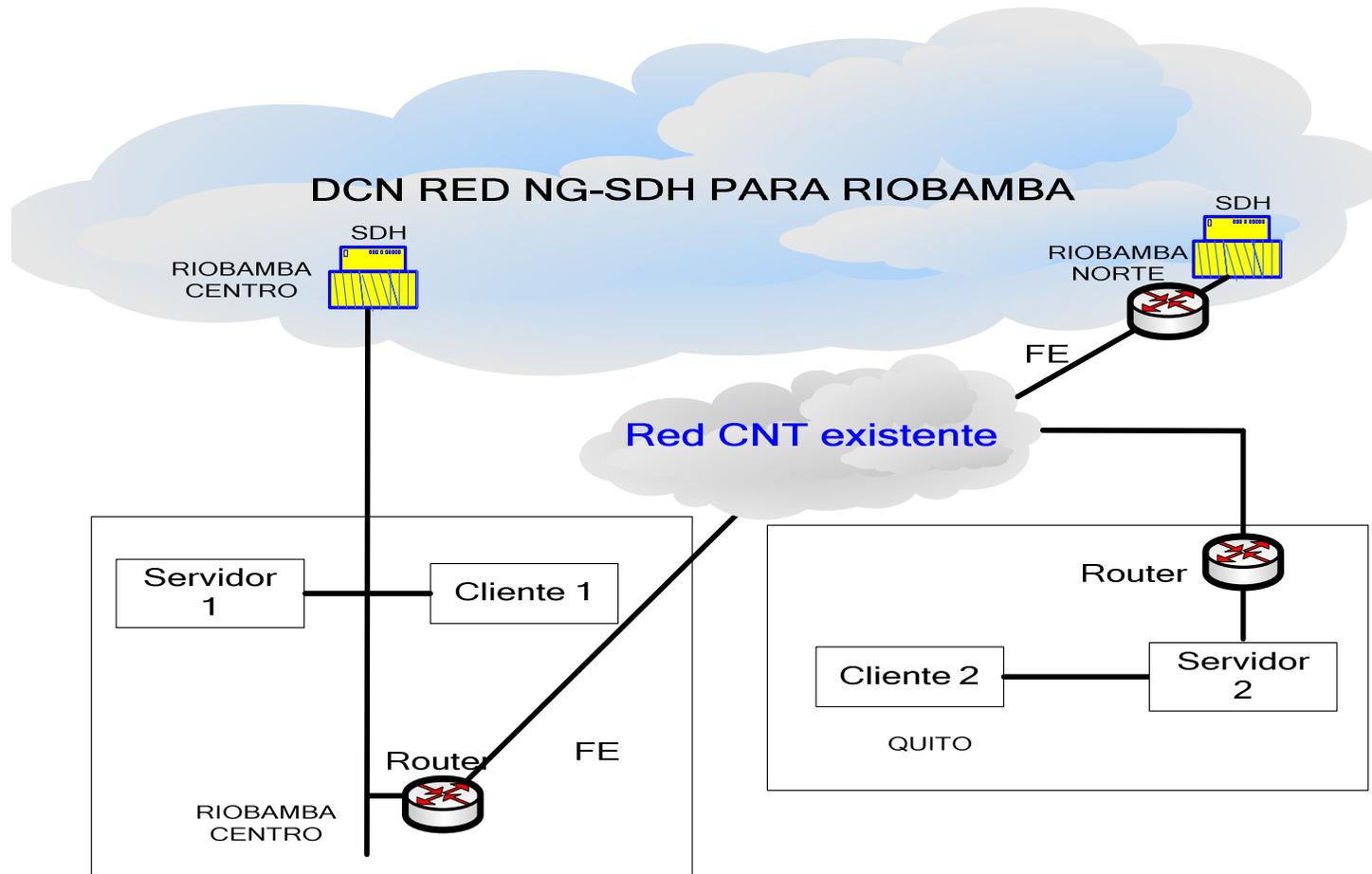
Diagrama Lógico Anillos Riobamba  
STM-64 2F



