



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN**

**TELECOMUNICACIONES Y REDES**

**“DISEÑO DE LA PROPUESTA TÉCNICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ANILLOS NG-SDH REDUNDANTES PARA LA CNTEP EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**

**TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES Y REDES**

Presentado por

**BEATRIZ ELIZABETH VÁSCONEZ BUÑAY**

**JAIME FABIAN MASABANDA PUJOS**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**- 2013-**

Queremos agradecer a Dios por habernos acompañado a lo largo de nuestra carrera, por ser nuestra fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarnos una vida llena de aprendizajes y experiencias.

A los Ingenieros Marcelo Donoso y William Calvopiña, por guiarnos en los pasos que debíamos tomar para el desarrollo de este proyecto.

A todo el personal de la CNT-EP Tungurahua puesto que depositaron su entera confianza en nosotros y abrieron sus puertas brindándonos todo lo necesario para poder culminar nuestro proyecto de grado, de manera especial al Ingeniero Jorge Cando que siempre a estado dispuesto a ayudarnos y colaborar con su amplio conocimiento y experiencia .

### **Agradecimiento**

De igual manera agradecer al Ingeniero Alberto Arellano quien con sus consejos, su paciencia y su motivación nos a brindado su apoyo incondicional,

Agradecemos a nuestras familias por siempre brindarnos su apoyo, tanto sentimental, como económico

A nuestros amigos por todos los momentos que pasamos juntos y por haber echo de nuestra etapa estudiantil un trayecto de vivencias que nunca olvidaremos.

Para todos ustedes: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

## **Dedicatoria**

Especialmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños. A mi madre, por ser el pilar fundamental en mi vida, por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional, me enseñaste a ser mejor cada día, a luchar por lo que quiero, a levantarme cuando me caiga, gracias por estar siempre a mi lado. A mi padre, que a pesar de su distancia no te descuidaste de mí, son tantos los momentos que no pude compartirlos contigo, pero sé que hoy te sientes feliz al saber que he logrado una meta importante en mi vida.

A una persona muy especial e importante en mi vida Elizabeth, por ese apoyo incondicional, por esos momentos de alegría, tristeza y demostrarme que puedo contar contigo, siempre te llevare en mi corazón.

A mi compañera y amiga Betty, que gracias al equipo que constituimos logramos llegar hasta el final del camino.

***Fabian Masabanda***

## **Dedicatoria**

A mi Madre Dolorosa porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar.

A mi Madre, quien a lo largo de mi vida ha velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento, por ser ejemplo de arduo trabajo y tenaz lucha en la vida, porque si hay alguien que está detrás de todo este trabajo, eres tú mami, que has sido, eres y serás el pilar de mi vida.

A mi hermano Pablo por ser mi motivo de superación y la personita que alegra mi vida. Por ser mi cómplice día a día compartiendo mis triunfos y fracasos.

A Jorge, que ha sido fiel amigo y compañero, quien me ha motivado a seguir adelante, gracias por aceptarme como soy, por tu amor y comprensión, porque sé que siempre contaré contigo.

A Fabián por haber sido un excelente compañero de tesis y amigo, por haberme tenido paciencia, porque juntos hemos hecho realidad este sueño

A mi familia, ustedes querida abuelita, tíos y primos, porque de una u otra forma, con su apoyo moral y ejemplo me han incentivado a seguir adelante, a lo largo de toda mi vida.

A Gaby, Pablo, Dennis y todos, mis amigos que me han brindado desinteresadamente su valiosa amistad y me han apoyado en los momentos más difíciles de mi vida.

Y en especial a mi viejito que aunque ya no se encuentra con nosotros físicamente, siempre estarás presente en mi corazón, por haber creído en mí hasta el último momento

***Beatriz Vásquez***

**FIRMAS RESPONSABLES Y NOTA**

<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Iván Menes <b>DECANO FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA</b>	_____	_____
Ing. Wilson Baldeón <b>DIRECTOR DE ESCUELA ING. EN ELECTRÓNICA TELECOMUNICACIONES Y REDES</b>	_____	_____
Ing. Msc. Marcelo Donoso V. <b>DIRECTOR DE TESIS</b>	_____	_____
Ing. William Calvopiña <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	_____	_____
Tlgo. Carlos Rodríguez <b>DIRECTOR CENTRO DE DOCUMENTACIÓN</b>	_____	_____

**NOTA DE LA TESIS:** \_\_\_\_\_

## **RESPONSABILIDAD DE AUTORES**

Nosotros, Jaime Fabian Masabanda Pujos y Beatriz Elizabeth Vásquez Buñay, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis, y el patrimonio intelectual de la misma pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

---

Jaime Fabian Masabanda Pujos

---

Beatriz Elizabeth Vásquez Buñay

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

**ATM** (Asynchronous Transfer Mode).- Modo de transferencia asincrónica, tecnología de transmisión de señales.

**TDM** Time División Multiplexing (Multiplexación por división de tiempo).- Técnica en la que se le puede asignar ancho de banda a la información de múltiples canales a través de un solo cable basado en ranuras de tiempo pre asignadas.

**SS7** (Sistema de señalización por canal común 7).- Es un conjunto de protocolos de señalización telefónica empleado en la mayor parte de redes telefónicas mundiales. Su principal propósito es el establecimiento y finalización de llamadas, si bien tiene otros usos

**Cable Módem**.- Es un tipo especial de módem diseñado para modular la señal de datos sobre una infraestructura de televisión por cable

**CATV** (Community Antenna Televisión - Televisión por Cable).- Servicio que ofrece transferencia de imágenes de televisión a domicilios abonados.

**ADSL** (sigla del inglés *Asymmetric Digital Subscriber Line*).- Es un tipo de tecnología de línea DSL. Consiste en una transmisión analógica de datos digitales apoyada en el par simétrico de cobre que lleva la línea telefónica convencional o línea de abonado, siempre y cuando la longitud de línea no supere los 5,5 km

**ETSI** (European Telecommunications Standards Institute - Instituto Europeo de Estándares en Telecomunicaciones).- Organización independiente sin ánimos de lucro que tiene como objetivo producir estándares de telecomunicaciones para hoy y el futuro

**ITU** (International Telecommunications Unión - Unión internacional de telecomunicaciones).- Organismo de las Naciones Unidas encargado de

regular las telecomunicaciones entre las distintas administraciones y empresas operadoras.

**PSTN** Public Switched Telephone Network (Red de Telefonía Pública Conmutada).- Es la red de telefonía pública switchheada es decir, el servicio telefónico que utilizamos para hacer llamada telefónicas comunes.

**ISDN.-** Corresponde a las siglas en idioma inglés para Integrated Services Digital Network, que traducido al español significa Red Digital de servicios Integrados, por lo que se abreviaría RDSI. Estas siglas responden a la denominación de un sistema para las conexiones de teléfonos digitales, especialmente creado para proveer servicios como el envío de voz, de video, así como también, líneas telefónicas digitales o normales que surgen del excedente de los datos simultáneamente.

**DWDM** (Dense Wavelength División Multiplexing). - Multiplexión Densa por División de Onda.

**MPLS** (Conmutación Multi-Protocolo mediante Etiquetas) (Multiprotocol Label Switching).- es un mecanismo de transporte de datos estándar creado por la IETF y definido en el RFC 3031.

**NGN.-** Tecnología de Redes de Nueva Generación (NGN) en redes fijas de Voz.

**EoS.** - Ethernet sobre SDH

**MS-SPRing.** - Protección de la Sección Multiplexora-Protección Compartida en Anillo Siglas en ingles Multiplex Section — Shared Protection Ring.

**SIP** (Session Initiation Protocol SIP). - Protocolo de Inicio de Sesiones

**TELÉFONOS SIP.-** Los teléfonos SIP son lo mismo que los teléfonos VoIP o los teléfonos basados en software (softphones). Estos son teléfonos que permiten hacer llamadas utilizando tecnología VoIP (voice over internet protocol) o de voz sobre internet.



**TCP** (transmission Control Protocol).- Protocolo de control de transmisión, es uno de los protocolos fundamentales en Internet.

**UDP**(Protocolo de datagrama de usuario).- es un protocolo no orientado a conexión de la capa de transporte del modelo TCP/IP. Este protocolo es muy simple ya que no proporciona detección de errores (no es un protocolo orientado a conexión).

**H.323**.- es el protocolo más utilizado para la telefonía IP. Es un estándar publicado por la ITU, organismo responsable de estandarizar muchos sistemas de comunicación a nivel internacional.

**MGCP** (Media Gateway Control Protocol).- Protocolo de control de pasarela de medios.

**SONET**.- Tecnología de transporte sincrónica de señales aplicado en EEUU y Canadá.

**OADM** (Optical ADM).-Optical Add/Drop Multiplexor, multiplexor óptico de agregación y extracción de tráfico.

**OXC** (Optical Cross-connect). - Cross-connector óptico.

**QoS**.-Quality of service (Calidad de servicio)

**RFC**.- Request for comments (Solicitud de comentarios)

**RTC**.- Red telefónica conmutada

**RTP**.- Real Time Transfer Protocol (Protocolo de transferencia den tiempo real)

**RSTP**.- Rapid Spanning Tree Protocol (Protocolo de Spanning rápido)

**SMTP**.- Simple Mail Transfer Protocol (Protocol de transferencia simple de mail)

**SNCP.-** Sub Network Connection Protection (Protección de Conexión de Subred)

**STM.-** Synchronous Transport Module (Módulo de transporte síncrono)

**VLAN.-** Virtual LAN (Red de acceso local virtual)

## ÍNDICE GENERAL

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

FIRMAS RESPONSABLES

RESPONSABILIDAD DE LOS AUTORES

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I.....	24
GENERALIDADES.....	24
1.1. ANTECEDENTES.....	24
1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS.....	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 CORPORACIÓN.....	27
1.5.1. Nombre De La Corporación.....	27
1.5.2. Antecedentes Históricos De La Corporación.....	27
1.5.3. MISIÓN.....	28
1.5.4. VISIÓN.....	28
CAPITULO II.....	29
MARCO TEÓRICO.....	29
2.1. DESCRIPCIÓN DE LAS NGN.....	29

2.1.1.	INTRODUCCIÓN .....	30
2.1.2.	ORIGEN DE LAS NGN .....	30
2.1.3.	CONCEPTO DE NGN .....	31
2.1.4.	EVOLUCIÓN DE LA RED HACIA LAS NGN .....	32
2.1.4.1.	Red Clásica .....	32
2.1.4.2.	Factores de la evolución .....	33
2.1.5.	EL FENÓMENO DEL INTERNET .....	33
2.1.6.	EL PROCESO DE EVOLUCIÓN .....	34
2.2.	NGN .....	36
2.2.1.	CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES.....	36
2.2.2.	CONSIDERACIONES DE DISEÑO Y OBJETIVOS DE UNA NGN .....	37
2.2.3.	ARQUITECTURA DE NGN.....	38
2.2.3.1.	Capa de Conectividad Primaria y Transporte.....	38
2.2.3.2.	Capa de Acceso.....	39
2.2.3.3.	Capa de Servicio .....	39
2.2.3.4.	Capa de gestión.....	39
2.2.4.	COMPONENTES DE LA ARQUITECTURA DE NGN .....	39
2.2.4.1.	El Softswitch .....	39
2.2.4.2.	El Access Media Gateway (AMG).....	41
2.2.4.3.	Terminales de los Usuarios .....	41
2.2.5.	SERVICIOS SOPORTADOS POR NGN.....	42
2.2.5.1.	Servicios multimedia .....	42
2.2.5.2.	Otros Servicios .....	43
2.2.5.3.	Acceso a Internet .....	43
2.2.5.4.	Aspectos de servicio público .....	43

<b>2.3.</b>	<b>PROTOCOLOS UTILIZADOS EN NGN .....</b>	<b>43</b>
2.3.1.	PROTOCOLO SIP .....	44
2.3.2.	PROTOCOLO H.323 .....	45
2.3.3.	MEGACO/H.248 .....	45
2.3.4.	PROTOCOLO RTP Y RTCP (TRANSPORTE DE VOZ Y VIDEO) .....	46
2.3.5.	PROTOCOLO RSVP .....	46
2.3.6.	PROTOCOLO IP .....	47
<b>2.4.</b>	<b>VENTAJAS DE NGN SOBRE UNA PSTN .....</b>	<b>48</b>
<b>2.5.</b>	<b>SDH.....</b>	<b>50</b>
2.5.1.	JERARQUÍA DIGITAL SÍNCRONA (SDH).....	50
2.5.2.	CAPAS O NIVELES DE SDH.....	51
2.5.2.1.	Interface Físico .....	51
2.5.2.2.	Sección De Regenerador .....	52
2.5.2.3.	Sección De Multiplexación .....	52
2.5.2.4.	Encaminamiento (VC-4 Y VC-12 LAYER).....	52
2.5.3.	ESTRUCTURA DE LA TRAMA SDH.....	52
2.5.4.	CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS DE UNA RED SDH.....	53
2.5.4.1.	Simplificación de red .....	53
2.5.4.2.	Fiabilidad .....	54
2.5.4.3.	Estandarización.....	54
2.5.5.	Desventajas de una red SDH: .....	55
2.5.6.	Tipos de Elementos de Red .....	55
2.5.6.1.	Terminales de Línea.....	55
2.5.6.2.	Multiplexores Add-Drop (ADM) .....	55
2.5.6.3.	Cross-Conectores Dedicados .....	56

2.5.6.4.	Regeneradores y Repetidores.....	56
2.5.7.	ARQUITECTURAS DE PROTECCIÓN EN SDH .....	56
2.5.7.1.	Esquemas de protección para enlaces punto a punto.....	56
a.	Conmutación de protección automático (Automatic Protection Switching) APS.....	56
b.	Protección 1+1 .....	57
c.	Protección 1: N.....	57
2.5.7.2.	Esquemas de protección en anillo .....	58
a.	Subnetwork Connection Protection .....	59
b.	MS-SPRING/4.....	59
c.	MS-SPRing/2.....	61
2.5.7.3.	Protección en redes IP .....	61
2.5.7.4.	Protección en la capa óptica.....	62
2.6.	REDES NG-SDH.....	63
2.6.1.	Características DE NG-SDH” .....	63
2.6.2.	VENTAJAS:.....	63
2.6.3.	INCONVENIENTES.....	64
2.6.4.	NG-SDH COMO SERVICIO.....	64
CAPITULO III.....		66
ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD TÉCNICA DE LOS ANILLOS REDUNDANTES NG-SDH.....		66
3.1.	DETERMINACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA ACTUAL.....	66
3.1.1.	INFORMACIÓN DE LOS NODOS QUE CONFORMAN LA RED DE ANILLOS NG-SDH.....	68
3.1.2.	ABONADOS EXISTENTES .....	69
3.1.3.	CARACTERIZACIÓN DE TENDIDO DE FIBRA.....	71

3.1.4.	DISPONIBILIDAD, PLANIMETRÍA Y OBRA CIVIL.....	72
3.2.	ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS.....	72
3.2.1.	REQUERIMIENTOS DE LA RED.....	73
3.2.2.	REQUERIMIENTOS DE EQUIPOS.....	74
3.2.2.1.	Características del equipo NG-SDH .....	75
3.2.2.2.	Add Drop Multiplexer (ADM).....	76
3.2.2.3.	Interfaces Externas .....	77
3.2.3.	SINCRONIZACIÓN .....	77
3.2.3.1.	Red de Sincronismo .....	78
3.2.4.	DISTRIBUIDORES DIGITALES DDF, DISTRIBUIDORES ÓPTICOS ODF Y CABLEADOS.....	78
3.2.5.	CONSUMO DE ENERGÍA .....	78
3.2.6.	SERVICIOS FUTUROS.....	78
CAPITULO IV	.....	80
4.1.	DISEÑO FÍSICO DE LA RED SDH.....	80
4.2.	PLANIFICACIÓN INICIAL DEL ANILLO.....	81
4.2.1.	CÁLCULO DE LA CAPACIDAD .....	81
4.2.2.	Matrices de Cross-Conexión y tráfico .....	82
4.2.3.	TARJETAS A UTILIZAR .....	98
4.3.	DIAGRAMA LÓGICO .....	98
4.3.1.	CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS PASIVOS DE LA RED.....	99
4.3.1.1.	Cable de fibra óptica canalizado.....	100
4.3.1.2.	Cable de fibra óptica aéreo.....	101
4.3.1.3.	Tubos de Polietileno De Alta Densidad (P.E.A.D.) .....	102
4.3.1.4.	Tapón .....	103

a.	Tapón simple o guía de 1 ¼ pulgada.....	103
b.	Tapón ciego de 1 ¼ pulgada.....	103
4.3.1.5.	Tubo Cófex de 3/4".....	104
4.3.1.6.	ODF (Optical Distribution Frame).....	104
4.3.1.7.	Manguera corrugada.....	105
4.3.1.8.	Empalmes.....	105
a.	Empalmes canalizados (UIT-T. L35) .....	105
b.	Empalmes aéreos. ....	105
c.	Mangas De Empalme .....	106
4.3.1.9.	Puentes ópticos (patchcords).....	107
4.3.1.10.	Pigtails .....	107
4.3.1.11.	Herrajes.....	108
a.	Herraje tipo A.....	108
b.	Herraje tipo B.....	108
c.	Herrajes para cable ADSS .....	109
▪	Preformados de retención o terminales.....	109
▪	Herrajes de Paso o Suspensión .....	110
4.3.1.12.	Reservas de cable.....	111
4.3.1.13.	Distribuidores Digitales (DDF). ....	111
4.3.1.14.	Sistema de energía. ....	111
4.3.2.	DIMENSIONAMIENTO DEL ANCHO DE BANDA.....	112
4.3.3.	CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS ACTIVOS.....	115
4.3.3.1.	AMG'S que Integran Cada uno de los Nodos .....	115
4.3.3.2.	Equipo OptiX OSN.....	116



Especificaciones técnicas .....	116
Arquitectura del sistema del Optix OSN 3500 .....	117
4.3.3.3. Interfaces Externas .....	118
4.4. ESTUDIO ECONÓMICO.....	119
4.4.1. ENLACES .....	120
4.4.2. EQUIPAMIENTO .....	123
4.5. PRESUPUESTO TOTAL DE EQUIPOS.....	139
4.6. Costo Beneficio.....	139
4.7. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	140
4.7.1. Planteamiento de la hipótesis .....	140
4.7.2. DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES .....	140
Variable Independiente .....	140
Variables Dependiente .....	141
4.7.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	141
4.7.3.1. Operacionalización conceptual de las variables.....	141
4.7.3.2. Operacionalización metodológica de las variables .....	142
CAPITULO V .....	146
5.1. CONCLUSIONES .....	146
5.2. RECOMENDACIONES .....	148
CAPÍTULO VI .....	¡Error! Marcador no definido.
BIBLIOGRAFÍA .....	¡Error! Marcador no definido.
RESUMEN .....	¡Error! Marcador no definido.
OVERVIEW.....	¡Error! Marcador no definido.
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	151
ANEXOS.....	153

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I: Vinculado con Internet

Figura II: Vinculado con la voz

Figura III: Fenómeno del Internet en el concepto NGN

Figura IV: Modelos de Red Clásica Vs. NGN

Figura V: Arquitectura de NGN

Figura VI: Servicios de NGN

Figura VII. Estructura de la trama SDH

Figura VIII. Esquema de protección 1+1 (1)

Figura IX. Esquema de protección 1: N (1)

Figura X: funcionamiento del esquema de protección SNCP

Figura XI: Anillo de cuatro nodos sobre el que se implementa un esquema de protección MS

Figura. XII. Funcionamiento del esquema de protección de enlaces de MS-SPRing/4

Figura XIII: Ejemplo de anillo SDH /WDM donde la protección se realiza en la capa cliente SDH

Figura XIV: El Esquema de Ajuste de Capacidad de Eslabón

Figura XV: NGN Como servicio

Figura XVI: Nomenclatura de ocupación de ductos

Figura XVII: Diseño de la red

Figura XVIII: ADSS (All-Dielectric Self Supported)

Figura XIX: Tapón simple

Figura XX: Tapón Ciego

Figura XXI: Distribuidores Ópticos (ODF)

Figura XXII: Manguera corrugada

Figura XXIII: Manga tipo domo

Figura XXIV: Manga mecánica Lineal

Figura XXV: Herrajes tipo A

Figura XXVI: Herrajes tipo B

Figura XXVII: Preformados de retención o terminales

Figura XXVIII: Herrajes de Paso o Suspensión

Figura XXIX: Sistema de Energía

Figura XXX: Arquitectura del sistema del Optix OSN 3500

Figura XXXI: Acceso a servicios del sistema del Optix OSN 3500

## **TABLA DE CONTENIDOS**

Tabla I: funcionalidad asignada a cada capa

Tabla II: Ventajas De NGN Sobre Una PSTN

Tabla III. Modelo de Capas de SDH

Tabla IV: Información equipos existentes

Tabla V: Información de los nodos existentes

Tabla VI: Datos de abonados de telefonía

Tabla VII: Datos de abonados que reciben servicios de Datos

Tabla VIII: Tendido de tendido de fibra

Tabla IX: Requerimientos de la red

Tabla X: Características de la Matriz Cross-Conexión

Tabla XI: Servicios Futuros

Tabla XII: Matriz de trafico

Tabla XIII: Matriz genérica de Cross-Conexión

Tabla XIV: Matriz de Cross-Conexión detallada E1

Tabla XV: Matriz de Cross-Conexión E1

Tabla XVI: Matriz de Cross-Conexión detallada DS3

Tabla XVII: Matriz de Cross-Conexión DS3

Tabla XVIII: Matriz de Cross-Conexión detallada FE

Tabla XIX: Matriz de Cross-Conexión FE

Tabla XX: Matriz de Cross-Conexión detallada GE

Tabla XXI: Matriz de Cross-Conexión GE

Tabla XXII: Matriz de Cross-Conexión detallada STM-1

Tabla XXIII: Matriz de Cross-Conexión STM-1

Tabla XXIV: Matriz de Cross-Conexión detallada STM-4

Tabla XXV: Matriz de Cross-Conexión STM-4

Tabla XXVI: Matriz de Cross-Conexión detallada STM-16

Tabla XXVII: Matriz de Cross-Conexión STM-16

Tabla XXVIII: Matriz de Cross-Conexión STM-64

Tabla XXIX: Total De Tarjetas

Tabla XXX: Detalles para la implementación

Tabla XXXI: Enlaces a Implementar

Tabla XXXII: Colores de la Fibra

Tabla XXXIII: Demanda a 5 años de Usuarios de telefonía

Tabla XXXIV: Demanda a 5 años de Usuarios en datos

Tabla XXXV: BW en cada nodo

Tabla XXXVI: Características del Optix OSN

Tabla XXXVII: Especificaciones Técnicas del Optix OSN

Tabla XXXVIII: Características Interfaces externas

Tabla XXXIX: Presupuesto enlace Huambalo-Baños

Tabla XL: Presupuesto enlace Mocha-Santa Lucia

Tabla XLI: Presupuesto enlace Pillaro-Los Andes

Tabla XLII: Costo estimado de equipos en Ambato Sur

Tabla XLIII: Costo estimado de equipos en Nodo Mocha

Tabla XLIV: Costo estimado de equipos en Nodo Sta. Lucía

Tabla XLV: Costo estimado de equipos en Tisaleo

Tabla XLVI: Costo estimado de equipos en Nodo H. Grande

Tabla XLVII: Costo estimado de equipos en Nodo Benítez

Tabla XLVIII: Costo estimado de equipos en Nodo Pelileo

Tabla XLIX: Costo estimado de equipos en Nodo Patate

Tabla L: Costo estimado de equipos en Nodo los Andes

Tabla LI: Costo estimado de equipos en Nodo Emilio Terán

Tabla LII: Costo estimado de equipos en Nodo San Miguelito

Tabla LIII: Costo estimado de equipos en Nodo Pillaro

Tabla LIV: Costo estimado de equipos en Nodo Izamba

Tabla LV: Costo estimado de equipos en Ambato Norte

Tabla LVI: Costo estimado de equipos en Nodo Huambalo

Tabla LVII: Costo estimado de equipos en Nodo Baños

Tabla LVIII: Costo Total de equipos en los Nodos

Tabla LIX: Ingreso mensual de CNT – EP Tungurahua

Tabla LX: Operacionalización Conceptual

Tabla LXI: Operacionalización Metodológico

# INTRODUCCIÓN

Las Telecomunicaciones en la actualidad son el pilar fundamental para el progreso de la sociedad, ya que por medio de estas podemos acceder a muchos servicios y beneficios, por lo que las redes modernas deben tener la capacidad de protegerse y recuperarse de manera eficiente frente a la aparición de fallos, un ancho de banda que soporte el tráfico.

La investigación a realizarse ayudara a diseñar una propuesta técnica para la futura implantación de una solución de nueva generación en la provincia de Tungurahua, de acuerdo con el estudio se definirá la factibilidad y se conseguirá: el diseño, la tecnología, los costos y proyecciones que serán la plataforma para la toma de decisiones.

En el primer capítulo contiene todos los aspectos generales y un enfoque inicial del proyecto, siendo la base de los siguientes capítulos. El segundo capítulo, se refiere al marco teórico e investigativo el cual contiene la investigación tecnológica, SDH que es el punto más importante, el medio de transmisión.

El capítulo tres muestra el estudio de análisis y factibilidad, en el cual se realizan los estudios: de mercado y técnico, que determinara si es factible o no la futura implementación del diseño. El cuarto capítulo se establecer la tecnología, especificaciones técnicas, los costos estimados, el diseño de la red y la comprobación de la hipótesis que es el último punto en la justificación final del trabajo de tesis.

El capítulo final contiene las conclusiones y recomendaciones

# **CAPITULO I**

## **GENERALIDADES**

### **1.1. ANTECEDENTES**

En la actualidad las telecomunicaciones son un pilar fundamental de la sociedad, siendo así cada vez más importante las renovaciones de tecnologías debido a los avances y actualizaciones de redes de comunicación.

Los usuarios día a día enfrentan cambios en sus necesidades de servicios de telecomunicaciones por esta razón se busca evolucionar a infraestructuras más flexibles, dinámicas, óptimas y seguras para el manejo de grandes cantidades de tráfico de información.

La Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública (CNTEP) siendo líder en las telecomunicaciones busca cada día ofrecer servicios de calidad a la ciudadanía llegando a varios lugares del país.

Conforme lo indicado, la CNTEP en la provincia del Tungurahua requiere asegurar y robustecer su infraestructura actual de la red, trabajos que a posterior servirán para incorporar nuevas tecnologías que incrementaran la eficiencia y la satisfacción de las necesidades de los usuarios.



Incorporando anillos de fibra redundantes entre nodos, la CNTEP prevé asegurar y respaldar los servicios como voz, datos y video con tecnología de última generación, en un mismo canal, con más ancho de banda y a un menor costo, aprovechando al máximo los enlaces físicos inter-centrales existentes y proyectados.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS**

El diseño actual de la red dispone de una limitada seguridad y respaldo (back up) de los canales de comunicación, en tal virtud mediante el presente estudio presenta un diseño de redundancia con el cual se podría disponer de varias rutas para la transmisión de la información con mayor eficacia y a la vez poder descongestionar la red existente, de esta manera brindar un servicio con mayor calidad y velocidad, permitiendo así una mejor administración de la red.

Adicionalmente se debe considerar la vulnerabilidad que se podrían dar en los enlaces físicos el cual podrían ser una ruptura de fibra óptica debido a cualquier factor como los errores humanos, riesgos ambientales, sabotajes, fallas de hardware/software, etc.

La estructura con la que cuenta la CNT Tungurahua, no ayuda a solucionar estos problemas en la totalidad de sus centrales, por tal razón, mediante la presente propuesta se proyectará Implementar una topología donde todos los nodos tengan una red fiable y auto sostenible.

Este proyecto tiene como fin mejorar la calidad de vida:

“Buscando las condiciones necesarias para la vida satisfactoria de todas las personas, familias y colectividades respetando su diversidad. Fortaleciendo la capacidad pública y social para lograr una atención equilibrada, sustentable y creativa de las necesidades de ciudadanas y ciudadanos” basándonos en el Plan del Buen vivir.

La Facultad De Informática y Electrónica se han realizado los siguientes estudios sobre esta tecnología:

“ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE TRES ENLACES SDH PARA LA OPERADORA DE TELEFONÍA CELULAR CONECEL S.A.”

Autor(es): Macas Espinosa Vinicio Xavier

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

Autor(es): Escalante Guevara María José

“ANÁLISIS DE INTEROPERABILIDAD DE LAS TECNOLOGÍAS SDH E IP APLICADAS AL DISEÑO DE UN SISTEMA DE ANILLOS METROPOLITANOS PARA CNT S.A. EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA”

Autor(es): Ambi Orozco Delia María

Barrera Basantes Ruth Laura

Mediante el presente estudio la CNTEP Tungurahua implementará el respaldo de medio y capacidad de transmisión entre centrales de la Provincia que tienen conexión directa con el Sur y Oriente de nuestro país, logrando establecer rutas alternas de descongestión y resguardo de la transmisión e interconexión de centrales a nivel local y nacional de ser necesario.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar una Propuesta técnica para la implementación de anillos NG-SDH redundantes para la CNTEP en la provincia de Tungurahua

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estudiar las arquitecturas de redundancias en redes NG-SDH.
- Analizar la infraestructura actual de la CNTEP Tungurahua y caracterizar el equipamiento necesario para la implementación de anillos NG-SDH redundantes.
- Diseñar y Elaborar la propuesta técnica de anillos NG-SDH redundantes para la CNTEP de la Provincia Tungurahua.

### **1.4. HIPÓTESIS**

El diseño de la propuesta técnica permitirá disponer de la documentación necesaria para la futura implementación de anillos NG-SDH redundantes en la CNTEP de la provincia de Tungurahua.

### **1.5. IDENTIFICACIÓN DE LA CORPORACIÓN**

#### **1.5.1. Nombre De La Corporación**

CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (CNTEP) DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

#### **1.5.2. Antecedentes Históricos De La Corporación**

Con la finalidad de brindar un mejor servicio a todos los ecuatorianos, y conectar a todo el país con redes de telecomunicaciones, nace, el 30 de 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.; sin embargo, luego de un poco más de un año, el 14 de enero del 2010, la CNT S.A., se convierte en empresa pública, y pasa a ser, desde ese momento, la CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNTEP, empresa líder en el mercado de las telecomunicaciones del Ecuador.

Posteriormente, el 30 de julio del 2010, se oficializó la fusión de la Corporación con la empresa de telefonía móvil ALEGRO, lo que permite potenciar la cartera de productos, enfocando los esfuerzos empresariales en el empaquetamiento

de servicios y en convergencia de tecnologías, en beneficio de la comunidad y de nuestros clientes.

### **1.5.3. MISIÓN**

La CNTEP es una Corporación integradora de servicios de telecomunicaciones que utiliza tecnología de convergencia de voz, video, y datos. Cubre el mercado nacional con el mejor servicio al cliente, precios competitivos, variedad de servicios, con un personal altamente comprometido con los valores corporativos.

### **1.5.4. VISIÓN**

Ser reconocida como líder indiscutible en las telecomunicaciones del Ecuador, satisfaciendo competitivamente las necesidades y expectativas de sus clientes, con productos y servicios de calidad medidos con estándares mundiales.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. DESCRIPCIÓN DE LAS NGN**

Como se presentó anterior, la plataforma actual de la CNTEP, establece diversas redes para brindar servicios, como son TDM, redes SS7 y RI (Red Inteligente), redes de datos y líneas arrendadas.

NGN integra estos servicios en una sola red dando una solución, logrando optimizar los servicios que se ofrece, los procedimientos, los costos de operación y mantenimiento, asimismo ofrece nuevos servicios IP multimedia de nueva generación.

Además se efectuara un (análisis /investigación) sobre el desarrollo del modelo de red IP hacia las NGN, resumiendo el proceso creciente que conduce al concepto NGN, la definición, su arquitectura, sus principales componentes, los protocolos que soporta, las características, las ventajas y beneficios que provee.

### 2.1.1. INTRODUCCIÓN

Las redes IP en el tiempo han sido un pilar fundamental en el negocio de la transmisión de datos, en el que existió un aislamiento con las redes de voz. Dividiendo al mercado de las telecomunicaciones y estimulando la aparición de otros operadores.

Al final de los noventa surgieron sucesivamente una serie de elementos que fueron cambiando el sector de las telecomunicaciones. Como primer punto, se originó la continua desaparición del modelo monopolista<sup>1</sup> reemplazándolo por uno de libre competencia.

En lo posterior surgieron nuevas tecnológicas que permitieron solucionar problemas reduciendo el interés existente por las redes IP. Finalmente, el continuo avance del Internet.

### 2.1.2. ORIGEN DE LAS NGN

El ofrecer un servicio a la comunidad, llegando hasta el domicilio del cliente, para lo cual el proveedor despliega su red conforme a sus necesidades, ya sean: telefonía, datos, Televisión por Cable, gozando de varias redes convergentes en los domicilios.

Con el continuo avance del Internet los proveedores de servicio adaptaron sus redes para añadir nuevos servicios y aventajarse de poseer la una red instalada, naciendo las tecnologías de: Cable Módem usadas en CATV y ADSL que mediante la red telefónica ofrece el servicio de Internet, a pesar de eso estas tecnologías no fueron suficiente para poder optimizar los servicios agregados, dando comienzo a la nueva generación de Redes (NGN o New Generation Network).

---

<sup>1</sup>monopolista.- Es una situación de privilegio legal, en el cual existe un productor oferente que posee un gran poder de mercado y es el único en una industria dada que posee un servicio determinado y diferenciado

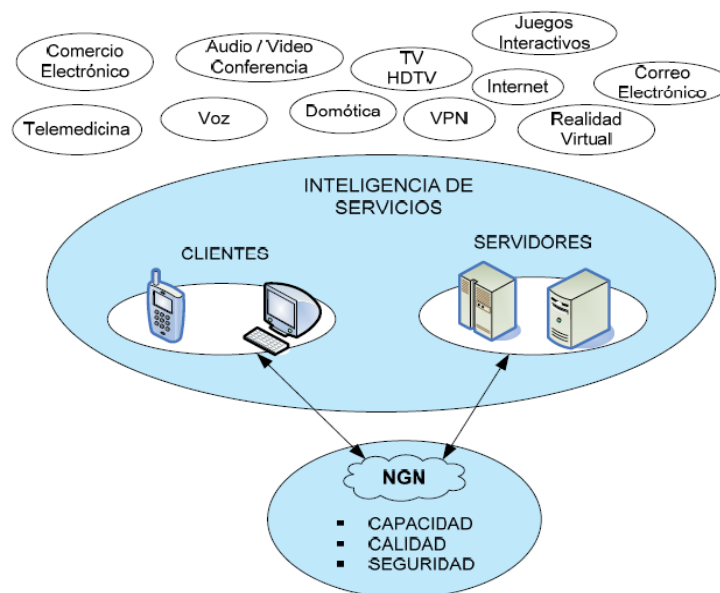
### 2.1.3. CONCEPTO DE NGN

Existen varias definiciones sobre las NGN las cuales dependen del entorno y situación, es por tal razón que no hay una definición que contenga los aspectos de las redes de voz y datos.

Existen dos enfoques en el concepto de las NGN:

a) Vinculado con los datos e Internet.

- Dar soporte de conectividad a terminales inteligentes.
- Ofrecer servicios totalmente independientes de la red.
- Los servicios tradicionales reducirán su importancia con los nuevos servicios.



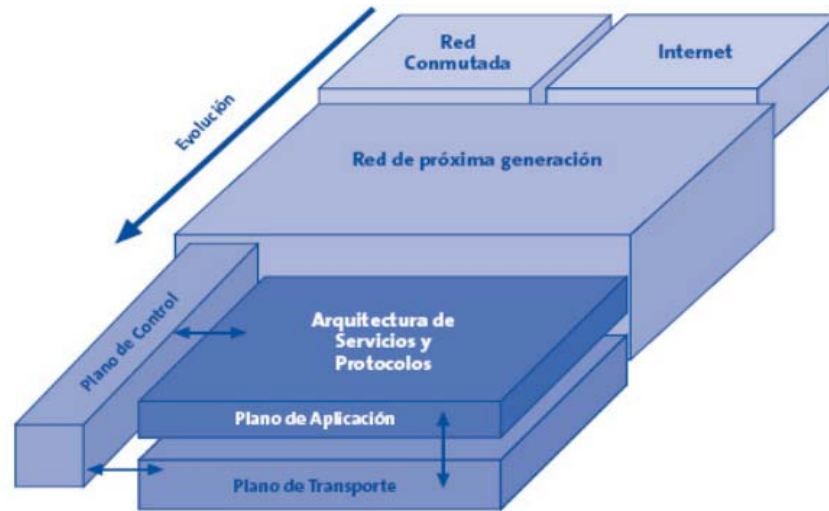
**Figura I: Vinculado con Internet**

**Fuente:** <http://dSPACE.ups.edu.ec> (2008)

b) Vinculado con la voz.

- Los servicios serán provistos a través de redes conectadas sobre terminales inteligentes y no inteligentes.
- La red tendrá la inteligencia y control sobre los servicios adaptándose en función de las necesidades.

- La red telefónica evolucionará para adaptarse a los servicios multimedia, constituyendo la base de la futura NGN.



**Figura II: Vinculado con la voz**

**Fuente:** [http://www.redes multiservicio\\_cap\\_11](http://www.redes multiservicio_cap_11) (2007)

En base a los enfoques para brindar el servicio al cliente hay que tomar en cuenta la visión en cuanto al servicio final que soportara la NGN y el tipo de usuario (empresarial o residencial), ya que sus objetivos y motivaciones son distintos.

#### 2.1.4. EVOLUCIÓN DE LA RED HACIA LAS NGN

La evolución de las NGN partió de las redes clásicas y las razones históricas que fundamentaron la evolución, además de la influencia del avance del Internet.

##### 2.1.4.1. Red Clásica

Características de una red clásica:

- Ancho de banda caro y escaso.
- Servicios ligados a la infraestructura de red.
- Servicios integrados de forma vertical.
- Equipos complejos con elevado costo.



- Para la QoS se asigna y reserva recursos específicos de red.
- No soporta las técnicas de distribución basadas en tecnología multicast<sup>2</sup>.

#### **2.1.4.2. Factores de la evolución**

Uno de los factores para la evolución fue la aparición de la libre competencia, la misma que motivó a querer ampliar los servicios que ofrecen las operadoras sobre las redes existentes, teniendo que dar soporte a los servicios ya que las redes no habían sido diseñadas para ofrecer los mismos, es así que se descubrió la incapacidad que tenían las redes para brindar óptimamente los nuevos servicios.

La evolución tecnológica en las redes de datos fue creciente ante la necesidad de comunicarse en entornos empresariales. Desarrollándose el estándar de comunicaciones ATM, que fue absorbido por IP/Ethernet<sup>3</sup>, cuando alcanzó el nivel de velocidad y funcionalidad.

A todo lo anterior se unía un nuevo factor que se convirtió en el definitivo detonante del cambio, siendo la aparición y avance del fenómeno Internet.

Ethernet es el nombre de una tecnología de redes de computadoras de área local (LANs) basada en tramas de datos.

#### **2.1.5. EL FENÓMENO DEL INTERNET**

A finales de los 90 el rápido avance de Internet dio un giro sobre la visión de operadores sobre las redes de voz y datos. Se buscó soluciones para las redes existentes, ejecutando los ajustes indispensables para el funcionamiento adecuado.

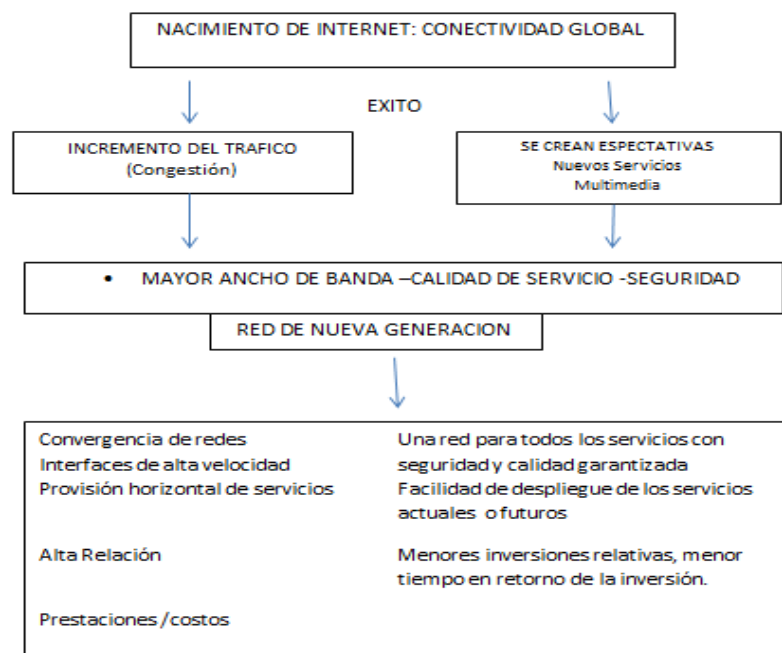
---

<sup>2</sup>Multicast es el envío de la información en una red a múltiples destinos simultáneamente.

<sup>3</sup>IP/Ethernet.-proporciona sistemas de red a nivel de toda la planta con el uso de tecnologías de conexión en red abiertas y estándar del sector.

Conforme el tráfico de Internet crecía, los problemas con el diseño comenzaron a manifestarse, por lo que el replanteo del entorno sería obligatorio. Las IP tradicionales mostraban carencias importantes al no ser las apropiadas, los equipos que contienen limitaciones en su capacidad, la QoS y seguridad.

Es así como surge y se desarrolla el concepto NGN, el dar la solución al permitir que se lleve a cabo el modelo All-IP de forma apropiada, solucionando la convergencia de redes con interfaces de alta velocidad, seguridad y calidad, que proporcionan servicios actuales como futuros de forma óptima y segura.



**Figura III: Fenómeno del Internet en el concepto NGN**

Fuente: <http://dspace.epn.edu.ec> (2008)

### 2.1.6. EL PROCESO DE EVOLUCIÓN

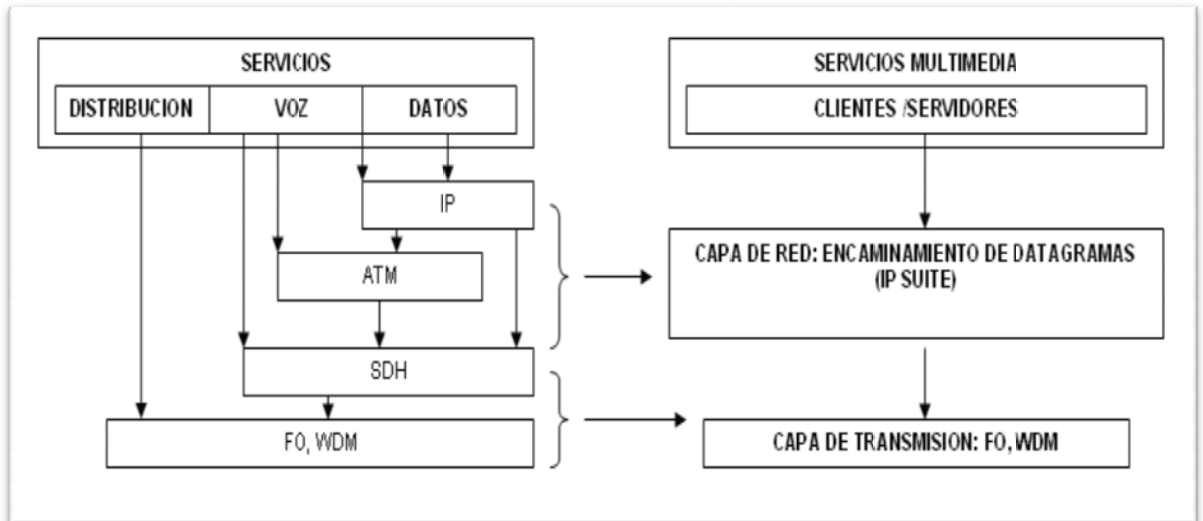
En la actualidad se requieren entornos convergentes<sup>4</sup> basados en el modelo NGN. Se inicia en el núcleo donde la red se irá extendiendo creciente hacia el acceso. Mientras se extiende la NGN, podrá aprehender funciones de las redes

<sup>4</sup>convergentes.- Se aplica a la línea que converge con otra u otras en un mismo punto.

de acceso existentes. Es así que las NGN permitirán evolucionar y migrar, sustituyendo o emulando los servicios de telecomunicación, con una convergencia necesaria en aplicaciones e infraestructuras. Es por tal razón que la evolución es un proceso largo, que no siempre tiene claro sus objetivos.

**ESTRUCTURA DE RED CLÁSICA**

**ESTRUCTURA DE RED DE NUEVA GENERACIÓN**



**Figura IV: Modelos de Red Clásica Vs. NGN**

**Fuente:** [http://www.redes multiservicio\\_cap\\_11](http://www.redes multiservicio_cap_11) (2007)

En la **Tabla I** se muestra la funcionalidad asignada a cada capa:

Red Clásica	Red de Nueva Generación
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capa FO/WDM: transporte.</li> <li>• Capa SDH: Agregación y protección.</li> <li>• Capa ATM: Agregación, gestión de tráfico y calidad de servicio.</li> <li>• Capa IP: Encaminamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capa FO/WDM: transporte, agregación y protección.</li> <li>• Capa de Red: Encaminamiento, agregación, gestión de tráfico, calidad de servicio y protección.</li> </ul>

**Tabla I: funcionalidad asignada a cada capa**

Fuente: Realizado por los autores

## 2.2. NGN

"NGN es un concepto para definir y desplegar redes que, debido a su formal separación en diferentes capas y planos y al uso de interfaces abiertas, ofrece a los proveedores de servicios y operadores de telecomunicaciones una plataforma que puede evolucionar en etapas, para crear, desplegar y administrar servicios innovadores."

"Una red de próxima generación es una red por paquetes que proporciona múltiples servicios de banda ancha, que utiliza tecnologías de transporte con una calidad de servicio mínima y en la cual las funciones relacionadas con el servicio son independientes de las tecnologías de transportes subyacentes."

Sin embargo cada operador de servicios tiene sus propios objetivos y formulan definiciones diferentes acerca de NGN.

### 2.2.1. CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES

A continuación se indican las características más importantes de las NGN:

- Provee infraestructuras para la creación, desarrollo y gestión de toda clase de servicios actuales y futuros, distinguiendo y separando los servicios y las redes de transporte.
- El plano de transporte se basa 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; implica permitir la ampliación de la red de acuerdo a las necesidades.
- Soporta servicios de diferente naturaleza como: tiempo real y no real, streaming<sup>5</sup>, servicios multimedia (voz, video, texto).

---

<sup>5</sup>Streaming es una nueva tecnología para Internet que permite transmitir de forma eficiente audio y vídeo a través de la Red sin necesidad de descargar los archivos en el disco duro del ordenador de usuario.