# **ANEXO 9**

## **Red DCN**

**Sistema para asignación dedicada de ancho de banda, para la gestión y respaldo**



# **ANEXO 10**

## **Diagrama físico**

**Esquema físico de los anillos finales para la ciudad de Riobamba**

## ENLACES DE ANILLOS DE FIBRA ÓPTICA



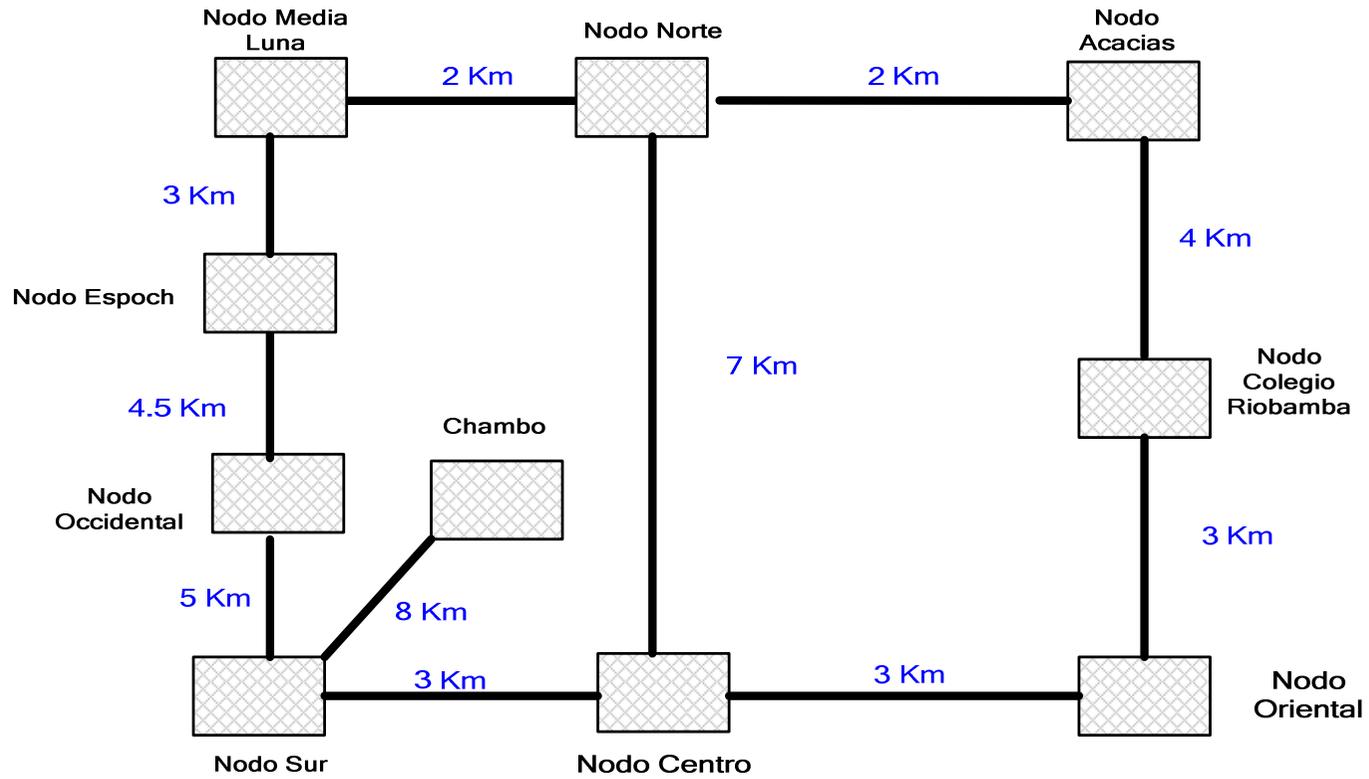
- CABLEADO TERRESTRE
- CABLEADO AÉREO

# **ANEXO 11**

**Esquema de tendido de fibra óptica**

**Distancias y tendido del fibra óptica**

# Red NG-SDH Riobamba



# **ANEXO 12**

## **Encuesta 1**

**Encuesta realizada a usuarios escogidos al azar de la BD de usuarios de banda ancha de la CNT-AR.**

**Nombre:**

**Sector:**

### **SERVICIOS ACTUALES**

1. ¿Está satisfecho con los servicios de banda ancha que provee la CNT-EP?