- Soporte para múltiples tecnologías de última milla.
- Su arquitectura funcional soporta la conexión a red basada en tres modos de conmutación de: circuitos, paquetes y paquetes sin conexión.
- Facilita la distribución 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.
- Simplifica al máximo la administración, el mantenimiento y la distribución de los servicios.
- Configuraciones redundantes para asegurar alta tasa de disponibilidad de los servicios.
- Capacidad de banda ancha con QoS, garantizada de extremo a extremo.
- Seguridad
- Acceso Universal
- Ahorros en mantenimiento y consumo de energía

### **2.2.2. CONSIDERACIONES DE DISEÑO Y OBJETIVOS DE UNA NGN**

Se diseñan las NGN para sobrellevar arquitecturas de red y modelos de negocio. Donde las arquitecturas NGN no sólo pretenden extender beneficios, sino el disminuir costos de operación e inversión.

Mientras que los operadores de servicio nuevos no necesitan tener tácticas de migración, ya que pueden escoger una solución de voz y datos que proporcione convergencia de servicios avanzados.

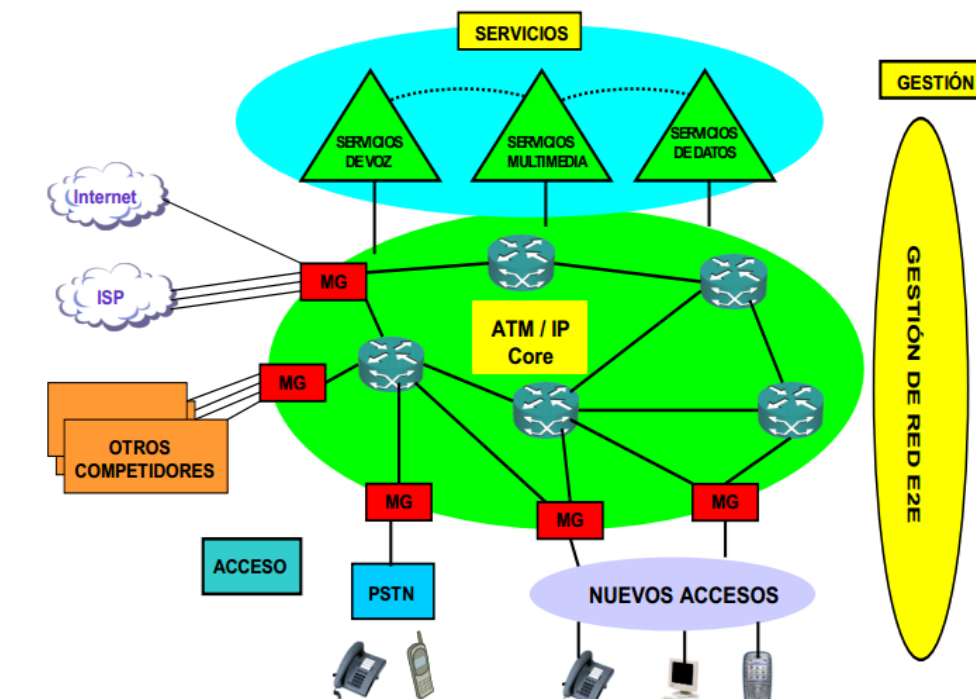
En cambio los operadores antiguos deben pensar en su plataforma instalada TDM, por lo que se debe decidir sobre la actualización de los equipos, para poder contar una red NGN incorporada.

Asimismo debemos tener en cuenta el incremento del tráfico en Internet “dial up”, provocando extensos retardos en las redes. Para lo cual se necesita incorporar soluciones antes de evolucionar hacia las NGN.

### 2.2.3. ARQUITECTURA DE NGN

La arquitectura que requiere una NGN debe permitir la integración de servicios nuevos y tradicionales.

La arquitectura está constituida por cuatro capas vitales de la tecnología: conectividad, acceso, servicio y gestión, basados en varias normas esenciales para implementar una NGN exitosamente.



**Figura V: Arquitectura de NGN**

Fuente: <http://webdelprofesor.ula.ve> (2010)

#### 2.2.3.1. Capa de Conectividad Primaria y Transporte

Transporta el tráfico a través de esta capa, usando una red IP compuesta de enrutadores de borde, backbone y de medios de transmisión ópticos. Pues proporciona el encaminamiento y conmutación general del tráfico de la red de un extremo de ésta al otro.

### **2.2.3.2. Capa de Acceso**

Proporciona el acceso a los servicios de la red NGN independiente del tipo de terminal y medio empleado, utiliza las diversas tecnologías usadas para llegar a los clientes.

### **2.2.3.3. Capa de Servicio**

En esta capa están los equipos que proveen los servicios y aplicaciones disponibles en la red. Servicios que brinda la red independiente de la tecnología de acceso que use. Un carácter distribuido que brinde mayor eficiencia sin importar la ubicación del usuario.

### **2.2.3.4. Capa de gestión**

La capa que ayuda a minimizar los costos de explotación de 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 necesarios para dirigir la red

## **2.2.4. COMPONENTES DE LA ARQUITECTURA DE NGN**

Las NGN están formadas por componentes como Softswitch, AMG, terminales de los Usuarios los mismos que describiremos a continuación:

### **2.2.4.1. El Softswitch**

Softswitch es el nombre genérico que se le da al nuevo sistema de telefonía que ha avanzado hasta la transmisión de voz mediante redes de conmutación de paquetes (IP), siendo el más importante en la capa de control dentro de una arquitectura NGN, ya que se encarga del control de llamada (señalización y gestión de servicios), procesamiento de llamadas, y otros servicios.

Además opera como administrador, al interconectar redes de telefonía fija, con las redes de conmutación de paquetes (IP), teniendo como objetivo principal

ofrecer una confiabilidad y calidad de servicio, igual o incluso mejor a la que brinda una red de conmutación de circuitos, con precios más bajos.

Algunas características del *softswitc*:

- Permite el control de servicios de conexión asociados a las puertas de enlace al medio (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.
- Selección de procesos en cada llamada.
- El enrutamiento de las llamadas en función de la señalización y de la información almacenada en la base de datos de los clientes.
- La capacidad para transferir el control de una llamada a otro elemento de red.
- Interfaces con funciones de gestión como los sistemas de facturación y provisión.
- Coexistencia con las redes tradicionales de conmutación.
- Soporte de servicios como: Voz, Fax, vídeo, datos y nuevos servicios que serán ofrecidos en el futuro.
- Los dispositivos finales pueden ser; teléfonos tradicionales, teléfonos IP, computadores, beepers, terminales de video conferencia, etc.
- Separar el software del hardware en una red, lo que implica libertad en la elección de productos de distintos fabricantes en todas las capas de la red.
- Bajo Costo de desarrollo.
- Mejora los servicios para el cliente, lo que facilita su rápido ingreso al mercado.
- Mensajería unificada que brinda facilidades para que los usuarios recuperen, respondan y administren todos sus mensajes de voz, llamadas telefónicas, el correo electrónico y los faxes, independientemente del horario, ubicación o dispositivo, Todo bajo una misma interfaz.
- Flexibilidad al soportar el desarrollo de equipos de telefonía de gran nivel.
- Mejores ingresos para los proveedores de servicios y operadores.



#### **2.2.4.2. El Access Media Gateway (AMG)**

El AMG es una clase superior de Media Gateway, y es importante porque reemplazan las tarjetas de línea TDM de los switches.

Hay varios subtipos de AMG, mostrando diferentes aproximaciones a las redes de telecomunicaciones. Un subtipo muy importante son las puertas de enlace de Acceso Multiservicio MSAG (Multiservice Access Gateway), también conocida como Nodos de Acceso Multiservicio MSANs (Multiservice Access Nodes), Los cuales brindan servicios de banda ancha y Triple Play, soportando una migración fluida a tecnologías NGN.

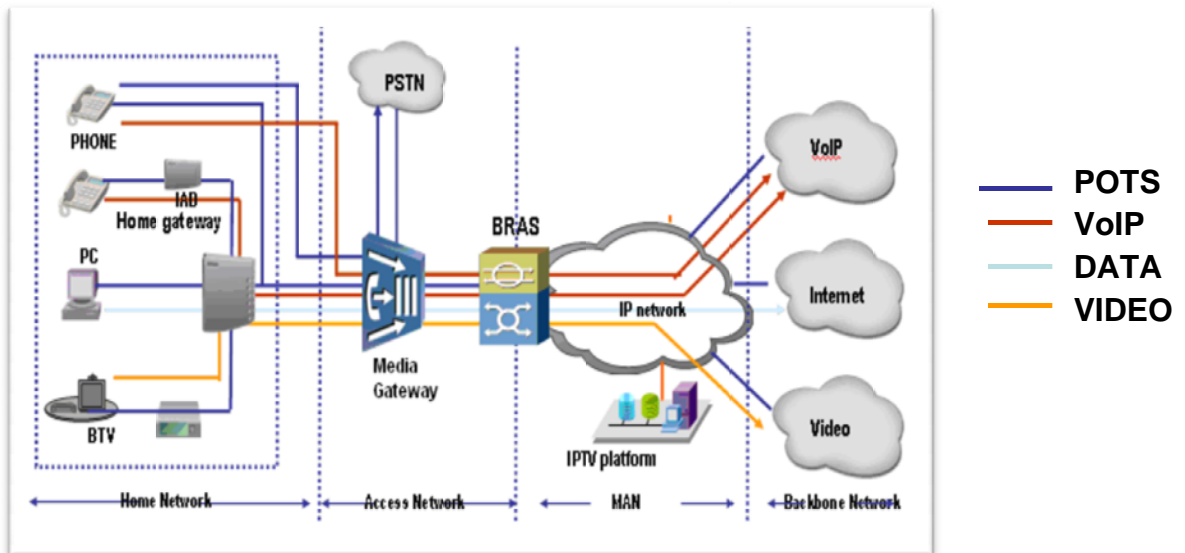
El AMG también realiza labores de compresión y descompresión de señales de voz, por lo que requiere potencia de procesamiento.

#### **2.2.4.3. Terminales de los Usuarios**

- Las interfaces de usuario final, son físicas y funcionales (control).
- Los Terminales son los sustitutos de los actuales teléfonos. Se pueden implementar tanto en software como en hardware.
- Software son las aplicaciones o programas que permiten la comunicación vía Internet, pueden ser usadas simplemente a través de un computador o PC con el respectivo micrófono y los parlantes del mismo, proporcionando la misma experiencia que una llamada telefónica tradicional.
- Hardware se refiere a una amplia variedad de equipos terminales de usuario y básicamente a los Teléfonos IP, que permiten realizar llamadas telefónicas vía Internet. El concepto más elemental para explicarlo sería decir que las señales de voz son convertidas en paquetes de información digital que son luego transmitidos a través del protocolo IP (Internet.)
- El teléfono IP está basado en el estándar ITU H.323 para VoIP.
- El software consiste de los siguientes grandes subsistemas: Interfaz de usuario, Procesamiento de Voz, Telephony Signaling Gateway, Protocolos de interfaz de Red, Agente administrador de Red, y servicios del sistema.

## 2.2.5. SERVICIOS SOPORTADOS POR NGN

En la figura VI se muestra los servicios que son soportados por NGN:



**Figura VI: Servicios de NGN**

Fuente: <http://www.telecentros.pe> (2011)

### 2.2.5.1. Servicios multimedia

NGN soporta comunicaciones en tiempo real (diferentes a la voz) y otras que no son en tiempo real.

Proveer comunicación extremo a extremo:

- Servicios de mensajería: mensajería instantánea (IM), servicios de mensajes cortos (SMS), servicios de mensajes multimedia, etc.
- Presionar y hablar (Push to talk) sobre NGN.
- Servicios interactivos multimedia punto a punto: video telefonía, conversación total, conferencia multimedia con compartición de archivos y aplicaciones (juegos, aprendizaje).
- Servicios de distribución de contenidos: radio y video streaming, música y video bajo demanda, distribución de imágenes profesionales y médicas, publicidad electrónica.
- Servicios de difusión/multidifusión.

- Servicios de información: estado del tráfico en las carreteras, información de tickets de vuelo, etc.
- Servicios basados en localización.

#### **2.2.5.2. Otros Servicios**

Tiene la cualidad de estar orientada a varios servicios de datos comunes a las redes de paquetes. Por ejemplo los servicios de red privada virtual (VPN), servicios de comunicación de datos (transferencia de archivos, correo electrónico), aplicaciones en línea (ventas en línea, comercio electrónico, pedidos comerciales en línea, etc.).

#### **2.2.5.3. Acceso a Internet**

El acceso a Internet a través de medios existentes, así como la red core o núcleo NGN, que da transparencia en las comunicaciones extremo a extremo, interacción entre pares (peer to peer) y otros servicios dentro de los alcances de la NGN.

#### **2.2.5.4. Aspectos de servicio público**

Cuando las NGN soporten servicios públicos, proveerán dichos servicios de acuerdo a las regulaciones nacionales, regionales, los tratados internacionales.

Algunos servicios:

- Intercepción legal
- Rastreo de llamadas maliciosas
- Identidad del usuario, presentación y privacidad
- Comunicaciones de emergencia
- Usuarios con discapacidad
- Selección de proveedor de servicios.

### **2.3. PROTOCOLOS UTILIZADOS EN NGN**

NGN utiliza varios protocolos los mismos que describiremos a continuación:

### 2.3.1. PROTOCOLO SIP

SIP (Session Initiation Protocol) es un protocolo de señalización para conferencia, telefonía, presencia, notificación de eventos y mensajería instantánea a través de Internet.

Fue desarrollado inicialmente por el grupo de trabajo IETF MUSIC (Internet Engineering Task Force Multiparty Multimedia Session Control) y a partir de Septiembre de 1999, pasó al grupo de trabajo IETF SIP.

Utilizado en telefonía IP, Gateways, teléfonos IP, softswitches y también en aplicaciones de vídeo, mensajería instantánea, chat, etc.

El protocolo SIP tiene las siguientes características

- Utilizando SIP podremos implementar servicios de telefonía básicos y avanzados (voz, datos y video) sobre redes IP.
- Usando Gateway, tolera comunicaciones entre usuarios de redes IP y de otras redes, incluyendo las redes telefónicas convencionales (PSTN).
- Este protocolo tiene RFC 2543 (SIP 2.0), RFC 3261 (clarified SIP 2.0)
- Es un protocolo independiente de capas inferiores y puede ser soportado sobre TCP, UDP, IP o ATM.
- Ofrece potencialidades y las características de la telefonía de Internet.
- Es un protocolo flexible, por lo que es posible agregar más características y mantener la interoperabilidad<sup>6</sup>.
- se aplica para sesiones punto-a-punto unicast y puede ser usado para enviar una invitación a participar en una conferencia multicast.
- Utiliza el modelo cliente-servidor y se adapta a las aplicaciones de Telefonía-IP.

---

<sup>6</sup>Interoperabilidad.- es la capacidad que tiene un producto o un sistema, cuyas interfaces son totalmente conocidas, para funcionar con otros productos o sistemas existentes o futuros y eso sin restricción de acceso o de implementación.

### **2.3.2. PROTOCOLO H.323**

El estándar H.323 fue desarrollado para proveer a usuarios: tele-conferencias teniendo, capacidades de voz, video y datos sobre redes de conmutación de paquetes.

Utilizado generalmente para Telefonía IP y para videoconferencia basada en IP. A continuación nombramos algunas características sobre este protocolo:

- No garantiza QoS.
- Independiente de la topología de la red.
- Admite Gateways.
- Permite usar más de un canal (voz, vídeo, datos) al mismo tiempo.
- El protocolo permite que empresas añadan funcionalidades, al implementar las funciones de interoperabilidad necesarias.

### **2.3.3. MEGACO/H.248**

El protocolo H.248 conocido también como MEGACO, es el resultado de la contribución entre la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) y la IETF (Internet Engineering Task Force).

Este es un componente necesario de llamada que permite la conmutación de llamadas de voz, fax y multimedia entre la red PSTN y las redes IP de siguiente generación. El origen de H.248 está en el protocolo MGCP, provee un control centralizado de las comunicaciones y servicios multimedia a través de redes basadas en IP.

H.248 tiene como características principales:

- Optimizar el rendimiento y costo de la red
- Distribuye geográficamente la función de llamada y Gateway
- Adapta equipos antiguos

### **2.3.4. PROTOCOLO RTP Y RTCP (TRANSPORTE DE VOZ Y VIDEO)**

El protocolo RTP provee transmisión de los datos en las en las aplicaciones de VoIP. La digitalización y compresión de la voz y el video lo realiza el CODEC, mientras que la señalización o establecimiento de llamada lo realiza el protocolo SIP.

RTP contiene el protocolo RTCP que envía datos de control y datos de mediciones efectuadas durante la transmisión.

Este protocolo puede realizar:

- Detección de pérdidas
- Etiquetado de contenidos
- Realimentación
- Estimación de Miembros y detección de Bucles
- No son responsables de las tareas de alto nivel como:
  - Sincronización
  - Recuperación de paquetes perdidos
  - Control de congestión

### **2.3.5. PROTOCOLO RSVP**

El protocolo RSVP es un protocolo de control que permite reservar recursos alcanzando la calidad de servicio en las redes. Usadas en las aplicaciones de tiempo real. RSVP tiene las siguientes características:

- Reserva recursos basado en las necesidades para transmisión por mono difusión y multidifusión.
- Hace reservas para flujos de datos unidireccionales.
- Mantiene una reserva de recursos para el flujo del receptor.
- Permiten que los usuarios especificar las reservas para el grupo de multidifusión.

### 2.3.6. PROTOCOLO IP

El protocolo IP tiene como función principal transportar datos bidireccionalmente de origen o destino mediante un protocolo no orientado a conexión que traslada paquetes conmutados a través de distintas redes.

Las características principales del protocolo IP son:

- Transporta paquetes de un sitio a otro.
- El medio de comunicación puede ser compartido entre varios usuarios.
- Varios paquetes puede transmitirse al mismo tiempo y se ordenará y combinará al llegar a su destino.
- Al fallar él envió se volver a transmitir el paquete y no todo el mensaje.
- Los paquetes no necesitan seguir la misma trayectoria.
- TCP/IP proporciona la base para muchos servicios útiles como: correo electrónico, transferencia de ficheros y acceso remoto.
- Proporciona controles de seguridad en las transferencias.
- Protocolo orientado a no conexión.

#### 2.4. VENTAJAS DE NGN SOBRE UNA PSTN

	<b>NGN</b>	<b>PSTN</b>
<b>CONMUTACIÓN DE PAQUETES Y CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La conmutación de paquetes dispone de toda la capacidad de la red para todo el tráfico, todo el tiempo.</li> <li>• El tráfico que predomina es el de datos ya que la conmutación de paquetes es más costo-efectiva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La conmutación de circuitos reserva un canal en cada dirección durante la llamada, significa que al menos el 50% de recursos de la red no se están utilizando.</li> </ul>
<b>INFRAESTRUCTURA MULTISERVICIO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite que el proveedor de servicios opere una única red de propósito general en vez de muchas redes de propósitos especiales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los nuevos servicios se suministran montando redes incorporadas para transportar el tráfico de datos.</li> </ul>
<b>RED MULTI ACCESO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incorpora varias tecnologías de acceso, obteniendo flexibilidad y adaptabilidad de una gran gama de terminales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• puede ser accedida únicamente vía terminales telefónicos, fax, PBX o terminales que simulen el procedimiento de la PSTN.</li> </ul>



<p><b>SERVICIO DE FRONTERA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La arquitectura en las capas hace que la conmutación sea distribuida y la inteligencia más centralizada.</li> <li>• Los servicios se implementan en los puntos centrales donde la inteligencia está localizada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la implementación de nuevos servicios requiere de modificaciones a través de toda la red.</li> </ul>
<p><b>SERVICIO DE BANDA ANCHA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El ancho de banda de transmisión puede ser tan alto como sea necesario, la única limitación es la capacidad propia de la red.</li> <li>• Las redes NGN son inherentemente de banda ancha</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las redes de Conmutación de circuitos se basan en canales de 64 Kbps.</li> <li>• Los equipos de transmisión se acomodan y combinan múltiples canales básicos para proveer anchos de banda mayor, lo cual es costoso e ineficiente.</li> </ul>

**TABLAII: Ventajas De NGN Sobre Una PSTN**

**Elaborado: Por los Autores**

## **2.5. SDH**

SONET (Synchronous Optical NETwork) y SDH (Synchronous Digital Hierarchy) nacen para competir con la alta demanda de conectividad y de velocidades debido a la popularidad del Internet y los requerimientos de sus aplicaciones.

### **2.5.1. JERARQUÍA DIGITAL SÍNCRONA (SDH)**

Una red síncrona es capaz de incrementar el ancho de banda disponible y reducir el número de equipos de red sobre el mismo soporte físico que otro tipo de tecnologías.

El desarrollo de equipos de transmisión síncronos se ha visto reforzado por su capacidad de interoperar con los sistemas (PDH). Las facilidades de gestión avanzada que incorpora una red basada en SDH permiten un control de las redes de transmisión.

Actualmente SDH es la alternativa tecnológica de más futuro para la transmisión en las redes de comunicaciones. La tecnología PDH es todavía importante en la transmisión, al permitir separar el tráfico en canales de comunicación de baja velocidad (menores de 64 Kbps). Es por esto que los equipos PDH se integran en el denominado acceso de usuario a las redes de transmisión en su jerarquía más baja (PDH a 2 Mbps).

Las jerarquías síncronas de transmisión (SDH) significa la inmediata simplificación en el manejo de las infraestructuras básicas de comunicaciones utilizadas en redes extensas. Las anteriores técnicas de (PDH) obligan a convertir todo el tráfico en bits de igual tamaño, a pesar de haber sido generado, con diferentes relojes, antes de multiplexarlos por los enlaces de alta velocidad.

Cuando se utiliza SDH se elimina la necesidad constante de multiplexar<sup>7</sup> y demultiplexar las señales porque todas las señales son sincronizadas a la misma frecuencia haciendo innecesarios los bits de relleno, siendo posible introducir y extraer dinámicamente las señales de las tramas portadoras. Los multiplexores pueden ser configurados remotamente para proporcionar anchos de banda específicos y adecuados a las necesidades de cada usuario.

### 2.5.2. CAPAS O NIVELES DE SDH

La jerarquía digital síncrona en términos de un modelo de capas ha sido dividida en cuatro niveles que están directamente relacionados con la topología de red, como observamos en la **Tabla III**.

PSTN/ISDN	ATM	IP
VC-12	↓	↓
Encaminamiento (VC-N Layer)		
Sección de Multiplexación (Multiplexer Section)		
Sección de Regenerador (Regenerator Section)		
Interface Físico (Physical Interface)		

**Tabla III. Modelo de Capas de SDH**

**Fuente:** <https://sites.google.com> (2011)

Los mismos que detallaremos a continuación:

#### 2.5.2.1. Interface Físico

En SDH este es el nivel más bajo, el cual representa el medio de transmisión. Este es usualmente fibra óptica o posiblemente un enlace de radio o un enlace

<sup>7</sup>Multiplexar.- Circular mensajes destinados a distintos receptores y procedentes de fuentes distintas por la misma línea de transmisión de datos.

satelital que incluye una especificación del tipo de fibra óptica que puede ser utilizada.

#### **2.5.2.2. Sección De Regenerador**

La sección de regeneración es el camino entre regeneradores. En esta capa podemos especificar los niveles básicos de las tramas para convertir las señales eléctricas en señales ópticas.

#### **2.5.2.3. Sección De Multiplexación**

El nivel de multiplexación comprende la parte del enlace SDH entre multiplexores. Este nivel es responsable de la sincronización, el multiplexado de los datos en las tramas, la protección de las funciones de mantenimiento y de la conmutación.

#### **2.5.2.4. Encaminamiento (VC-4 Y VC-12 LAYER)**

Es el nivel responsable del transporte extremo-a-extremo de los contenedores virtuales (VC2) con la apropiada velocidad de señalización. Los datos son ensamblados al principio y no son desensamblados ni es posible acceder a ellos hasta que no llegan al final,

El mapeo es el procedimiento por el que las señales tributarias, tales como PDH y ATM están empaquetadas en los módulos de transporte de SDH.

### **2.5.3. ESTRUCTURA DE LA TRAMA SDH**

La trama elemental de SDH denominada STM-1. Está constituida por 270 columnas y 9 filas de bytes. Esta estructura de trama se repite cada 125µs, por lo que corresponde a una velocidad de transmisión básica de 155,52Mbps. Los bytes de la trama se transmiten en el tiempo de izquierda a derecha y de arriba abajo.

La trama se divide en 2 partes, la primera constituida por las 9 primeras columnas se conoce como cabecera y transporta la información diversa,

necesaria para administrar la red, corregir errores, sincronizar y para acceder al contenido de la información real transportada por la trama que se encuentra en la parte de la carga de la trama constituida por las 261 columnas siguientes.

La cabecera está dividida en 3 partes. La primera que comprende las 3 primeras filas se denomina RSOH (“Regenerator Section Overhead”), la segunda compuesta por la fila 4 está destinada a punteros, y la tercera constituida por las filas 5 a 9 es la denominada MSOH (“Multiplexing Section Overhead”). Los overheads o “taras” son bytes de información que se añaden con el fin de monitorizarla para la detección de errores. Incluyen además capacidad -35- extra para señalización entre elementos de sección, para envío de señales de alarma, sincronización, etc. Estas tareas pueden realizarse tanto entre regeneradores, mediante la RSOH, como entre multiplexores mediante la MSOH.

Una de las particularidades de SDH es que no tiene por qué comenzar síncronamente con el principio de la zona de carga de la trama, sino que puede comenzar en cualquier punto, desbordándose si es preciso a la zona de carga de la trama o tramas siguientes. La ventaja de este mecanismo está en la reducción de número de “buffers” en los nodos, y por tanto, del tiempo de espera que sufre una señal antes que sea transportada.

#### **2.5.4. CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS DE UNA RED SDH**

Las principales características que podemos mencionar en SDH son las siguientes:

##### **2.5.4.1. Simplificación de red**

Uno de los mayores beneficios de la jerarquía SDH es la simplificación de red frente a redes basadas en PDH.

Un multiplexor SDH puede incorporar tráficos básicos (2 Mbps en SDH) en cualquier nivel de la jerarquía, sin necesidad de utilizar una cascada de multiplexores, reduciendo las necesidades de equipamiento.

#### **2.5.4.2. 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. Es por esto que los fallos en la red de transporte son transparentes desde el punto de vista de una comunicación extremo a extremo, garantizando la continuidad de los servicios. La posibilidad de control remoto y mantenimiento centralizado permite disminuir el tiempo de respuesta ante fallos y el ahorro de tiempo de desplazamiento a emplazamientos remotos.

#### **2.5.4.3. Estandarización**

Los estándares SDH permiten la interconexión de equipos de distintos fabricantes en el mismo enlace. Esta estandarización permite a los usuarios libertad de elección de suministradores, evitando los problemas asociados a depender de una solución propietaria de un único fabricante. Entre los diferentes estándares debemos tomar en cuenta los siguientes:

##### **a.- Fibra óptica**

Éste es el medio físico comúnmente desplegado en las redes de transporte actuales. Tiene una mayor capacidad de portar tráfico que los coaxiales o los pares de cobre lo que conduce a una disminución de los costos asociados al transporte de tráfico.

##### **b.- Topologías en anillo**

Éstas están siendo desplegadas cada vez en mayor número. Si un enlace se pierde, 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.

### **2.5.5. Desventajas de una red SDH:**

- a) El entrelazamiento de bits hace que canales a 64 Kbits/s. pertenecientes a un tramo de tráfico solo se puedan dividir hasta que se demultiplexa a nivel de multiplex primario.
- b) Los canales de n 64Kbits/s que no se puedan incluir bajo el multiplex primario no se pueden tramitar de ninguna otra forma por la red.
- c) La información de mantenimiento no está asociada a vías completas de tráfico, sino a enlaces individuales, por lo cual el procedimiento de mantenimiento para una vía completa es complicado.
- d) Necesita sincronismo entre los nodos de la red, requiere que todos los servicios trabajen bajo una misma referencia de temporización.
- e) Se pierde eficiencia, ya que, el número de bytes destinados a la cabecera de sección es demasiado grande.

### **2.5.6. Tipos de Elementos de Red**

Solamente se considerarán tres tipos de elementos de red SDH: Sistemas de línea, multiplexores add-drop (ADM) y cross conectores digitales los mismos que detallaremos a continuación.

#### **2.5.6.1. Terminales de Línea**

Es el tipo de elemento de red SDH más simple. Éste implementará únicamente la terminación de línea y la función de multiplexión, de modo que su utilización es típica en configuraciones punto a punto.

#### **2.5.6.2. Multiplexores Add-Drop (ADM)**

Estos equipos ofrecen la función de cross-conexiones junto con la de terminal de línea y multiplexión. En SDH es posible extraer (Drop) un contenedor virtual e insertar en sentido contrario (Add) otro contenedor virtual a la señal STM directamente sin necesidad de despeinarla según vimos anteriormente. Esta ventaja fundamental de los sistemas síncronos significa que es posible conectar flexiblemente señales entre interfaces.

### **2.5.6.3. Cross-Conectores Dedicados**

Cross-conectividad de los ADMs permite que la función de Cross-Conexión sea distribuida a lo largo de red, pero también es posible tener un único equipo cross-conector. Los cross conectores digitales (DXC) son los más complejos y costosos equipamientos SDH.

### **2.5.6.4. Regeneradores y Repetidores**

Los elementos de red también pueden ser configurados para extender la longitud de los tramos entre nodos, y por tanto realicen funciones de intercambio de tráfico.

Los amplificadores ópticos son una opción para extender el alcance de las señales ópticas. Estos trabajan como repetidores, reimpulsando la señal. La señal no sufre ninguna transformación a eléctrica. De este modo, el tramo se amplía por potencia inyectada en la señal que no está limpia de degradaciones ni ruido.

## **2.5.7. ARQUITECTURAS DE PROTECCIÓN EN SDH**

Una de las mayores ventajas introducidas con la aparición de SDH es la de incorporar una mejora considerable en la disponibilidad y fiabilidad global de red al introducir por primera vez mecanismos y técnicas de protección.

### **2.5.7.1. Esquemas de protección para enlaces punto a punto**

Existen los siguientes esquemas de protección Conmutación de protección automático, Esquemas de protección en anillo y Protección en redes IP los mismos que se detallara a continuación:

#### **a. Conmutación de protección automático (Automatic Protection Switching) APS**

APS es una tecnología creada para proveer recuperación de enlaces en caso de alguna falla, esto es posible teniendo dispositivos SDH en 2 pares de fibra



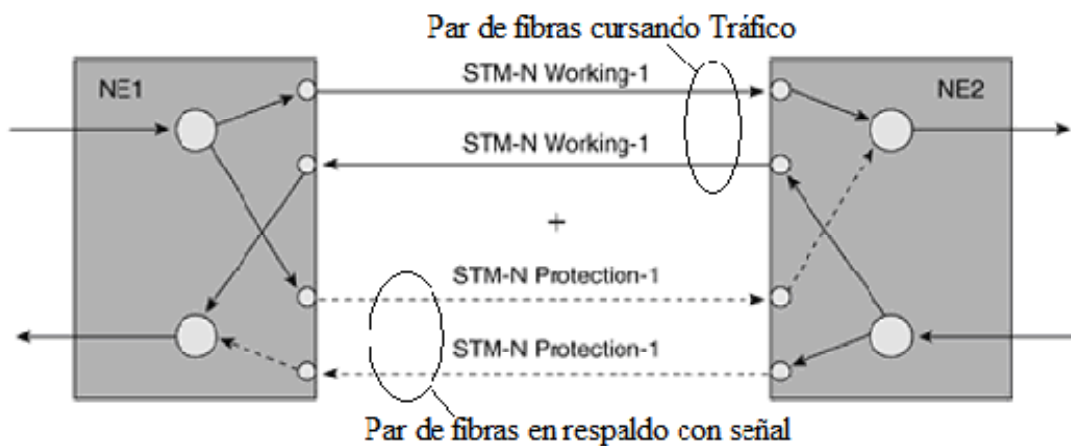
distintas, uno de ellos (transmisor y receptor), es el que cursa el tráfico, y el otro par es usado para protección, el tramo que transporta el tráfico y el tramo de protección son enrutados sobre caminos físicos distintos para que la protección sea efectiva.

Las fibras usadas para protección pueden o no cargar copia del tráfico cursante, dependiendo de cómo esté configurada la protección.

Según Conmutación de protección automático existe Protección 1+1 y Protección 1: N los cuales detallaremos a continuación:

### b. Protección 1+1

En protección 1+1, la señal en el punto de emisión es continuamente puentada al nivel de los contenedores virtuales VC-4/STM-1, tanto en el tramo de transmisión como en el de protección, para que una carga idéntica sea transmitida sobre un par de fibras distintas hasta el punto de recepción, en este punto las señales son monitoreadas continuamente en caso de fallas.



**Figura VIII. Esquema de protección 1+1 (1)**

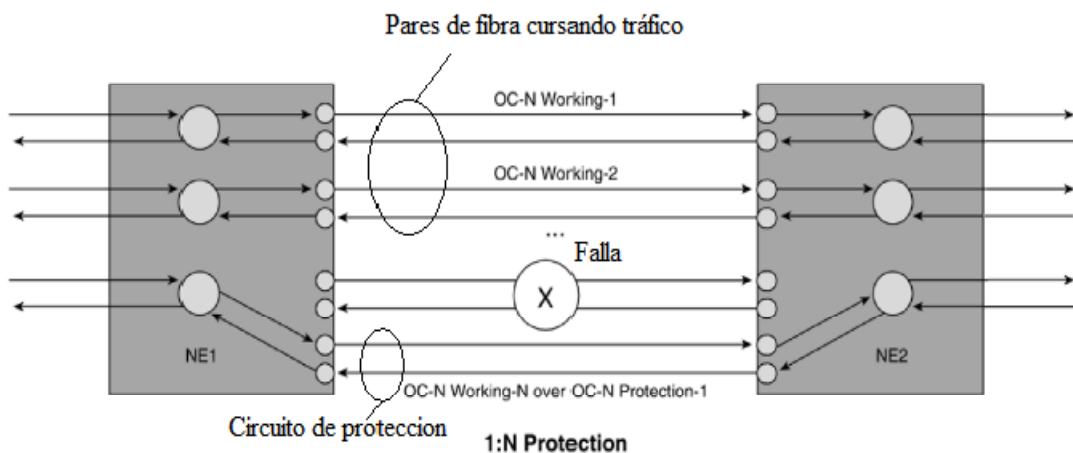
**Fuente:** <https://www.tlm.unavarra.es> (2008)

### c. Protección 1: N

En este tipo de arquitectura de protección, el tráfico es transmitido en un tramo sencillo hasta que ocurre alguna falla, la protección es activada cuando esto

ocurre. Se establece que existe un solo tramo de protección para N circuitos que cursan tráfico en alguna red, de ocurrir una falla, el protocolo APS es usado para conmutar el tráfico al tramo de protección. Como solo se protege un solo tramo a la vez, en caso de que falle más de un circuito, se debe establecer una prioridad entre los circuitos a proteger.

En el caso 1: N existe un tramo de protección por cada N tramos que cursan tráfico, pero no existe tráfico en el tramo de protección.



**Figura IX. Esquema de protección 1: N (1)**

**Fuente:** [https://www.tlm.unavarra.es/~daniel/docencia/rba/rba07\\_08/slides/24-TopologiasSDH\\_1pp.pdf](https://www.tlm.unavarra.es/~daniel/docencia/rba/rba07_08/slides/24-TopologiasSDH_1pp.pdf)

### 2.5.7.2. Esquemas de protección en anillo

Las arquitecturas de red en forma de anillo son muy empleadas por los operadores para implementar parte de la red de transporte, así como redes metropolitanas. Esta topología presenta una serie de ventajas entre las que cabe destacar las siguientes:

- Para cada pareja de nodos que conecta el anillo, este proporciona dos caminos disjuntos, es decir que no posee ningún enlace ni nodo en
- Desde el punto de vista de conexión, los anillos permiten conectar un conjunto elevado de nodos con un único anillo físico de fibra.

c) Los anillos SDH instalados actualmente se denominan auto-recuperables, ya que incorporan mecanismos de protección que detectan automáticamente los fallos y reencaminan rápidamente el tráfico fuera de la ruta afectada hacia otras.

#### **a. Subnetwork Connection Protection**

Cada pareja de nodos en el anillo está unida por una fibra que se emplea como fibra de trabajo y otra que actúa como fibra de protección. La protección se implementa a nivel de camino o sección de canal de SDH. Para ello el nodo B monitoriza de forma continua el estado de las conexiones SDH de la fibra de trabajo y protección y selecciona la mejor que proviene de las dos conexiones. Si se produce un fallo (ejemplo en el enlace A-B) entonces B conmuta a la fibra de protección y continúa recibiendo tráfico.

Las Características más significativas son:

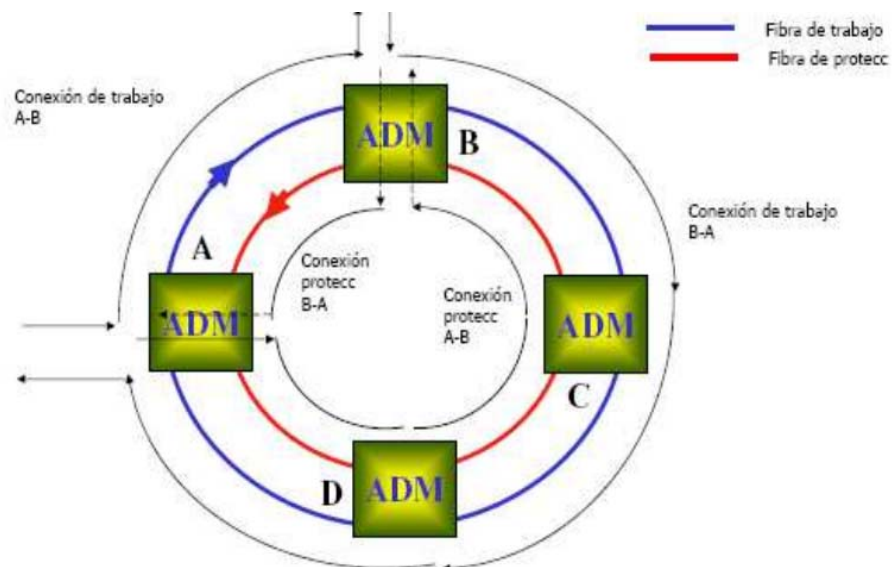
- Protege frente a fallos en enlaces, transmisores/receptores y nodos.
- La capacidad requerida para protección es igual a la de trabajo.
- No se reutiliza especialmente la capacidad de la fibra: cada conexión (bidireccional)

Según Subnetwork Connection Protection existe la protección MS-SPRING/4 y MS-SPRING/2 los mismos que detallaremos a continuación:

#### **b. MS-SPRING/4**

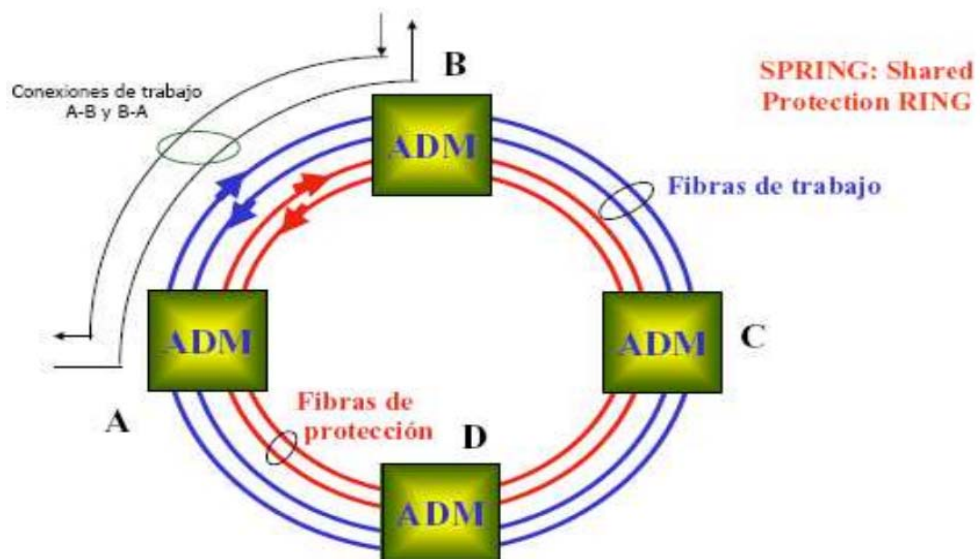
SPRING identifica, dentro de las redes SDH a un anillo con protección compartida ("Shared Protection RING").

Cada pareja de nodos en el anillo está unida por dos fibras de trabajo que transportan la información en direcciones opuestas y otras dos que actúan como fibras de protección, transportando la información en direcciones opuestas. La diferencia principal con el esquema SCNP reside en que el tráfico en las fibras de trabajo se transmite en las dos direcciones buscando el camino más corto



**Figura X: funcionamiento del esquema de protección SNCP**

Fuente: <http://arantxa.ii.uam.es> (2008)

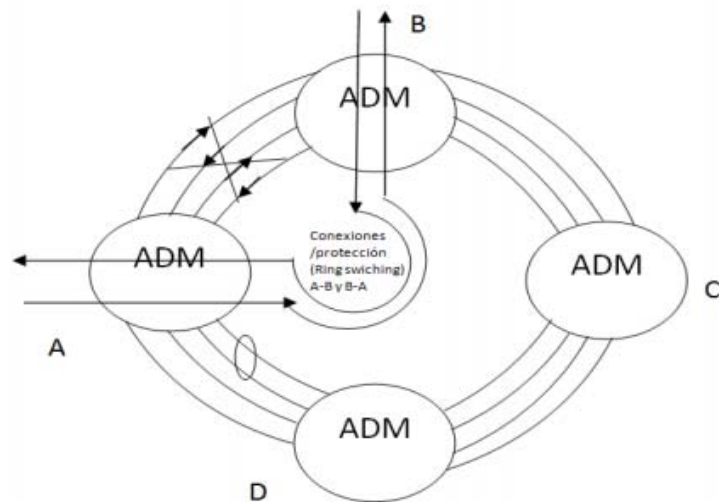


**Figura XI: Anillo de cuatro nodos sobre el que se implementa un esquema de protección MS**

Fuente: <http://arantxa.ii.uam.es> (2008)

MS-SPRING/4 admite dos formas de protección: conmutación de enlace (“Span switching/4”) y conmutación de anillo (Ring switching).

En la figura se ilustra la activación del mecanismo de protección por conmutación de enlace. En este caso, si el transmisor o receptor en una fibra de trabajo fallan, entonces el tráfico se reencamina sobre la fibra de protección existente entre los dos nodos del enlace afectado. También puede hacer frente al corte de las fibras de trabajo siempre que el tendido de las fibras de trabajo no coincida físicamente con el de las de protección.



**Figura XII. Funcionamiento del esquema de protección de enlaces de MS-SPRing/4**

**Fuente:** <http://arantxa.ii.uam.es> (2008)

### c. MS-SPRing/2

Es similar a MS-SPRing/4, pero con la diferencia que las fibras de trabajo y la protección no se diferencian entre sí, es decir, las fibras de protección están embebidas en las propias fibras de trabajo. Su forma de operar es que: la capacidad de cada fibra se divide en dos mitades: una mitad para tráfico y otra para protección.

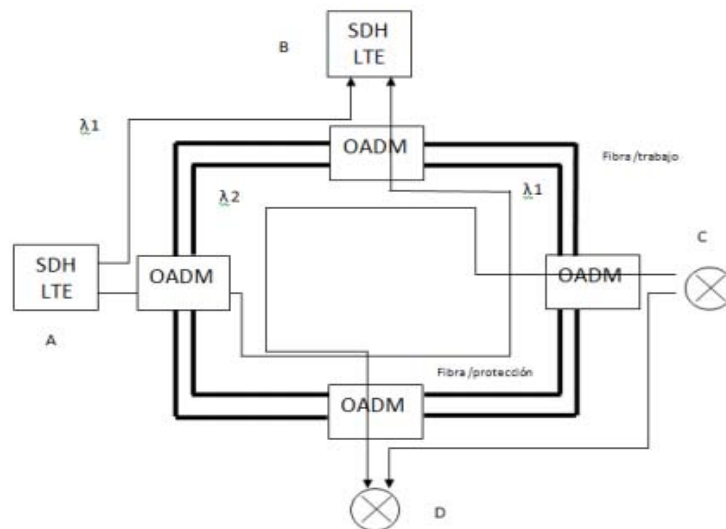
#### 2.5.7.3. Protección en redes IP

Las redes Ip proporcionan un servicio de tipo "best effort". El encaminamiento de paquetes es de carácter dinámico y se realiza salto a salto, ya que cada router mantiene una tabla que le indica el router (o posible routers) próximo en función del destino de los paquetes que a él llegan.

Otro aspecto de importancia en cuanto a la protección en redes IP reside en el elevado tiempo que se tarda en detectar un fallo. Ejemplo, el sistema de intercambio de información intradominio de IP especifica que los routers intercambien mensajes con sus vecinos para actualizar la información sobre el estado de la red cada 10 seg. En general, la detección de fallos por parte de los routers IP del núcleo de la red viene a tardar unos 10 seg. Para bajar este intervalo de tiempo es necesario que IP delegue en otras capas, tales como SDH o la capa óptica la detección de fallos.

#### 2.5.7.4. Protección en la capa óptica.

Aunque SDH incorpora gran cantidad de protección, hay otras capas más orientadas a la transmisión de datos (IP, ATM, ESCON, etc.) que no proporcionan tal nivel de protección. Una ventaja reside en el ahorro de costes de protección, que se produce al introducir la protección en la capa óptica en vez de hacerlo directamente sobre las capas cliente. El ahorro depende de la configuración particular de la red.



**Figura XIII: Ejemplo de anillo SDH /WDM donde la protección se realiza en la capa cliente SDH**

**Fuente:** <http://arantxa.ii.uam.es> (2008)

## **2.6. REDES NG-SDH**

### **2.6.1. Características DE NG-SDH”**

SDH es 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 Sonet como el medio de unificación para protocolos y servicios.

En general, 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, por ejemplo:

- Multiservicio que aprovisiona plataforma (MSPP): incluye la multiplexación SDH, a veces con más puertos de Ethernet, a veces multiplicación 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.

- Multiservicio que cambia plataforma (MSPP): un MSPP con una capacidad grande para conmutación de TDM, es la respuesta en el corazón de metro.