Sí  No

2. ¿Alguna vez se ha ido el servicio en su sector?

Sí  No

3. ¿Considera que la velocidad de transferencia de datos es baja?

Sí  No

4. ¿Ha sufrido inconvenientes debido a los cortes de servicios?

Sí  No

Mencione algunos: \_\_\_\_\_

### **SERVICIOS FUTUROS**

5. ¿Estaría dispuesto a contratar servicios triple play (video, voz y datos) con un incremento de precio pero en los mismos paquetes de banda ancha?

Sí  No

Gracias por su colaboración

# **ANEXO 13**

## **Encuesta – Evaluación**

**Encuesta enviada vía mail al personal de la dependencia de  
Anillos Metropolitanos para la evaluación del proyecto de estudio  
y análisis de factibilidad**

**Nombre:**

**Cargo:**

**Dependencia:**

1. ¿Cree ud que este estudio y análisis de factibilidad presenta de forma adecuada las especificaciones técnicas en cuanto a la infraestructura e instalaciones?

Sí  No

- a. ¿Cree ud que hubiese sido posible sin el estudio?

Sí  No

2. ¿Cree ud. que este estudio y análisis de factibilidad presenta de forma acertada el diseño y topología de la red?

Sí  No

- a. ¿Cree ud que hubiese sido posible sin el estudio?

Sí  No

3. ¿Considera que son correcto los cálculos realizados para el dimensionamiento de la red?

Sí  No

- a. ¿Cree ud que hubiese sido posible sin el estudio?

Sí  No

4. ¿En base a su experiencia, considera que la tecnología propuesta se ajusta a las necesidades y funcionará sin mayores problemas como en otras ciudades?

Sí  No

- a. ¿Cree ud que hubiese sido posible sin el estudio?

Sí  No

5. ¿El presupuesto para el equipamiento es adecuado?

Sí  No

- a. ¿Cree ud que hubiese sido posible sin el estudio?

Sí  No

Gracias por su colaboración

# **ANEXO 14**

## **Resumen Ejecutivo**

**Resumen del proyecto para referencia de los mandos ejecutivos.**

## **RESUMEN EJECUTIVO**

### **ANTECEDENTES**

La ciudad de Riobamba no posee un sistema de interconexión en anillo lo que no garantiza la disponibilidad de los servicios debido a que no hay redundancia en el enlace y eso produce debilidades en el backbone y por ende en la prestación de servicios de calidad. Al mismo tiempo la corporación está en un proceso de evolución hacia la convergencia de servicios, lo que conlleva a un cambio en la red y su proyección a ser una red NGN con todas sus prestaciones.

Por estas razones el proyecto tuvo como objetivo realizar el estudio técnico, operativo, de implantación y económico para determinar la factibilidad de implantar esta nueva red. De acuerdo a la investigación y al análisis de los resultados se estableció la tecnología con la que operará, el diseño, topología y características de la red, el equipamiento y tendido de fibra necesario, así como las restricciones correspondientes y el presupuesto aproximado.

### **RESUMEN DEL PROYECTO:**

#### **Objeto**

Conectar los sitios correspondientes a: Nodo Norte, Nodo Espoch, Nodo Media Luna, Nodo Occidental, Nodo Sur, Nodo Centro, Nodo Oriental, Nodo Colegio Riobamba y Nodo Las Acacias, en un doble anillo de capacidad STM-64 con protección MS-SPRING, con tecnología NG-SDH.

## Alcance

“ANÁLISIS Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN ANILLO DE FIBRA ÓPTICA EN LA RIOBAMBA ORIENTADO A REDES NGN”.