### **2.6.2. VENTAJAS:**

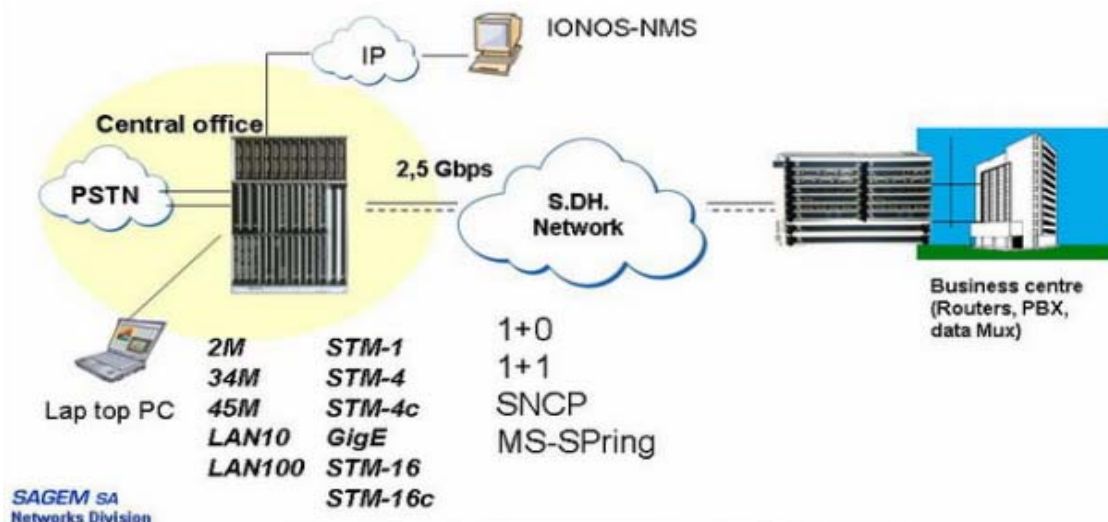
Cada trama puede hacer distribuir su capacidad a través de fibras múltiples, gracias al uso de la memoria adaptable y parachoques

El Encadenamiento Virtual tiene a menudo acciones de palanca X.86 e incluye protocolos (GFP) a fin de trazar un mapa de cargas útiles de ancho de banda arbitraria en el contenedor, prácticamente concadenado.

### 2.6.3. INCONVENIENTES

Inflexibilidad: según los datos y mezcla de tráfico de voz que debe ser llevada, puede haber una cantidad grande del ancho de banda no usado, debido a los tamaños fijos de contenedores concatenados.

\*El Esquema de Ajuste de Capacidad de Eslabón (LCAS) tiene en cuenta el cambio dinámico del ancho de banda para concatenar contenedores de multiplexación basados en necesidades de ancho de banda a corto plazo en la red. Permite la variación de perfeccionamiento del ancho de banda. Esto también permite que el ancho de banda de protección sea reutilizada para el tráfico, un rasgo que también es proporcionado en la tecnología de Anillo de Paquete existente.



**Figura XIV: El Esquema de Ajuste de Capacidad de Eslabón**

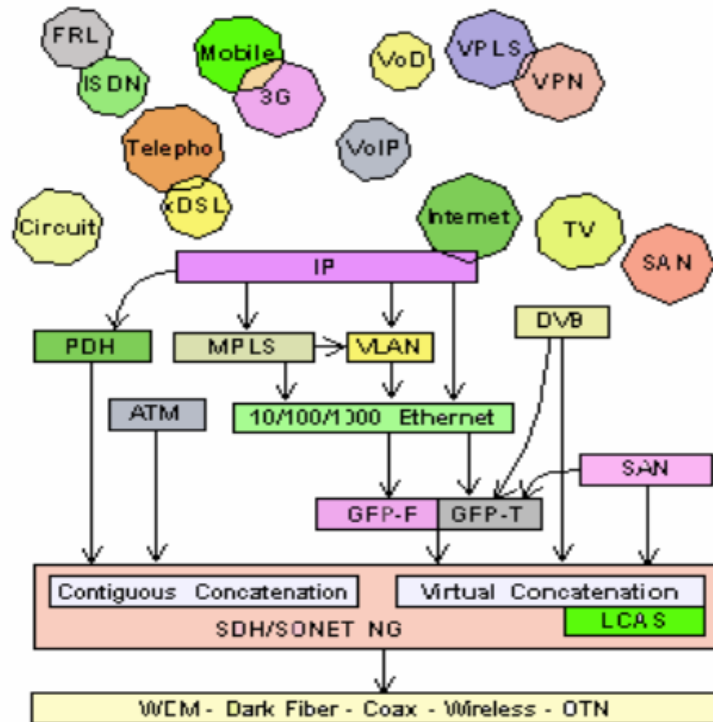
**Fuente:** <http://arantxa.ii.uam.es> (2008)

### 2.6.4. NG-SDH COMO SERVICIO

Es capaz de combinar transporte y aplicaciones de datos en una forma única. Tres tecnologías amistosas importantes han mostrado el camino en la introducción de SDH en el mundo de datos:



La aplicación más conocida es Ethernet (GFP), de 10 Mbps hasta Gigabit Ethernet aunque también cubre a otros como Canal de Fibra y Emisión de Vídeo Digital. Ofrece correlaciones estándares por la industria para muchos servicios de datos en SDH, y sustituye esquemas patentados



**Figura XV: NGN Como servicio**

**Fuente:** <http://arantxa.ii.uam.es> (2008)

## **CAPITULO III**

### **ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD TÉCNICA DE LOS ANILLOS REDUNDANTES NG-SDH**

Para desarrollar el análisis de la factibilidad técnica y el diseño de los anillos debemos realizar los estudios que se nombraran a continuación:

#### **3.1. DETERMINACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA ACTUAL**

CENTRAL	ACRÓNIMO	NOMB. DISTRIBUIDOR	CONMUTACIÓN			TRANSMISIÓN FIBRA/RA DIO	CENTRO DE CONEXIÓN
			FABRICANTE	MODELO	TIPO		
<b>AMBATO 2</b>	AMB2	AMBATO SUR	ALCATEL	E10B-OCB283	CENTRAL	F.O.	TDQ2
<b>MOCHA (SALD)</b>	MOCH	MOCHA	SIEMENS	CONC-EWSD	CONCENTRADOR	F.O.	SALD
<b>QUINCHICOTO (NQU1)</b>	QCTO	MSAN.SANTA LUCIA	HUAWEI	UA5000	AMG	F.O.	NQU1
<b>TISALEO (SALD)</b>	TISA	TISALEO	SIEMENS	CONC-EWSD	CONCENTRADOR	F.O.	SALD
<b>HUACHI (TDA)</b>	HGRN	HUACHI GRANDE	HUAWEI	UA5000	CONCENTRADOR	F.O.	TDA
<b>AMBATO 3 (AMB1)</b>	AMB3	AMBATO NORTE	ALCATEL	CSN MM (MULTIMEDIA)	CONCENTRADOR	F.O.	AMB1
<b>IZAMBA (TDA)</b>	IZMB	IZAMBA	ALCATEL	CONC-E10B	CONCENTRADOR	F.O.	TDA
<b>PILLARO (SALD)</b>	PLLR	PILLARO	SIEMENS	CONC-EWSD	CONCENTRADOR	F.O.	SALD
<b>SAN MIGUELITO DE PILLARO (NQU1)</b>	SMPI	AMG.SAN MIGUELITO	HUAWEI	UA5000	AMG	F.O.	NQU1
<b>EMILIO TERÁN</b>	EMIL	EMILIO TERÁN (TG)	LUCENT	BZ5000	CENTRAL	F.O.	TDA
<b>LOS ANDES (NQU1)</b>	LAND	MSAN.LOS ANDES(TG)	ALCATEL LU	LITESPAN	AMG	F.O.	NQU1
<b>PATATE (SALD)</b>	PATE	PATATE	SIEMENS	CONC-EWSD	CONCENTRADOR	F.O.	SALD
<b>BAÑOS (TDA)</b>	BAÑS	BAÑOS	ALCATEL LU	CONC-E10B	CONCENTRADOR	F.O.	TDA
<b>HUAMBALO (SALD)</b>	HMBL	HUAMBALO	SIEMENS	CONC-EWSD	CONCENTRADOR	F.O.	SALD
<b>PELILEO (SALD)</b>	PELO	PELILEO	SIEMENS	CONC-EWSD	CONCENTRADOR	F.O.	SALD
<b>BENÍTEZ (NQU1)</b>	BETZ	AMG.BENITEZ	HUAWEI	UA5000	AMG	F.O.	NQU1

**Tabla IV: Información equipos existentes**

Fuente: CNT-EP Tungurahua

Elaborado: Por los Autores

### 3.1.1. INFORMACIÓN DE LOS NODOS QUE CONFORMAN LA RED DE ANILLOS NG-SDH.

CENTRALES	NODOS	CÓDIGO	CANTÓN	PARROQUIA	DIRECCIÓN
<b>AMBATO 2</b>	AMBATO 2	8	AMBATO	CELIANO MONGE	AV. LOS SHYRIS Y CHAQUITINTA (ESQUINA)
<b>MOCHA</b>	MOCHA	76	MOCHA	MOCHA	CALLE EL REY Y CALLE GARCÍA MORENO
<b>MSAN. SANTA LUCIA</b>	QUINCHICOTO	1366	TISALEO	QUINCHICOTO	SANTA LUCIA CENTRO
<b>TISALEO</b>	TISALEO	134	TISALEO	TISALEO	CALLE 17 DE NOVIEMBRE Y CALLE JUAN BENIGNO VELA
<b>HUACHI GRANDE</b>	HUACHI GRANDE	213	AMBATO	HUACHI GRANDE	VÍA A LA LIBERTAD
<b>AMBATO 3</b>	AMBATO 3	324	AMBATO	LA MERCED	CALLE COLOMBIA Y CALLE BOLIVIA (INTERIOR DEL TERMINAL TERRESTRE)
<b>IZAMBA</b>	IZAMBA	55	AMBATO	IZAMBA	VÍA PANAMERICANA Y PEDRO VÁSCONEZ
<b>PILLARO</b>	PILLARO	93	SANTIAGO DE PILLARO	PILLARO	CALLE BOLÍVAR Y CALLE CARLOS TAMAYO
<b>AMG. SAN MIGUELITO</b>	SAN MIGUELITO	601	SANTIAGO DE PILLARO	SAN MIGUELITO	CALLE PRINCIPAL
<b>EMILIO TERÁN (TUN)</b>	EMILIO MARÍA TERÁN	319	SANTIAGO DE PILLARO	EMILIO MARÍA TERÁN	PLAZA CENTRAL
<b>MSAN. LOS ANDES (TG)</b>	LOS ANDES		PATATE	LOS ANDES	PLAZA CENTRAL
<b>PATATE</b>	PATATE	89	PATATE	LA MATRIZ	CALLE ABDÓN CALDERÓN Y NACIONES UNIDAS
<b>BAÑOS</b>	BAÑOS	14	BAÑOS DE AGUA SANTA	BAÑOS DE AGUA SANTA	CALLE ROCAFUERTE Y THOMAS HALFLANTS
<b>HUAMBALO</b>	HUAMBALO	193	SAN PEDRO DE PELILEO	HUAMBALO	CALLE GONZALES SUAREZ (PLAZA DE CHANCHOS)
<b>PELILEO</b>	PELILEO	90	SAN PEDRO DE PELILEO	LA MATRIZ	CALLE EUGENIO ESPEJO Y CALLE GARCÍA MORENO
<b>AMG. BENÍTEZ</b>	BENÍTEZ	410	SAN PEDRO DE PELILEO	BENÍTEZ	CALLE 24 DE SEPTIEMBRE (JUNTO AL UPC)

**Tabla V: Información de los nodos existentes**

Fuente: CNT-EP Tungurahua

Elaborado: Por los Autores

Para una idea más clara, la distribución de nodos en la provincia se muestra en la figura del Anexo 1.

### 3.1.2. ABONADOS EXISTENTES

Los abonados de telefonía y datos existentes en los nodos se detallan a continuación:

CENTRAL	2010		2011		2012		2013	
	OCUP	CAP	OCUP	CAP	OCUP	CAP	OCUP	CAP
AMBATO 2	22,631	27057	20,854	25782	18,698	25782	19,532	25782
MOCHA (SALD)	604	704	617	704	594	704	605	704
QUINCHICOTO (NQU1)	0	0	0	0	467	608	463	608
TISALEO (SALD)	750	900	748	900	722	900	730	900
HUACHI (TDA)	2,088	3008	1,622	3142	1,648	3142	1,647	3142
AMBATO 3 (AMB1)	2,661	2959	2,655	3327	3,239	3327	3,287	3327
IZAMBA (TDA)	5,743	6039	5,896	6039	5,306	6039	5,429	6039
PILLARO (SALD)	2,358	2720	2,405	2720	2,378	2720	2,435	2720
SAN MIGUELITO DE PILLARO (NQU1)	417	608	452	590	439	590	450	590
EMILIO TERÁN	79	160	80	160	78	160	85	144
LOS ANDES (NQU1)	0	0	0	0	0	0	114	240
PATATE (SALD)	884	1008	888	1008	876	2112	902	1248
BAÑOS (TDA)	3,234	3327	3,235	3326	3,003	3888	3,059	3888
HUAMBALO (SALD)	689	1088	685	1088	732	1088	708	1088
PELILEO (SALD)	2,735	2880	2,760	2880	2,720	2880	2,758	2880
BENÍTEZ (NQU1)	248	304	251	304	296	400	300	400

**Tabla VI: Datos de abonados de telefonía**

Fuente: CNT-EP Tungurahua

Elaborado: Por los Autores

**DATOS**

DISTRIBUIDOR	2010		2011		2012		2013	
	OCUP	CAP	OCUP	CAP	OCUP	CAP	OCUP	CAP
AMBATO SUR	3166	3247	4301	4432	6914	9776	8515	10432
MOCHA	0	0	0	0	68	96	142	192
MSAN.SANTA LUCIA	0	0	0	0	29	32	31	64
TISALEO	0	0	44	48	85	96	167	288
HUACHI GRANDE	86	96	128	160	529	672	627	800
AMBATO NORTE	417	510	585	691	1245	1979	1445	1925
IZAMBA	482	520	757	792	1329	1455	1944	2223
PILLARO	45	47	45	47	626	815	773	1113
AMG.SAN.MIGLT	26	32	32	32	74	96	84	96
EMILIO TERÁN (TG)	0	0	0	0	0	0	15	48
MSAN.LOS ANDES(TG)	0	0	0	0	0	0	43	96
PATATE	0	0	47	48	165	576	232	528
BAÑOS	394	427	376	392	697	1063	836	982
HUAMBALO	0	0	121	128	180	192	242	320
PELILEO	258	264	675	771	736	771	1146	1603
AMG.BENITEZ	16	32	30	32	69	128	95	128

**Tabla VII: Datos de abonados que reciben servicios de Datos**

Fuente: CNT-EP Tungurahua

Elaborado: Por los Autores

### 3.1.3. CARACTERIZACIÓN DE TENDIDO DE FIBRA

Enlaces de Fibra Óptica para anillos NG - SDH provincia de Tungurahua				
Ítem	Enlace A-B	Distancia (m)	Tipo de Fibra Óptica	Observación
1	Ambato Sur - Nodo Mocha	21000	G.652	Existente
2	Nodo Mocha - Nodo Sta. Lucia	9500	G.652	Por Construir
3	Nodo Sta. Lucia - Nodo Tisaleo	4000	G.652	Existente
4	Nodo Tisaleo - Nodo H. Grande	8000	G.652	Existente
5	Nodo H Grande - Ambato sur	7000	G.652	Existente
6	Ambato Sur - Nodo Benítez	18000	G.652	Existente
7	Nodo Benítez - Nodo Pelileo	6000	G.652	Existente
8	Nodo Pelileo - Nodo Patate	12000	G.652	Existente
9	Nodo Patate - Nodo Los Andes	4000	G.652	En construcción
10	Nodo Los Andes - Nodo Emilio Terán	2000	G.652	En construcción
11	Nodo Emilio Terán - Nodo San Miguelito	5000	G.652	En construcción
12	Nodo San Miguelito - Nodo Pillaro	4000	G.652	En construcción
13	Nodo Pillaro - Nodo Izamba	13000	G.652	Existente
14	Nodo Izamba - Nodo Ambato Norte	6000	G.652	Existente
15	Nodo Ambato Norte - Nodo Ambato sur	4500	G.652	Existente
16	Nodo Pelileo - Nodo Huambalo	8500	G.652	Existente
17	Nodo Huambalo - Nodo Baños	15000	G.652	Por Construir
18	Nodo Baños - Nodo Patate	26000	G.652	Existente

**Tabla VIII: Tendido de tendido de fibra**

Fuente: CNT-EP Tungurahua

Elaborado: Por los Autores

Distribución física de los nodos candidatos, ver Anexo 4.

Distribución física de los anillos, Ver Anexo 7.

### 3.1.4. DISPONIBILIDAD, PLANIMETRÍA Y OBRA CIVIL

Se efectuó una visita técnica, realizando un “survey” y tomando fotografías de los equipos que se encuentran funcionando, mostrándolo en el Anexo 2.

Se recaudaron datos de los enlaces para plasmarlos en los planos de ocupación y calles de la provincia, tener información actualizada de la ocupación de los pozos y canalizaciones fue necesario para verificar la disponibilidad existente en cada uno de los pozos.

Es necesario de un equipo especial para poder ingresar a los pozos, cuyas alturas oscilan entre 1.30 m y 2.00 m, Una vez dentro, se procede a revisar la ruta a seguir según los planos con su respectivos ductos, estos contienen cables de cobre y fibras que entran y salen. Cada fibra posee información que indica la cantidad de fibras, su origen y destino.

En los pozos se encontraran ductos que pueden ser: biductos y los más comunes: triductos. Aquí observaremos el nivel de ocupación y disponibilidad de los mismos y se los identificara con la siguiente nomenclatura:

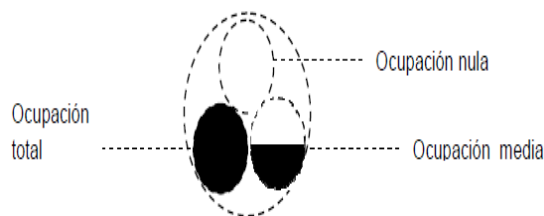


Figura XVI: Nomenclatura de ocupación de ductos

### 3.2. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

El diseño de la propuesta técnica de la red de anillos NG-SDH redundantes para la CNTEP de la provincia de Tungurahua, requiere:

- a. El diseño de la red NG-SDH basada en la topología y en matriz de tráfico, los esquemas (físicos y lógicos) del anillo, las capacidades e interfaces de cada nodo y sus secciones, los métodos de protección y presupuesto de potencia óptica.



- b. Equipos NG-SDH equipados de hasta un 75 por ciento de su capacidad máxima, que garantice futuras ampliaciones.
- c. Un Equipamiento con tecnología actual y del tipo “Carrier Class”, el cual posee total redundancia de las fuentes de potencia y tarjetas comunes, con una disponibilidad superior al 99,999%.
- d. El equipamiento no debe tener puntos de falla que afecte el tráfico.
- e. Multiplexores ADM NG-SDH que forman la topología de anillos con protección MS-SPRing a 2 fibras a nivel STM-64 según corresponda y un enlace punto a punto de capacidad STM-16 con protección 1+1 MSP.
- f. Protección 1+1 de interfaces ópticas STM-64, STM-16, STM-4, STM-1; protección 1+1 de tarjeta para los servicios GE, protección 1:N para los tributarios E1, DS3 y FE; protección 1+1 de matriz de Cross-Conexión, controladora y fuentes de poder.

### 3.2.1. REQUERIMIENTOS DE LA RED

La implementación de la red de transmisión NG-SDH será realizada a través de fibra óptica instalada en la provincia de Tungurahua en red de transmisión. Según el estudio realizado el proyecto deberá incluir las siguientes pautas a ser consideradas:

Características	Descripción
<b>Multiplexión digital</b>	Permite que las señales de comunicaciones analógicas sean portadas en formato digital sobre la red. El tráfico digital puede ser portado eficientemente y permite monitorización de errores, para propósitos de calidad.
<b>Fibra óptica</b>	Es el medio físico en las redes de transporte actuales. Tiene mayor capacidad lo que conduce a una disminución de los costes asociados al transporte de tráfico.
<b>Esquemas de protección</b>	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 interrupción alguna en el servicio.

<b>Topologías en anillo</b>	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.
<b>Gestión de red</b>	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.
<b>Sincronización</b>	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.

**Tabla IX: Requerimientos de la red**

**Fuente:** [http://taltechnologies.net/?page\\_id=1241](http://taltechnologies.net/?page_id=1241)

Elaborado: Por los Autores

### **3.2.2. REQUERIMIENTOS DE EQUIPOS**

El análisis del equipamiento necesario para cada uno de los nodos a formar parte de la red NG-SDH de anillos ópticos de la provincia de Tungurahua permitirá brindar servicios de gran capacidad con interfaces Gigabit Ethernet (GE), FastEthernet (FE), STM16, STM-4, STM-1, PDH y aquellas necesarias para prestar todos los servicios de voz, datos y video.

Los equipos SDH deberán proporcionar como mínimo lo siguiente:

- Protección 1+1 para fuente de poder
- Protección 1+1 para matriz de Cross-Conexión
- Protección 1+1 para unidad de sincronismo
- Protección 1:N para tributarios (2Mbit/s, 34 Mbit/s, 45 Mbit/s, STM-1e)
- Protección 1+1 de tipo MSP para las interfaces STM-1<sup>o</sup>, STM-4, STM-16 y STM-64.
- Protección 1:N para tributarios FE. Las tarjetas FE deben tener una densidad de al menos 8 puertos
- Protección 1+1 para tributarios GE, con interfaces 1000Base-LX a 1310.

- Soporte de mecanismos de protección de red, MS-SPRing de 2 hilos y SNCP

### 3.2.2.1. Características del equipo NG-SDH

- 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 Gigabit Ethernet.
- El equipo debe funcionar en configuración: terminal (TM), cross-conector local (DXC) y de extracción/inserción (ADM) en conexiones lineales y de anillo.
- En todas las aplicaciones, el equipo NG-SDH debe tener una matriz de Cross-Conexión mínima de acuerdo con la tabla X:

ÍTEM	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

**Tabla X: Características de la Matriz Cross-conexión**

Elaborado: Por los Autores

- 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 (Generic Frame Procedure) de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.7041; LCAS (Link Capacity Adjustment Scheme) de acuerdo a la Recomendación UIT-T G.7042; VCAT (Virtual concatenation).
- 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.

- Las interfaces de 2 Mbps son requeridas para las señales: estructuradas o no.
- Debe manejar VLANs.
- El equipo de SDH debe agregar un switch capa 2 (L2) capaz de añadir y conmutar servicios Ethernet y ser una solución de infraestructura para soportar servicios como Ethernet Private LAN, Ethernet VPN, ATM y MPLS.

### **3.2.2.2. Add Drop Multiplexer (ADM)**

- Los nodos de transmisión deben tener equipos multiplexores NG-SDH, que entregaran las interfaces de cliente o usuario adecuadas y necesarias para conectar con otros sistemas existentes o sistemas de comunicaciones nuevos de la CNT E.P.
- El sub-bastidor Distribuidor Intermediario Óptico (DIO) principal debe estar provisto de un 75 por ciento de su capacidad máxima, además se debe considerar sub-bastidor de extensión para el equipamiento que exceda la capacidad y garantizar futuras ampliaciones.
- Los equipos multiplexores ADM NG-SDH formaran una topología de anillos sobre las estaciones, asimismo un enlace adicional para las estaciones de Huambalo y baños como se muestra en la Figura:
  - Anillo 1 (STM-64 MS-SPRing a 2 fibras): Ambato 2, Cevallos, Quero, Quinchicoto, Tisaleo, Huachi Grande.
  - Anillo 2 (STM-64 MS-SPRing a 2 fibras): Ambato 1, Izamba, Pillaro, San Miguelito, Emilio María Terán, Los andes, Patate, Baños, Huambalo, Pelileo, Benítez.
  - El enlace adicional entre los nodos de Pelileo, Huambalo, Baños y Patate. STM -16 (1+1).
- Los anillos serán implementados con una capacidad de STM-64 con una protección MS-SPRing a 2 MS-Spring.
- Los anillos deben contar con esquema de protección de anillos interconectados en dos nodos definida en la recomendación G.842.

### **3.2.2.3. Interfaces Externas**

- Las interfaces STM-64, STM-16, GE, STM-4, STM-1 deben estar cableadas y conectorizadas en el ODF destinado a servicios SDH.
- Los módulos SFP de las tarjetas tributarias STM-4 deben ser del tipo L-4.1; los módulos SFP de las tarjetas tributarias STM-1 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; Los módulos de SFP de las interfaces ópticas GE deben estar disponibles a 1310nm (LX a 1310nm)
- Los tributarios E1, DS3 y FE deben ser conectorizados desde el equipo al DDF o patch panel con conectores RJ45, todos los puertos de las tarjetas suministradas.
- 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.

### **3.2.3. SINCRONIZACIÓN**

- Las unidades de reloj del equipo NG SDH cumplirán con el estándar UIT-T G.813.
- El equipo debe procesar los mensajes de sincronización SSM (byte S1).
- En modo "handover" el reloj interno del equipo garantizará una desviación de frecuencia menor de 1 ppm durante las primeras 24 horas.
- 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.
- Se debe poder establecer una tabla de prioridades de las fuentes desincronización.
- 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.

### 3.2.3.1. Red de Sincronismo

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

### 3.2.4. 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.

### 3.2.5. CONSUMO DE ENERGÍA

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

### 3.2.6. SERVICIOS FUTUROS

Con este nuevo diseño podremos brindar los siguientes servicios TRIPLE PLAY, CUÁDRUPLE PLAY, TELEVIGILANCIA, WEBHOSTING, etc. los mismos que se detallan en la tabla a continuación:

SERVICIOS	CARACTERÍSTICAS
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.

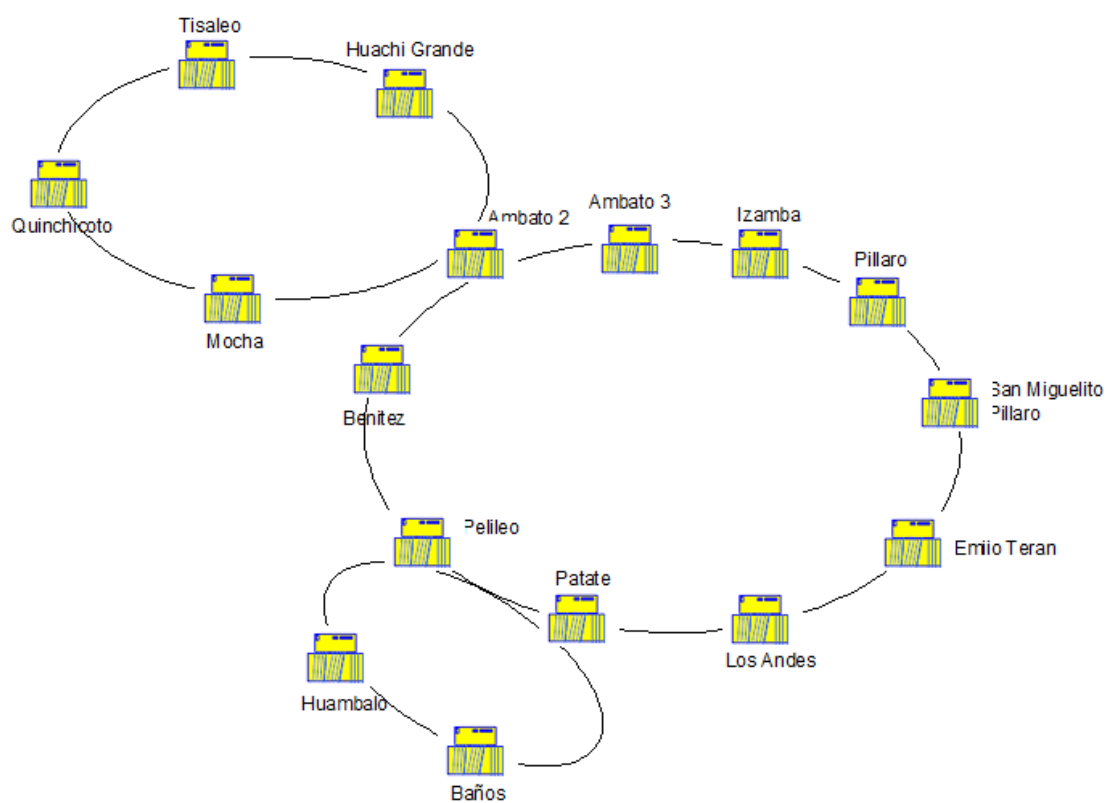
	<p>En Triple Play la conexión se basa en paquetes IP para todos los servicios, sobre una red de próxima generación NGN; es decir los servicios de voz, video y datos son transmitidos a través de internet.</p>
<b>CUÁDRUPLE PLAY</b>	<p>Es un término de marketing que combina el triple play de servicios de acceso a Internet de banda ancha, televisión y teléfono con prestaciones de servicios Wifi.</p>
<b>TELEVIGILANCIA</b>	<p>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.</p>
<b>WEBHOSTING</b>	<p>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.</p>

**Tabla XI: Servicios Futuros**

Elaborado: Por los Autores

## CAPITULO IV

### 4.1. DISEÑO FÍSICO DE LA RED SDH



**Figura XVII: Diseño de la red**

Elaborado: Por los Autores



## 4.2. 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 provincia de Tungurahua.

### 4.2.1. 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.

	Ambato Sur	Nodo Mocha	Nodo Tisaleo	Nodo H Grande	Nodo Benítez	Nodo Pelileo	Nodo Patate	Nodo Izamba	Nodo Ambato Norte	Nodo Baños	TOTAL
Ambato Sur		97	14	4	18	335	14	173	117	12	784
Nodo Mocha	97										97
Nodo Tisaleo	14										14
Nodo H Grande	4										4
Nodo Benítez	18										18
Nodo Pelileo	335										335
Nodo Patate	14										14
Nodo Izamba	173										173
Nodo Ambato Norte	117										117
Nodo Baños	12										12
TOTAL	784	97	14	4	18	335	14	173	117	12	1567

**Tabla XII: Matriz de tráfico**

Elaborado: Por los Autores

#### 4.2.2. 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 enlaces 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

MATRIZ (Interfaz) A CROSS CONECTAR					CANTIDAD DE TARJETAS			
ANILLOS PERIFÉRICOS								
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	*	*	*	*	*	*	*	

**Tabla XIII: Matriz genérica de Cross-Conexión**

Elaborado: Por los Autores

MATRIZ E1 A CROSS CONECTAR																	CANTIDAD DE TARJETAS				
ANILLOS PERIFÉRICOS																					
Protección(1:N)																					
CENTRAL	Ambato Sur	Nodo Mocha	Nodo Sta. Lucia	Nodo Tisaleo	Nodo H Grande	Nodo Benítez	Nodo Pelileo	Nodo Patate	Nodo Los Andes	Nodo Emilio Terán	Nodo San Miguelito	Nodo Pillaro	Nodo Izamba	Nodo Ambato Norte	Nodo Huambalo	Nodo Baños	TOTAL DE PUERTOS	TRABAJO	PROTECCIÓN	TOTAL	CANTIDAD DE PUERTOS POR TARJETA
Ambato Sur	26	5	10	15	10	10	8	4	4	4	18	20	25	5	10	174	3	1	4	63xE1	
Nodo Mocha	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	1	1	2	32XE1	
Nodo Sta. Lucia	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	1	2	32XE1	
Nodo Tisaleo	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	1	2	32XE1	
Nodo H Grande	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	1	1	2	32XE1	
Nodo Benítez	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	1	2	32XE1	
Nodo Pelileo	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	1	2	32XE1	
Nodo Patate	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1	1	2	32XE1	
Nodo Los Andes	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	1	2	32XE1	
Nodo Emilio Terán	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	1	2	32XE1	
Nodo San Miguelito	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	1	2	32XE1	
Nodo Pillaro	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	1	1	2	32XE1	
Nodo Izamba	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	1	1	2	32XE1	
Nodo Ambato Norte	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	1	1	2	32XE1	
Nodo Huambalo	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	1	2	32XE1	
Nodo Baños	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	1	2	32XE1	
TOTAL DE PUERTOS	174	26	5	10	15	10	10	8	4	4	4	18	20	25	5	10	348	18	16	34	

**Tabla XIV: Matriz de Cross-Conexión detallada E1**

Elaborado: Por los Autores

MATRIZ E1 A CROSS CONECTAR															CANTIDAD DE TARJETAS					
ANILLOS PERIFÉRICOS																				
Protección(1:N)																				
CENTRAL	Ambato Sur	Nodo Mocha	Nodo Sta. Lucia	Nodo Tisaleo	Nodo H Grande	Nodo Benítez	Nodo Pelileo	Nodo Patate	Nodo Los Andes	Nodo Emilio Terán	Nodo San Miguelito	Nodo Pillaro	Nodo Izamba	Nodo Ambato Norte	Nodo Huambalo	Nodo Baños	TOTAL DE PUERTOS	TRABAJO	PROTECCIÓN	TOTAL
CANTIDAD DE PUERTOS POR TARJETA	63xE1	32XE1	32XE1	32XE1	32XE1	32XE1	32XE1	32XE1	32XE1	32XE1	32XE1	32XE1	32XE1	32XE1	32XE1	32XE1				
TOTAL DE PUERTOS	174	26	5	10	15	10	10	8	4	4	4	18	20	25	5	10	348	18	16	34

**Tabla XV: Matriz de Cross-Conexión E1**

Elaborado: Por los Autores

MATRIZ DS3 A CROSS CONECTAR																	CANTIDAD DE TARJETAS			
ANILLOS PERIFÉRICOS																				
Protección(1:N)																				
CENTRAL	Ambato Sur	Nodo Mocha	Nodo Sta. Lucia	Nodo Tisaleo	Nodo H Grande	Nodo Benítez	Nodo Pelileo	Nodo Patate	Nodo Los Andes	Nodo Emilio Terán	Nodo San Miguelito	Nodo Pillaro	Nodo Izamba	Nodo Ambato Norte	Nodo Huambalo	Nodo Baños	TOTAL DE PUERTOS	TRABAJO	PROTECCIÓN	TOTAL
Ambato Sur	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	1	1	2
Nodo Mocha	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
Nodo Sta. Lucia	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nodo Tisaleo	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
Nodo H Grande	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	2
Nodo Benítez	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	2
Nodo Pelileo	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
Nodo Patate	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nodo Los Andes	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nodo Emilio Terán	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nodo San Miguelito	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nodo Pillaro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	2
Nodo Izamba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	3	1	1	2
Nodo Ambato Norte	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	3	1	1	2
Nodo Huambalo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Nodo Baños	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
TOTAL DE PUERTOS	4	1	0	1	2	2	1	0	0	0	0	1	3	3	0	0	18	9	9	18

**Tabla XVI: Matriz de Cross-Conexión detallada DS3**

Elaborado: Por los Autores

MATRIZ DS3 A CROSS CONECTAR																CANTIDAD DE TARJETAS				
ANILLOS PERIFÉRICOS																				
Protección(1:N)																				
CENTRAL	Ambato Sur	Nodo Mocha	Nodo Sta. Lucia	Nodo Tisaleo	Nodo H Grande	Nodo Benítez	Nodo Peileo	Nodo Patate	Nodo Los Andes	Nodo Emilio Terán	Nodo San Miguelito	Nodo Pillaro	Nodo Izamba	Nodo Ambato Norte	Nodo Huambalo	Nodo Baños	TOTAL DE PUERTOS	TRABAJO	PROTECCIÓN	TOTAL
TOTAL DE PUERTOS	4	1	0	1	2	2	1	0	0	0	0	1	3	3	0	0	18	9	9	18

**Tabla XVII: Matriz de Cross-Conexión DS3**

Elaborado: Por los Autores

MATRIZ FE A CROSS CONECTAR																	CANTIDAD DE TARJETAS			
ANILLOS PERIFÉRICOS																				
Protección(1:1)																				
CENTRAL	Ambato Sur	Nodo Mocha	Nodo Sta. Lucia	Nodo Tisaleo	Nodo H Grande	Nodo Benítez	Nodo Pelileo	Nodo Patate	Nodo Los Andes	Nodo Emilio Terán	Nodo San Miguelito	Nodo Pillaro	Nodo Izamba	Nodo Ambato Norte	Nodo Huambalo	Nodo Baños	TOTAL DE PUERTOS	TRABAJO	PROTECCIÓN	TOTAL
Ambato Sur	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	30	4	4	8
Nodo Mocha	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	2
Nodo Sta. Lucia	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	2
Nodo Tisaleo	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	2
Nodo H Grande	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	2
Nodo Benítez	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	2
Nodo Pelileo	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	2
Nodo Patate	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	2
Nodo Los Andes	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	2
Nodo Emilio Terán	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	2
Nodo San Miguelito	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	2
Nodo Pillaro	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	2
Nodo Izamba	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	2
Nodo Ambato Norte	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	2
Nodo Huambalo	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	2
Nodo Baños	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	2
TOTAL DE PUERTOS	30	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	60	19	19	38

**Tabla XVIII: Matriz de Cross-Conexión detallada FE**

Elaborado: Por los Autores

MATRIZ FE A CROSS CONECTAR																	CANTIDAD DE TARJETAS			
ANILLOS PERIFÉRICOS																				
Protección(1:1)																				
CENTRAL	Ambato Sur	Nodo Mocha	Nodo Sta. Lucia	Nodo Tisaleo	Nodo H Grande	Nodo Benítez	Nodo Pelileo	Nodo Patate	Nodo Los Andes	Nodo Emilio Terán	Nodo San Miguelito	Nodo Pillaro	Nodo Izamba	Nodo Ambato Norte	Nodo Huambalo	Nodo Baños	TOTAL DE PUERTOS	TRABAJO	PROTECCIÓN	TOTAL
TOTAL DE PUERTOS	30	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	60	19	19	38

**Tabla XIX: Matriz de Cross-Conexión FE**

Elaborado: Por los Autores



MATRIZ GE A CROSS CONECTAR																	CANTIDAD DE TARJETAS				
ANILLOS PERIFÉRICOS																					
Protección(1:1)																					
CENTRAL	Ambato Sur	Nodo Mocha	Nodo Sta. Lucia	Nodo Tisaleo	Nodo H Grande	Nodo Benítez	Nodo Pelileo	Nodo Patate	Nodo Los Andes	Nodo Emilio Terán	Nodo San Miguelito	Nodo Pillaro	Nodo Izamba	Nodo Ambato Norte	Nodo Huambalo	Nodo Baños	TOTAL DE PUERTOS	TRABAJO	PROTECCIÓN	TOTAL	CANTIDAD DE PUERTOS POR TARJETA
Ambato Sur	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	8	8	16	2XGE
Nodo Mocha	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2XGE
Nodo Sta. Lucia	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2XGE
Nodo Tisaleo	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2XGE
Nodo H Grande	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2XGE
Nodo Benítez	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2XGE
Nodo Pelileo	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2XGE
Nodo Patate	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2XGE
Nodo Los Andes	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2XGE
Nodo Emilio Terán	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2XGE
Nodo San Miguelito	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2XGE
Nodo Pillaro	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	2	2XGE
Nodo Izamba	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	2	2XGE
Nodo Ambato Norte	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	2	2XGE
Nodo Huambalo	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	2	2XGE
Nodo Baños	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2XGE
TOTAL DE PUERTOS	15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	30	23	23	46	

**Tabla XX: Matriz de Cross-Conexión detallada GE**

Elaborado: Por los Autores

MATRIZ GE A CROSS CONECTAR																CANTIDAD DE TARJETAS				
ANILLOS PERIFÉRICOS																				
Protección(1:1)																				
CENTRAL	Ambato Sur	Nodo Mocha	Nodo Sta. Lucia	Nodo Tisaleo	Nodo H Grande	Nodo Benítez	Nodo Pelleo	Nodo Patate	Nodo Los Andes	Nodo Emilio Terán	Nodo San Miguelito	Nodo Pillaro	Nodo Izamba	Nodo Ambato Norte	Nodo Huambalo	Nodo Baños	TOTAL DE PUERTOS	TRABAJO	PROTECCIÓN	TOTAL
CANTIDAD DE PUERTOS POR TARJETA	2XGE	2XGE	2XGE	2XGE	2XGE	2XGE	2XGE	2XGE	2XGE	2XGE	2XGE	2XGE	2XGE	2XGE	2XGE	2XGE				
TOTAL DE PUERTOS	15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	30	23	23	46

**Tabla XXI: Matriz de Cross-Conexión GE**

Elaborado: Por los Autores

MATRIZ STM-1 A CROSS CONECTAR																	CANTIDAD DE TARJETAS				
ANILLOS PERIFÉRICOS																					
Protección(1:1)																					
CENTRAL	Ambato Sur	Nodo Mocha	Nodo Sta. Lucia	Nodo Tisaleo	Nodo H Grande	Nodo Benítez	Nodo Pelileo	Nodo Patate	Nodo Los Andes	Nodo Emilio Terán	Nodo San Miguelito	Nodo Pillaro	Nodo Izamba	Nodo Ambato Norte	Nodo Huambalo	Nodo Baños	TOTAL DE PUERTOS	TRABAJO	PROTECCIÓN	TOTAL	CANTIDAD DE PUERTOS POR TARJETA
Ambato Sur	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	6	2	2	4	4XSTM1
Nodo Mocha	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	4XSTM1
Nodo Sta. Lucia	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4XSTM1
Nodo Tisaleo	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4XSTM1
Nodo H Grande	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	4XSTM1
Nodo Benítez	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	4XSTM1
Nodo Pelileo	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	4XSTM1
Nodo Patate	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4XSTM1
Nodo Los Andes	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4XSTM1
Nodo Emilio Terán	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4XSTM1
Nodo San Miguelito	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4XSTM1
Nodo Pillaro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4XSTM1
Nodo Izamba	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	2	4XSTM1
Nodo Ambato Norte	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	2	4XSTM1
Nodo Huambalo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4XSTM1
Nodo Baños	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4XSTM1
TOTAL DE PUERTOS	6	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	12	8	8	16	

**Tabla XXII: Matriz de Cross-Conexión detallada STM-1**

Elaborado: Por los Autores

MATRIZ STM-1 A CROSS CONECTAR																CANTIDAD DE TARJETAS				
ANILLOS PERIFÉRICOS																				
Protección(1:1)																				
CENTRAL	Ambato Sur	Nodo Mocha	Nodo Sta. Lucia	Nodo Tisaleo	Nodo H Grande	Nodo Benítez	Nodo Pelileo	Nodo Patate	Nodo Los Andes	Nodo Emilio Terán	Nodo San Miguelito	Nodo Pillaro	Nodo Izamba	Nodo Ambato Norte	Nodo Huambalo	Nodo Baños	TOTAL DE PUERTOS	TRABAJO	PROTECCIÓN	TOTAL
CANTIDAD DE PUERTOS POR TARJETA	4XSTM1	4XSTM1	4XSTM1	4XSTM1	4XSTM1	4XSTM1	4XSTM1	4XSTM1	4XSTM1	4XSTM1	4XSTM1	4XSTM1	4XSTM1	4XSTM1	4XSTM1	4XSTM1				
TOTAL DE PUERTOS	6	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	12	8	8	16

**Tabla XXIII: Matriz de Cross-Conexión STM-1**

Elaborado: Por los Autores

MATRIZ STM-4 A CROSS CONECTAR																	CANTIDAD DE TARJETAS				
ANILLOS PERIFÉRICOS																					
Protección(1:1)																					
CENTRAL	Ambato Sur	Nodo Mocha	Nodo Sta. Lucia	Nodo Tisaleo	Nodo H Grande	Nodo Benítez	Nodo Pelileo	Nodo Patate	Nodo Los Andes	Nodo Emilio Terán	Nodo San Miguelito	Nodo Pillaro	Nodo Izamba	Nodo Ambato Norte	Nodo Huambalo	Nodo Baños	TOTAL DE PUERTOS	TRABAJO	PROTECCIÓN	TOTAL	CANTIDAD DE PUERTOS POR TARJETA
Ambato Sur	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	5	2	2	4	4XSTM4
Nodo Mocha	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2XSTM4
Nodo Sta. Lucia	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2XSTM4
Nodo Tisaleo	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2XSTM4
Nodo H Grande	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2XSTM4
Nodo Benítez	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2XSTM4
Nodo Pelileo	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2XSTM4
Nodo Patate	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2XSTM4
Nodo Los Andes	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2XSTM4
Nodo Emilio Terán	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2XSTM4
Nodo San Miguelito	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2XSTM4
Nodo Pillaro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2XSTM4
Nodo Izamba	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	2	2XSTM4
Nodo Ambato Norte	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	2	2XSTM4
Nodo Huambalo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2XSTM4
Nodo Baños	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2XSTM4
TOTAL DE PUERTOS	5	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	10	7	7	14	

Tabla XXIV: Matriz de Cross-Conexión detallada STM-4

Elaborado: Por los Autores

MATRIZ STM-4 A CROSS CONECTAR																	CANTIDAD DE TARJETAS			
ANILLOS PERIFÉRICOS																				
Protección(1:1)																				
CENTRAL	Ambato Sur	Nodo Mocha	Nodo Sta. Lucia	Nodo Tisaleo	Nodo H Grande	Nodo Benítez	Nodo Pelileo	Nodo Patate	Nodo Los Andes	Nodo Emilio Terán	Nodo San Miguelito	Nodo Pillaro	Nodo Izamba	Nodo Ambato Norte	Nodo Huambalo	Nodo Baños	TOTAL DE PUERTOS	TRABAJO	PROTECCIÓN	TOTAL
CANTIDAD DE PUERTOS POR TARJETA	4XSTM4	2XSTM4	2XSTM4	2XSTM4	2XSTM4	2XSTM4	2XSTM4	2XSTM4	2XSTM4	2XSTM4	2XSTM4	2XSTM4	2XSTM4	2XSTM4	2XSTM4	2XSTM4				
TOTAL DE PUERTOS	5	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	10	7	7	14

**Tabla XXV: Matriz de Cross-Conexión STM-4**

Elaborado: Por los Autores

MATRIZ STM-16 A CROSS CONECTAR																CANTIDAD DE TARJETAS					
ANILLOS PERIFÉRICOS																					
Protección(1:1)																					
CENTRAL	Ambato Sur	Nodo Mocha	Nodo Sta. Lucia	Nodo Tisaleo	Nodo H Grande	Nodo Benítez	Nodo Pelileo	Nodo Patate	Nodo Los Andes	Nodo Emilio Terán	Nodo San Miguelito	Nodo Pillaro	Nodo Izamba	Nodo Ambato Norte	Nodo Huambalo	Nodo Baños	TOTAL DE PUERTOS	TRABAJO	PROTECCIÓN	TOTAL	CANTIDAD DE PUERTOS POR TARJETA
Ambato Sur	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	8	STM16
Nodo Mocha	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	STM16
Nodo Sta. Lucia	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	STM16
Nodo Tisaleo	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	STM16
Nodo H Grande	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	STM16
Nodo Benítez	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	STM16
Nodo Pelileo	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	2	STM16
Nodo Patate	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	STM16
Nodo Los Andes	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	STM16
Nodo Emilio Terán	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	STM16
Nodo San Miguelito	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	STM16
Nodo Pillaro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	STM16
Nodo Izamba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	STM16
Nodo Ambato Norte	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	2	STM16
Nodo Huambalo	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	2	4	STM16
Nodo Baños	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	4	STM16
TOTAL DE PUERTOS	4	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	2	2	14	14	14	28	