Tabla III: Resumen bienes y servicios a contratar

BIENES
<b>SUMINISTRO DE EQUIPOS DE TRASMISIÓN Y GESTIÓN</b>
Equipos NG-SDH STM64, para ser configurado en anillo de Fibra Óptica 2F-MS SPRING
Equipamientos para la Red DCN para comunicación Equipos NG SDH - Centro de Gestión
Sistema de gestión redundante (2 servidores, 2 clientes, 2 laptops , licencias para gestión, equipos y LCT
ODF, DDF
Fibra óptica y materiales para el tendido de F.O
Capacitación e instalación
Materiales para instalación
SERVICIOS
<b>SERVICIOS DE INSTALACIÓN Y PRUEBAS</b>
Transporte, Instalación de equipos y gestión
Pruebas de aceptación
Puesta en operación del sistema contratado e integración a la red de transmisión de La CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES
<b>ENTRENAMIENTO</b>
a) On the job training: En sitio, durante la instalación y puesta en funcionamiento
b) Local: Curso teórico-práctico de equipos de transmisión y sistema de gestión.
<b>MANTENIMIENTO</b>
Preventivo y correctivo de equipos ofertados, por un periodo de seis (6) meses a partir de la suscripción del Acta de Entrega-Recepción Provisional.
<b>DOCUMENTACION</b>
Estructurada tomando en consideración los diferentes aspectos relacionados con el contrato, esto es instalación, operación, mantenimiento, administración, etc. Entregada en forma impresa y magnética.
<b>GARANTÍA TÉCNICA</b>

*Fuente: Estudio técnico  
Elaborado por: María José Escalante G.*

### **Monto Referencial**

El monto de la contratación alcanza la suma de 599.052,18 USD (QUINIENTOS NOVENTA Y NUEVE MIL CON CINCUENTA Y DOS DÓLARES Y DIEZ Y OCHO CENTAVOS) sin incluir el IVA.

Se aplicará la partida presupuestaria asignada, la misma que se encuentra prevista en el PAC.

### **ESTUDIOS ACTUALIZADOS**

Los estudios que soportan la presente solicitud de contratación son completos, definitivos y actualizados a la presente fecha.

### **RESUMEN PARA PROCESO DE CONTRATACIÓN**

**Modalidad de Contratación:** Licitación

**Forma de Pago:** El 30 % del valor del contrato por concepto de anticipo, el 60% del valor del contrato, previa la presentación del Acta de Entrega – Recepción Provisional, el 10% del valor del contrato, previa presentación del Acta de Entrega – Recepción Definitiva.

**Entrega – Recepción Provisional:** La Entrega – Recepción Provisional se realizará a los 90 días calendario contados a partir de la fecha en que CNT S.A. notifique al

adjudicatario que el anticipo se encuentra disponible, cuando se hayan entregado los equipos, realizado las pruebas de aceptación y todos los sistemas contratados estén en perfecto funcionamiento e integrados a la Red de Transmisión existente.

**Entrega – Recepción Definitiva:** La Entrega – Recepción Definitiva se efectuará previa solicitud del Contratista después de transcurridos ciento veinte (120) días calendario, contados desde la recepción provisional, real o presunta.

**Garantía Técnica:** El contratista y el fabricante, para asegurar la calidad de los equipos y materiales que suministran (independientemente de su origen), y principalmente del servicio que se presta a través de ellos, deberán presentar una garantía técnica, la que se mantendrá vigente hasta 1 año después de la Entrega recepción Definitiva. En la garantía técnica se establecerá que el contratista reemplazará a su costo todos aquellos equipos y materiales que se determinen con defectos de fabricación o no cumplan con las características técnicas contratadas y asistirá en la solución de los problemas que se presenten como consecuencia de esta implementación. Los períodos de tiempo hasta la solución del problema de acuerdo al nivel de afectación al sistema son: alta (6 horas), media (24 horas) y baja (5 días). Esta garantía entrará en vigencia a partir de la Entrega recepción Definitiva.

**Tabla IV: Tiempo de solución de los oferentes**

<b>Afectación</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo de solución</b>
Alta	Interrupción total del servicio	6 horas
Media	Interrupción parcial del servicio	24 horas
Baja	Inconvenientes sin impacto en el servicio	5 días calendario

**Fuente: CNT-EP**

**Elaborado por: María José Escalante G.**