**Tabla XXVI: Matriz de Cross-Conexión detallada STM-16**

Elaborado: Por los Autores

MATRIZ STM-16 A CROSS CONECTAR																CANTIDAD DE TARJETAS				
ANILLOS PERIFÉRICOS																				
Protección(1:1)																				
CENTRAL	Ambato Sur	Nodo Mocha	Nodo Sta. Lucia	Nodo Tisaleo	Nodo H Grande	Nodo Benítez	Nodo Pelileo	Nodo Patate	Nodo Los Andes	Nodo Emilio Terán	Nodo San Miguelito	Nodo Pillaro	Nodo Izamba	Nodo Ambato Norte	Nodo Huambalo	Nodo Baños	TOTAL DE PUERTOS	TRABAJO	PROTECCIÓN	TOTAL
CANTIDAD DE PUERTOS POR TARJETA	STM16	STM16	STM16	STM16	STM16	STM16	STM16	STM16	STM16	STM16	STM16	STM16	STM16	STM16	STM16	STM16				
TOTAL DE PUERTOS	4	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	2	2	14	14	14	28

**Tabla XXVII: Matriz de Cross-Conexión STM-16**

Elaborado: Por los Autores



MATRIZ STM-64 A CROSS CONECTAR																CANTIDAD DE TARJETAS				
ANILLOS PERIFÉRICOS																				
Protección(1:1)																				
CENTRAL	Ambato Sur	Nodo Mocha	Nodo Sta. Lucia	Nodo Tisaleo	Nodo H Grande	Nodo Benítez	Nodo Pelileo	Nodo Patate	Nodo Los Andes	Nodo Emilio Terán	Nodo San Miguelito	Nodo Pillaro	Nodo Izamba	Nodo Ambato Norite	Nodo Huambalo	Nodo Baños	TOTAL DE TARJETAS	TRABAJO	PROTECCIÓN	TOTAL
CANTIDAD DE PUERTOS POR TARJETA	STM64	STM64	STM64	STM64	STM64	STM64	STM64	STM64	STM64	STM64	STM64	STM64	STM64	STM64	STM64	STM64				
TOTAL TARJETAS	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	15	15	15	30

**Tabla XXVIII: Matriz de Cross-Conexión STM-64**

Elaborado: Por los Autores

### 4.2.3. TARJETAS A UTILIZAR

Después de analizar la matriz de tráfico de cada Nodo con su respectiva matriz Cross-Conexión podemos determinar el total de tarjetas a utilizarse en este diseño, como se ve en la Tabla XXIX:

CENTRAL	Ambato Sur	Nodo Mocha	Nodo Sta. Lucia	Nodo Tisaleo	Nodo H Grande	Nodo Benítez	Nodo Peileo	Nodo Patate	Nodo Los Andes	Nodo Emilio Terán	Nodo San Miguelito	Nodo Pillaro	Nodo Izamba	Nodo Ambato Norte	Nodo Huambalo	Nodo Baños	CANTIDAD
<b>TARJETAS DE SERVICIO</b>																	
STM-64	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	30
STM-16	8	2	0	0	2	2	2	2	0	0	0	0	0	2	4	4	28
4xSTM-4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
2xSTM-4	0	2	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	10
4xSTM-1	4	2	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	2	2	0	0	16
GE	16	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	46
FE	8	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	38
DS3/E3	2	2	0	2	2	2	2	0	0	0	0	2	2	2	0	0	18
63xE1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
32xE1	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	30

**Tabla XXIX: Total De Tarjetas**

Elaborado: Por los Autores

### 4.3. 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:

Cantidad de anillos	Capacidad	Cantidad de Fibras	Protección	Tecnología	Tipo de fibra
2	STM-64	2	MS-SPRING	NG-SDH	G652

**Tabla XXX: Detalles para la implementación**

Elaborado: Por los Autores

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

Ambato Sur - Nodo Mocha
Nodo Mocha - Nodo Sta. Lucia
Nodo Sta. Lucia - Nodo Tisaleo
Nodo Tisaleo - Nodo H. Grande
Nodo H Grande - Ambato sur
Ambato Sur - Nodo Benítez
Nodo Benítez - Nodo Pelileo
Nodo Pelileo - Nodo Patate
Nodo Los Andes - Nodo Emilio Terán
Nodo Emilio Terán - Nodo San Miguelito
Nodo San Miguelito - Nodo Pillaro
Nodo Pillaro - Nodo Izamba
Nodo Izamba - Nodo Ambato Norte
Nodo Ambato Norte - Nodo Ambato sur
Nodo Pelileo - Nodo Huambalo
Nodo Huambalo - Nodo Baños
Nodo Baños - Nodo Patate

**Tabla XXXI: Enlaces a Implementar**

Elaborado: Por los Autores

**Distribución de los nodos y sus distancias:** Ver Anexo 5

**Esquema del tendido de fibra óptica para la conexión:** ver anexo8.

**Esquema de anillos STM-64 2F MS-SPRING:** Ver Anexo 6

#### **4.3.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS PASIVOS DE LA RED**

A continuación detallaremos los elementos pasivos que utilizaremos en nuestra red con su respectiva descripción:

#### **4.3.1.1. Cable de fibra óptica canalizado**

Se utiliza este tipo de cable en lugares en los que exista canalización o se haya proyectado construirla.

A lo largo del cable se grabará en intervalos de 1m, de forma indeleble con suficiente resistencia a la abrasión mecánica, grabado y pintado de color blanco, las siguientes inscripciones:

CNTEP.

Código del cable del fabricante.

Código de identificación de la bobina.

Marcación secuencial en metros, comenzando de cero en cada bobina.

Cantidad y tipo de fibras.

Nombre del fabricante.

Año de fabricación

Se colocará una tarjeta plástica que contenga recomendaciones de manipuleo correcto del carrete y como documentación técnica del cable por cada bobina se requiere la siguiente información, misma que debe ser entregada a CNTEP en forma digital y en papel:

Valores de atenuación

Uniformidad de atenuación de cada una de las fibras

Certificados de ensayos de calidad

Mediciones efectuadas por el fabricante.

La fibra óptica que al momento utiliza la CNTEP para sus enlaces debe cumplir como requerimiento con uno de los siguientes estándares de acuerdo al diseño y las aplicaciones para las que se vaya a construir el enlace:

- Recomendación ITU-T G.652D “Standard for non-dispersion shifted single-mode fiber”

#### 4.3.1.2. Cable de fibra óptica aéreo

Se utilizara este tipo de cable en lugares en los que existe postería o se haya proyectado la instalación de la misma.

A lo largo del cable se grabará en intervalos de 1m, de forma indeleble con suficiente resistencia a la abrasión mecánica, grabado y pintado de color blanco, las siguientes inscripciones:

CNTEP.

Código del cable del fabricante.

Código de identificación de la bobina.

Marcación secuencial en metros, comenzando de cero en cada bobina.

Cantidad y tipo de fibras.

Nombre del fabricante.

Año de fabricación.

Se colocará una tarjeta plástica que contenga recomendaciones de manipuleo correcto del carrete y como documentación técnica del cable por cada bobina se requiere la siguiente información, misma que debe ser entregada a CNTEP en forma digital y en papel:

Valores de atenuación

Uniformidad de atenuación de cada una de las fibras

Certificados de ensayos de calidad

Mediciones efectuadas por el fabricante.

La identificación de la fibra y el tubo por colores se define como se muestra en la siguiente tabla:

Fibra/Tubo	Color
<b>01</b>	Azul
<b>02</b>	Naranja

<b>03</b>	Verde
<b>04</b>	Marrón
<b>05</b>	Gris
<b>06</b>	Blanco
<b>07</b>	Rojo
<b>08</b>	Negro
<b>09</b>	Amarillo
<b>10</b>	Violeta
<b>11</b>	Rosa
<b>12</b>	Turquesa

**Tabla XXXII: Colores de la Fibra**

Elaborado: Por los Autores

La fibra óptica aérea que al momento utiliza la CNTEP para sus enlaces, puede ser de dos tipos:

- ADSS (All-Dielectric Self Supported), con capacidades de 6 a 256 hilos, utiliza preformados para sujeción a los herrajes y que soporta vanos desde 90 hasta 800 metros.



Figura XVIII: ADSS (All-Dielectric Self Supported)

Fuente: <http://www.monografias.com> (2012)

#### **4.3.1.3. Tubos de Polietileno De Alta Densidad (P.E.A.D.)**

Se utilizan para protección de cables de fibra óptica canalizada y de acuerdo a la disponibilidad de canalización se puede tener: monoductos, biductos o triductos. Es fabricado de material altamente resistente, formado por tres tubos unidos entre sí por una membrana flexible a lo largo de toda su longitud.

No debe tener picaduras, grietas y fisuras con identificación a lo largo del ducto cada 1,5 metros, utilizado en canalización para ductos de PVC de 4 pulgadas.

#### 4.3.1.4. Tapón

Estos nos sirven para sellar en presencia de fibra, para este diseño emplearemos los siguientes:

##### a. Tapón simple o guía de 1 ¼ pulgada

Sirve para sellar en presencia de fibra alrededor del monoducto, fabricado con componentes resistentes a la corrosión y agentes químicos, compuesto por dos empaques y a prueba de fugas de aire o agua.



Figura XIX: **Tapón simple**

Fuente: <http://www.monografias.com> (2012)

##### b. Tapón ciego de 1 ¼ pulgada

Utilizado para obturar los súbductos libres, fabricado con componentes resistentes a la corrosión y agentes químicos, el empaque debe ser de caucho y a prueba de fugas de aire o agua.



Figura XX: **Tapón Ciego**

Fuente: <http://www.monografias.com> (2012)

#### 4.3.1.5. Tubo Cóflex de 3/4"

El cóflex es un tipo de protección que aumenta la resistencia mecánica del cable y además tiene propiedad ignífuga, se debe utilizar en todos los casos donde se requiere una mayor protección mecánica y en particular en todos los casos donde el cable se encuentre expuesto directamente a la intervención del hombre (interior de centrales, puentes particulares, galería de cables, pozos, etc.).

Este tipo de protección está compuesta de dos partes: una de diámetro inferior con respecto a la otra, lo cual permite poder enchufarlas entre ellas.

#### 4.3.1.6. ODF (Optical Distribution Frame)

Utilizado para terminar un enlace de fibra óptica en la centrales, nodos indoor o outdoor, de capacidades de puertos desde 6 hasta 144, dependiendo de las aplicaciones que se le vaya a dar a dicho enlace y de la capacidad del mismo.

Debe contar con todos los accesorios necesarios de sujeción a rack o pared, con bandejas de empalme independientes que permitan el manejo de cada buffer sin afectar al resto, espacio suficiente para reservas de pigtailed y buffers de la fibra del enlace, distancias que permitan respetar el diámetro de curvatura permitido, accesos para la fibra óptica y los patch cords.

Debe estar construido con material resistente y tener una etiqueta interna para identificación de empalmes.



**Figura XXI: Distribuidores Ópticos (ODF)**

Fuente: <http://www.monografias.com> (2012)



#### 4.3.1.7. Manguera corrugada

- Se emplea manguera corrugada para recubrir el cable de fibra óptica en pozos (excepto en los que se ubique reserva o empalme), trayectos en túneles y/o cárcamos hasta el rack del ODF.
- Se considera 3 metros de manguera corrugada por pozo más la longitud de acceso en el túnel y/o cárcamo hasta el rack del ODF.



**Figura XXII: Manguera corrugada**

Fuente; <http://www.monografias.com> (2012)

#### 4.3.1.8. Empalmes

##### a. Empalmes canalizados (UIT-T. L35)

- Se debe proyectar un empalme cada 4000m en cable canalizado.
- Longitud máxima de cable entre empalmes: 400-6000 m máx.
- Los empalmes se realizan también dependiendo de la longitud de la bobina, en el mercado existen de 3 a 7 Km máximo para cable ADSS, LOSE TUBE y para cable bobinas de 5 Km, Estos valores son los que frecuentemente utiliza CNT.

##### b. Empalmes aéreos.

- Se debe realizar empalmes en las subidas a poste, cuando se requiere de cambio de tipo de cable de canalizado a aéreo, esto ocurre cuando la distancia de tendido aéreo es muy representativa con relación a la dimensión del tendido canalizado, para fines prácticos se debe empalmar si el tendido aéreo es mayor o igual a 2000m.

- Se deben realizar un empalme cada 2500 a 5000 metros en cable aéreo debido a los rendimientos estándar del tendido diario y la longitud de la bobina.

### c. Mangas De Empalme

Sirven para dar continuidad al enlace de fibra, sus capacidades dependen de las características el enlace y pueden ser de 12 hasta 144 hilos con sistemas de aterramiento.

Construidas de material resistente a la tensión e impermeable, que permita cierre hermético y con los debidos accesorios para instalación en subsuelo, soportes aéreos y aplicaciones de pedestal. Deben permitir realizar empalmes de extremo a extremo o empalmes internos (derivaciones).

Tanto en la bandeja como en el cableado dentro del empalme se deben respetar los radios de curvatura. Debe poseer un sistema organizador de bandejas que permita trabajar sobre la fibra de un buffer sin necesidad de remover las bandejas restantes, además de tarjetas de identificación para cada bandeja y en cada una de estas los respectivos manguitos para protección de los empalmes de fibra. Por último se requiere de un sistema de cierre adecuado.

De acuerdo a la cerradura de la caja y a la entrada y salida de los cables de fibra, pueden ser: Tipo Lineal o Tipo Domo.



**Figura XXIII: Manga tipo domo**

Fuente: <http://www.monografias.com> (2012)



**Figura XXIV: Manga mecánica Lineal**

Fuente: <http://www.monografias.com> (2012)

#### **4.3.1.9. Puentes ópticos (patchcords)**

Se utilizan para la interconexión entre un puerto del ODF al cual está conectorizado un hilo de fibra del enlace que viene del exterior con los equipos de transmisión instalados en la central o nodo.

Las terminaciones del patchcord pueden ser: FC, ST, SC o LC con pulido PC, UPC o APC según la necesidad de diseño, también pueden ser de tipo dual, es decir, dos fibras monomodo con dos terminaciones en cada extremo, las características ópticas deben ser similares a las de la fibra instalada en el enlace, es decir, debe cumplir el mismo estándar, la distancia del patchcord deberá estar acorde al posicionamiento del equipo de transmisión con respecto al ODF en cada estación.

#### **4.3.1.10. Pigtaills**

Son utilizados para empalmar por un lado la fibra que llega del exterior y conectar por el otro lado al acoplador del ODF.

La terminación de cada pigtail puede ser: FC, ST, SC o LC con pulido PC, UPC o APC según la necesidad de diseño, las características ópticas deben ser similares a las de la fibra instalada en el enlace a la que el pigtail se debe empalmar, es decir, debe cumplir el mismo estándar, la distancia del pigtail deberá ser de mínimo 1,00 metros o dependiendo de las necesidades en cada estación.

El conector deberá estar protegido contra suciedad y golpes.

#### 4.3.1.11. Herrajes

Son accesorios de acero galvanizado cuya principal función es sujetar el cable al poste en nuestro diseño se utilizaran los siguientes tipos de herrajes

##### a. Herraje tipo A

El herraje tipo A o herraje terminal se utiliza en el inicio o fin de un enlace, en los cambios de dirección de la ruta, en tramos mayores o iguales a 90 metros y después de dos herrajes B consecutivos.

Debe estar constituido de lo siguiente:

- Herraje básico terminal para poste, que debe incluir el material de sujeción.
- Varillas de extensión.



**Figura XXV: Herrajes tipo A**

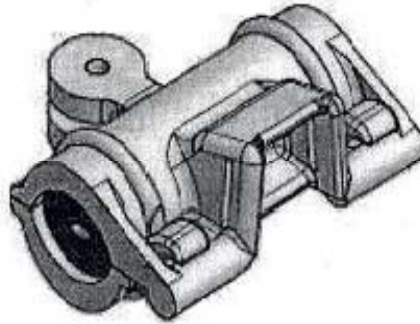
Fuente: <http://www.monografias.com> (2012)

##### b. Herraje tipo B

El herraje tipo B o herraje de paso se utiliza en tramos rectos de la ruta para distancias menores de 90 metros.

Debe estar constituido por lo siguiente:

- Herraje básico de soporte, que incluye el material de sujeción al poste.
- Elemento de soporte del cable de forma cilíndrica, mismo que en su interior tiene material antideslizante para evitar que la fibra resbale.



**Figura XXVI: Herrajes tipo B**

Fuente: <http://www.monografias.com> (2012)

### **c. Herrajes para cable ADSS**

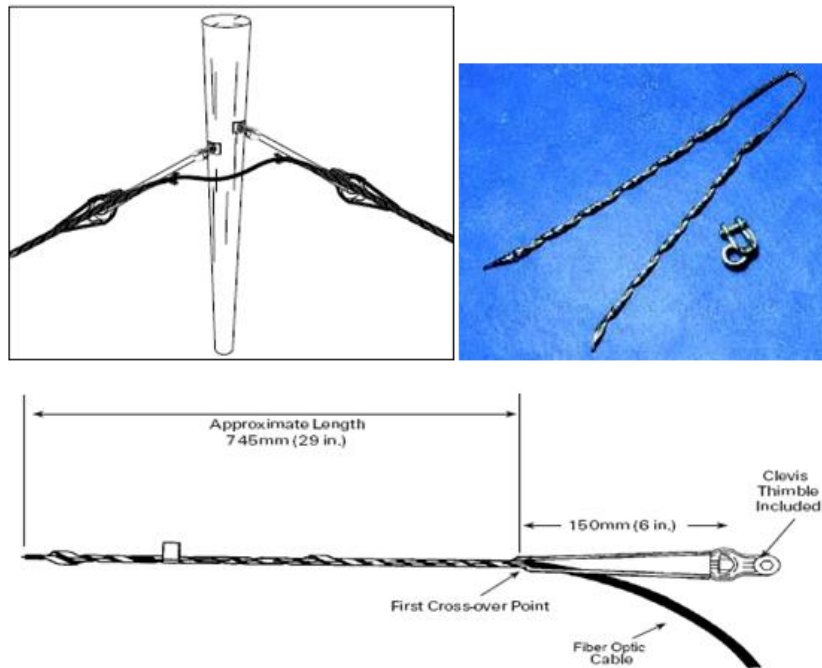
Para el cable ADSS, se utiliza otros tipos de herrajes tanto terminales como de paso y dispositivos adicionales para evitar oscilaciones del cable. Estos tipos de herrajes pueden ser Preformados de retención o terminales y Herrajes de Paso o Suspensión los cuales detallaremos a continuación:

#### **▪ Preformados de retención o terminales**

Los herrajes terminales permiten sujetar el cable de manera envolvente sobre su chaqueta haciendo curvaturas suaves a través de una mayor separación desde el poste, utilizando:

- El herraje tipo A básico (1) adicionando-160-
- Brazos extensores (2) y
- Preformados (2) a cada lado del cable para sujeción todo esto compone el kit del herraje.

Estos se instalaran cuando existan cambios de dirección y en los extremos del tendido (al inicio y final) y en tramos mayores a 100 metros.



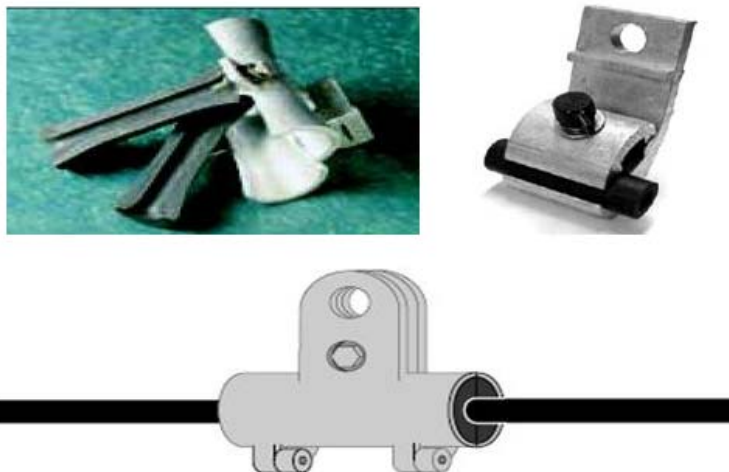
**Figura XXVII: Preformados de retención o terminales**

Fuente: <http://www.monografias.com> (2012)

▪ **Herrajes de Paso o Suspensión**

Los herrajes de paso nos permitirán

- Apoyar al cable en tramos que no producen ángulo en el punto de apoyo.
- Se debe colocar 1 por poste en tramos rectos.



**Figura XXVIII: Herrajes de Paso o Suspensión**

Fuente: <http://www.monografias.com> (2012)

#### **4.3.1.12. Reservas de cable**

- En el pozo donde se encuentren las puntas de los cables instalados se deba considerar las reservas de cable suficientes para la ejecución del empalme de fibra óptica en la parte exterior. Una vez ejecutado el empalme, junto con las reservas del cable, es fijado en la loza del pozo.
- Se debe dejar suficiente holgura en un cable instalado para poder realizar empalmes e incluso reparaciones. Estas reservas de cable se las ubica en un pozo que se encuentre antes de un cruce de calle, y también dichas reservas puede ubicarlas en pozos cercanos donde empieza una subida a poste.
- En lo que se refiere a los cables aéreos de 12, 24, 48 y 96 fibras, en todos los diseños que se realizan con fibra se está empleando los cables aéreos ADSS G.652D (VANOS120m). Adicionalmente considerar 30 mts o 50 mts. más por cada reserva, cruce, empalme.

#### **4.3.1.13. Distribuidores Digitales (DDF).**

En la presente propuesta, se debe tener en cuenta la provisión de distribuidores DDF, en cada sitio que forman parte del proyecto, dimensionados con un capacidad de interconexión que depende de los requerimientos de E1s, DS3s y STM-1 eléctricos en cada sitio.

#### **4.3.1.14. Sistema de energía.**

En las principales ciudades como Ambato, Baños así como en las poblaciones propuestas, se cuenta con un sistema de energía de -48 VDC, que tienen la capacidad necesaria para brindar una adecuada alimentación de energía del equipamiento. La siguiente figura ilustra el esquema de alimentación recomendado para el equipamiento SDH, propuesto.

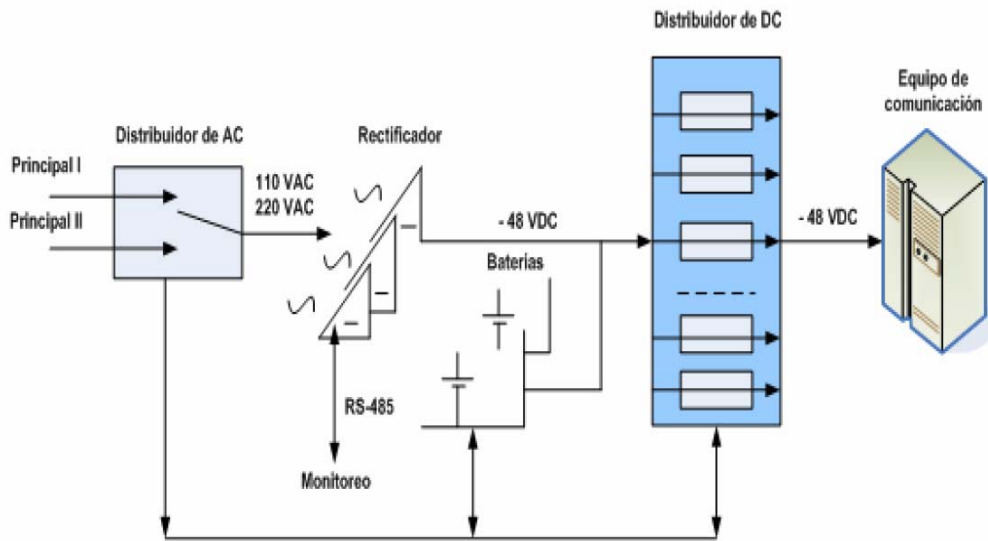


Figura XXIX: Sistema de Energía

Fuente: <http://repositorio.espe.edu.ec> (2009)

#### 4.3.2. DIMENSIONAMIENTO DEL ANCHO DE BANDA

Para realizar este dimensionamiento calculamos el crecimiento de usuarios según el índice de crecimiento que detallamos en la tabla XXXIII y la tabla XXXIV lo cual representa mayor cantidad de ganancia para CNT – EP Tungurahua:

$$D_t = D_0(1 + r)^t$$



En la **Tabla XXXIII** podemos ver la demanda a 5 años de los usuarios en telefonía:

CENTRAL	TELEFONÍA				ÍNDICES DE CRECIMIENTO				DEMANDA				
	2010	2011	2012	2013	IC 1	IC 2	IC 3	PROM.	2014	2015	2016	2017	2018
<b>AMBATO 2</b>	22631	20854	18698	19532	-0.0785	-0.1034	0.0446	0.015	19822	20117	20416	20720	21028
<b>MOCHA (SALD)</b>	604	617	594	605	0.0215	-0.0373	0.0185	0.020	617	629	642	655	668
<b>QUINCHICOTO (NQU1)</b>	0	0	467	463	0.0000	0.0000	-0.0086	0.006	466	469	472	475	478
<b>TISALEO (SALD)</b>	750	748	722	730	-0.0027	-0.0348	0.0111	0.006	734	738	742	746	750
<b>HUACHI (TDA)</b>	2088	1622	1648	1647	-0.2232	0.0160	-0.0006	0.016	1673	1700	1727	1755	1783
<b>AMBATO 3 (AMB1)</b>	2661	2655	3239	3287	-0.0023	0.2200	0.0148	0.006	3305	3324	3342	3361	3380
<b>IZAMBA (TDA)</b>	5743	5896	5306	5429	0.0266	-0.1001	0.0232	0.017	5519	5611	5704	5799	5895
<b>PILLARO (SALD)</b>	2358	2405	2378	2435	0.0199	-0.0112	0.0240	0.011	2462	2488	2515	2543	2571
<b>SAN MIGUELITO DE PILLARO (NQU1)</b>	417	452	439	450	0.0839	-0.0288	0.0251	0.027	462	474	487	500	513
<b>EMILIO TERÁN</b>	79	80	78	85	0.0127	-0.0250	0.0897	0.034	88	91	94	97	101
<b>LOS ANDES (NQU1)</b>	0	0	0	114	0.0000	0.0000	0.0000	0.018	116	118	120	122	124
<b>PATATE (SALD)</b>	884	888	876	902	0.0045	-0.0135	0.0297	0.007	908	914	921	927	934
<b>BAÑOS (TDA)</b>	3234	3235	3003	3059	0.0003	-0.0717	0.0186	0.009	3088	3116	3145	3175	3204
<b>HUAMBALO (SALD)</b>	689	685	732	708	-0.0058	0.0686	-0.0328	0.015	719	729	740	751	763
<b>PELILEO (SALD)</b>	2735	2760	2720	2758	0.0091	-0.0145	0.0140	0.003	2766	2774	2782	2790	2798
<b>BENÍTEZ (NQU1)</b>	248	251	296	300	0.0121	0.1793	0.0135	0.068	320	342	366	391	417

**Tabla XXXIII: Demanda a 5 años de Usuarios de telefonía**

Elaborado: Por los Autores

En la Tabla XXXIV: podemos ver la demanda a 5 años de los usuarios en datos:

DISTRIBUIDOR	TELEFONÍA				ÍNDICES DE CRECIMIENTO				DEMANDA				
	2010	2011	2012	2013	IC 1	IC 2	IC 3	PROM.	2014	2015	2016	2017	2018
<b>AMBATO SUR</b>	3166	4301	6914	8515	0.3585	0.6075	0.2316	0.0998	9365	10299	11327	12458	13701
<b>MOCHA</b>	0	0	68	142	0.0000	0.0000	1.0882	0.0907	155	169	184	201	219
<b>MSAN.SANTA LUCIA</b>	0	0	29	31	0.0000	0.0000	0.0690	0.0345	32	33	34	36	37
<b>TISALEO</b>	0	44	85	167	0.0000	0.9318	0.9647	0.1580	193	224	259	300	348
<b>HUACHI GRANDE</b>	86	128	529	627	0.4884	3.1328	0.1853	0.0842	680	737	799	866	939
<b>AMBATO NORTE</b>	417	585	1245	1445	0.4029	1.1282	0.1606	0.0626	1535	1632	1734	1842	1958
<b>IZAMBA</b>	482	757	1329	1944	0.5705	0.7556	0.4628	0.0861	2111	2293	2491	2705	2938
<b>PILLARO</b>	45	45	626	773	0.0000	12.9111	0.2348	0.0587	818	866	917	971	1028
<b>AMG.SAN.MIGLT</b>	26	32	74	84	0.2308	1.3125	0.1351	0.0610	89	95	100	106	113
<b>EMILIO TERÁN (TG)</b>	0	0	0	15	0.0000	0.0000	0.2667	0.1333	17	19	22	25	28
<b>MSAN.LOS ANDES(TG)</b>	0	0	0	43	0.0000	0.0000	0.0698	0.0349	45	46	48	49	51
<b>PATATE</b>	0	47	165	232	0.0000	2.5106	0.4061	0.0677	248	264	282	301	322
<b>BAÑOS</b>	394	376	697	836	-0.0457	0.8537	0.1994	0.0399	869	904	940	978	1017
<b>HUAMBALO</b>	0	121	180	242	0.0000	0.4876	0.3444	0.0693	259	277	296	316	338
<b>PELILEO</b>	258	675	736	1146	1.6163	0.0904	0.5571	0.0809	1239	1339	1447	1564	1691
<b>AMG.BENITEZ</b>	16	30	69	95	0.8750	1.3000	0.3768	0.1823	112	133	157	186	219

**Tabla XXXIV:** Demanda a 5 años de Usuarios en datos

Elaborado: Por los Autores

En la **Tabla XXXV** podemos ver BW de cada nodo:

<b>BW</b>		
<b>Ítem</b>	<b>Enlace A-B</b>	<b>máx. (Mbps)</b>
<b>1</b>	Ambato Sur - Nodo Mocha	96.85
<b>2</b>	Nodo Mocha - Nodo Sta. Lucia	0
<b>3</b>	Nodo Sta. Lucia - Nodo Tisaleo	13.22
<b>4</b>	Nodo Tisaleo - Nodo H. Grande	13.86
<b>5</b>	Nodo H Grande - Ambato sur	4.02
<b>6</b>	Ambato Sur - Nodo Benítez	17.91
<b>7</b>	Nodo Benítez - Nodo Pelileo	16.01
<b>8</b>	Nodo Pelileo - Nodo Patate	14.33
<b>9</b>	Nodo Patate - Nodo Los Andes	10.01
<b>10</b>	Nodo Los Andes - Nodo Emilio Terán	6.8
<b>11</b>	Nodo Emilio Terán - Nodo San Miguelito	25.69
<b>12</b>	Nodo San Miguelito - Nodo Pillaro	51.82
<b>13</b>	Nodo Pillaro - Nodo Izamba	98.76
<b>14</b>	Nodo Izamba - Nodo Ambato Norte	173.01
<b>15</b>	Nodo Ambato Norte - Nodo Ambato sur	211.96
<b>16</b>	Nodo Pelileo - Nodo Huambalo	0
<b>17</b>	Nodo Huambalo - Nodo Baños	0
<b>18</b>	Nodo Baños - Nodo Patate	6.33

**Tabla XXXV: BW en cada nodo**

Elaborado: Por los Autores

### **4.3.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS ACTIVOS**

#### **4.3.3.1. AMG'S que Integran Cada uno de los Nodos**

El Access Media Gateway (AMG) es una clase superior de Media Gateway o Pasarela de Medios (El media Gateway proporciona el transporte de voz, datos, fax y video entre la Red IP y la red PSTN), y es importante porque reemplazan las tarjetas de línea TDM de los switches.

Hay varios subtipos de Access Media Gateways, mostrando diferentes acercamientos a las redes de telecomunicaciones. Un subtipo muy importante son las Pasarelas de Acceso Multi-servicio MSAG (Multiservice Access Gateway), también conocida como Nodos de Acceso Multi-servicio MSANs (Multiservice Access Nodes), los cuales brindan servicios de banda ancha y Triple Play, soportando una migración fluida a tecnologías NGN.

Cada uno de los diferentes nodos que componen la red de la CNTEP conectan varios puntos, los cuales permiten la conexión a los diversos abonados, estos puntos son los denominados AMG's que incluyen equipos MSAN UA5000; en la actualidad con un incremento en la demanda de servicios tales como voz, datos, video, y multimedia, la necesidad de equipamiento para la red de acceso de larga capacidad, y servicios de alta calidad y capacidad es imperativa debido a esto los mencionados equipos nos permiten lograr dichos requerimientos.

#### 4.3.3.2. Equipo OptiX OSN

Los Equipos Optix OSN tienen las siguientes características y beneficios

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>BENEFICIOS</b>
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 capacidad de red en el equipo OptiX OSN 3500

**Tabla XXXVI: Características del Optix OSN**

Elaborado: Por los Autores

#### **Especificaciones técnicas**

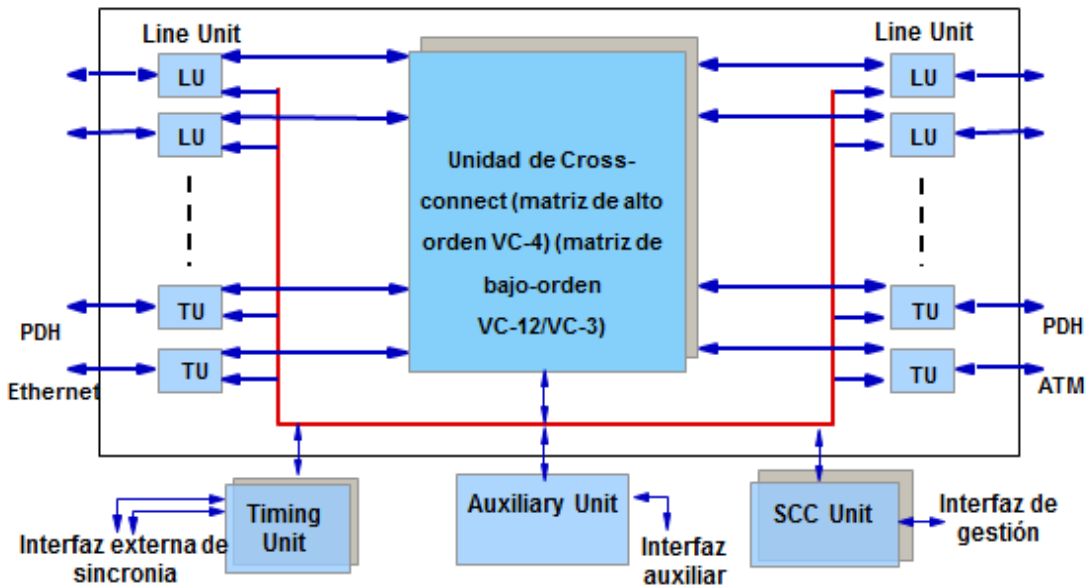
<b>Especificación</b>	<b>Descripción</b>
Interfaces	E, GE, DS3, STM-1, STM-4, STM-16, STM-64
Servicios	SDH, PDH, Ethernet, RPR (Anillo de paquetes residentes), ATM, SAN (Área de almacenamiento de red), WDM, DDN (Red de datos digitales), ASON

	(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.

**Tabla XXXVII: Especificaciones Técnicas del Optix OSN**

Elaborado: Por los Autores

**Arquitectura del sistema del Optix OSN 3500**



**Figura XXX: Arquitectura del sistema del Optix OSN 3500**

Fuente: <http://repositorio.espe.edu.ec> (2009)

Los equipos Optix OSN 3500 tienen una gran capacidad y acceso a Multi-servicios como se muestra en la Figura:

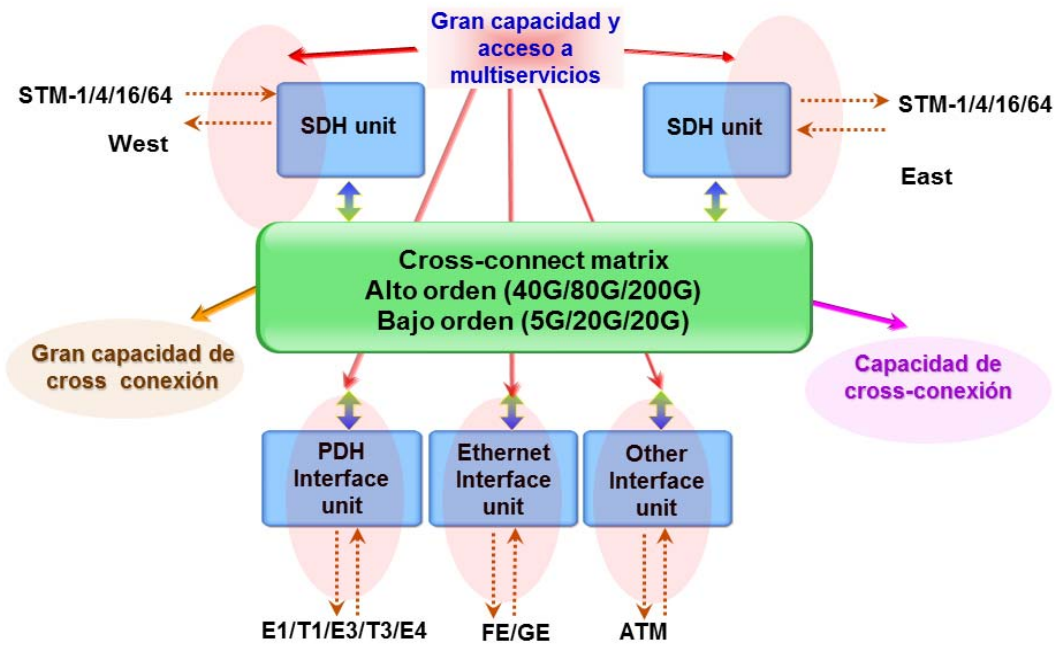


Figura XXXI: Acceso a servicios del sistema del Optix OSN 3500

Fuente: <http://repositorio.espe.edu.ec> (2009)

#### 4.3.3.3. 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	CARACTERÍSTICAS
STM-64	<ul style="list-style-type: none"> <li>El equipo ADM requerido debe ser equipado con interfaces ópticas de línea STM- 64 de acuerdo a la recomendación UIT-T G.691.</li> </ul>
STM-16	<ul style="list-style-type: none"> <li>La interfaz STM-16 operará a 2,5 Gbit/s según recomendaciones de la ITU G.957</li> </ul>
STM-4	<ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> </ul>
STM-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>La interfaz óptica STM-1 operará en 155,520 Mbps.</li> </ul>

<p>Interfaz E1</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El interfaz E1 del multiplexor NG SDH operará a 2,048 Mbps.</li> <li>• La densidad de puertos por tarjeta no será inferior a 63 E1, no se aceptara solo tarjetas de control sin sus correspondientes interfaces de puertos físicos E1.</li> <li>• Se requiere de protección 1 a N (1:N) de tarjeta.</li> </ul>
<p>E3/DS3</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La interfaz E3/DS3 del equipo operará a 34/45 Mbps.</li> <li>• Estarán disponibles con impedancia de 75 ohms desbalanceados, conectores tipo BNC con punto de monitoreo y cableadas a un DDF.</li> <li>• Se requiere de protección 1 a N (1:N) de tarjeta.</li> </ul>
<p>Fast Ethernet (10/100 Mbps)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Las tarjetas Fast Ethernet deben tener las siguientes funcionalidades necesariamente: GFP, LCAS, VCAT. Debe manejar redes virtuales (VLANs)</li> <li>• Se requiere de protección 1 a N (1:N) de tarjeta.</li> <li>• Todos los puertos de las tarjetas de Interfaz FastEthernet deben ser cableados desde el equipo a un patch panel, con conectores RJ45.</li> </ul>
<p>Interfaz Gigabit Ethernet (1 Gbps)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El equipo NG SDH se debe equipar con interfaz Gigabit Ethernet (1 Gbps).</li> <li>• 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.</li> <li>• Se requiere de protección 1 más 1 (1+1) de tarjeta.</li> <li>• Las tarjetas GE deben tener las siguientes funcionalidades necesariamente: GFP.</li> </ul>

**Tabla XXXVIII: Características Interfaces externas**

Elaborado: Por los Autores

#### **4.4. ESTUDIO ECONÓMICO**

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.

#### 4.4.1. ENLACES

En la **Tabla XXXIX** podemos ver el presupuesto del enlace Huambalo Baños

		HUAMBALO - BAÑOS 48 F.O. G.652			
UNIDAD DE PLANTA	U	CANT	PRECIO		
			UNITARIO	TOTAL	
MONODUCTO (DENTRO DE CANALIZACIÓN)	m	1302.50	\$ 2.11	\$ 2,748.28	
HERRAJE DE POZO	U	0.00	\$ 77.29	\$ -	
HERRAJE DE CANALIZACIÓN PARA PUENTE	U	171.00	\$ 49.16	\$ 8,406.36	
SUBIDA MANGUERA	m	26.40	\$ 2.79	\$ 73.66	
TAPÓN CIEGO PARA TRIDUCTO (1/ 1/4´´)	U	148.00	\$ 5.14	\$ 760.72	
TAPÓN SIMPLE PARA FIBRA ÓPTICA (TAPÓN GUÍA 1 1/4´´)	U	118.00	\$ 10.32	\$1,217.76	
SUMINISTRO Y EJECUCIÓN DE EMPALME AÉREO POR FUSIÓN 24 FO	U	0.00	\$ 399.62	\$ -	
SUMINISTRO Y EJECUCIÓN DE EMPALME AÉREO POR FUSIÓN 48 FO	U	3.00	\$ 471.88	\$ 1,415.64	
SUMINISTRO Y EJECUCIÓN DE HERRAJE TIPO A + THIMBLE CLEVIS PARA CABLE DE FIBRA ÓPTICA ADSS	U	339.00	\$ 30.84	\$10,454.76	
SUMINISTRO Y EJECUCIÓN DE HERRAJE TIPO B (CÓNICO) PARA CABLE DE FIBRA ÓPTICA ADSS	U	21.00	\$ 16.09	\$ 337.89	
IDENTIFICADOR ACRÍLICO DE FIBRA ÓPTICA CANALIZADO 8x4 CM	U	68.00	\$ 5.00	\$ 340.00	
IDENTIFICADOR ACRÍLICO DE FIBRA ÓPTICA AÉREO 12X6 CM	U	362.00	\$ 5.61	\$ 2,030.82	
INSTALACIÓN MANGUERA CORRUGADA	m	268.00	\$ 1.66	\$ 444.88	
INSTALACIÓN ODF 24 PUERTOS	U	0.00	\$ 514.98	\$ -	
INSTALACIÓN ODF 48 PUERTOS	U	2.00	\$ 950.11	\$ 1,900.22	
INSTALACIÓN PORTA RESERVAS FIBRA ÓPTICA POZO	U	9.00	\$ 22.01	\$ 198.09	
PATCH CORD DÚPLEX	G.652	m	4.00	\$ 22.04	\$ 88.16
RACK DE PISO ABIERTO 2,2M X 19´´ DE 44 UNID.	U	2.00	\$ 221.25	\$ 442.50	
EMPALME SUBTERRÁNEO POR FUSIÓN 24 FO	U	0.00	\$ 400.46	\$ -	
EMPALME SUBTERRÁNEO POR FUSIÓN 48 FO	U	2.00	\$ 472.81	\$ 945.62	
TENDIDO DE CABLE AÉREO 24 FO ADSS G.652 (VANOS 80m)	m	0.00	\$ 2.41	\$ -	
TENDIDO DE CABLE AÉREO 48 FO ADSS G.652 (VANOS 120m)	m	20100.00	\$ 4.15	\$83,415.00	
TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 48 FO G.652	m	3500.00	\$ 3.27	\$11,445.00	
SUBIDA A POSTE PARA FIBRA ÓPTICA	U	4.00	\$ 50.88	\$ 203.52	
COSTO POR CENTRAL				\$126,868.87	

**Tabla XXXIX: Presupuesto enlace Huambalo-Baños**

Elaborado: Por los Autores



En la **Tabla XL** podemos ver el presupuesto del enlace Mocha Santa Lucia

		MOCHA -STA. LUCIA 24 F.O. G.652			
UNIDAD DE PLANTA	U	CANT	PRECIO		
			UNITARIO	TOTAL	
MONODUCTO (DENTRO DE CANALIZACIÓN)	m	0.00	\$ 2.11	\$ -	
HERRAJE DE POZO	U	6.00	\$ 77.29	\$ 463.74	
HERRAJE DE CANALIZACIÓN PARA PUENTE	U	0.00	\$ 49.16	\$ -	
SUBIDA MANGUERA	m	17.40	\$ 2.79	\$ 48.55	
TAPÓN CIEGO PARA TRIDUCTO (1/ 1/4´´)	U	28.00	\$ 5.14	\$ 143.92	
TAPÓN SIMPLE PARA FIBRA ÓPTICA (TAPÓN GUÍA 1 1/4´´)	U	15.00	\$ 10.32	\$ 154.80	
SUMINISTRO Y EJECUCIÓN DE EMPALME AÉREO POR FUSIÓN 24 FO	U	1.00	\$ 399.62	\$ 399.62	
SUMINISTRO Y EJECUCIÓN DE EMPALME AÉREO POR FUSIÓN 48 FO	U	0.00	\$ 471.88	\$ -	
SUMINISTRO Y EJECUCIÓN DE HERRAJE TIPO A + THIMBLE CLEVIS PARA CABLE DE FIBRA ÓPTICA ADSS	U	111.00	\$ 30.84	\$ 3,423.24	
SUMINISTRO Y EJECUCIÓN DE HERRAJE TIPO B (CÓNICO) PARA CABLE DE FIBRA ÓPTICA ADSS	U	44.00	\$ 16.09	\$ 707.96	
IDENTIFICADOR ACRÍLICO DE FIBRA ÓPTICA CANALIZADO 8x4 CM	U	9.00	\$ 5.00	\$ 45.00	
IDENTIFICADOR ACRÍLICO DE FIBRA ÓPTICA AÉREO 12X6 CM	U	155.00	\$ 5.61	\$ 869.55	
INSTALACIÓN MANGUERA CORRUGADA	m	56.00	\$ 1.66	\$ 92.96	
INSTALACIÓN ODF 24 PUERTOS	U	2.00	\$ 514.98	\$ 1,029.96	
INSTALACIÓN ODF 48 PUERTOS	U	0.00	\$ 950.11	\$ -	
INSTALACIÓN PORTA RESERVAS FIBRA ÓPTICA POZO	U	6.00	\$ 22.01	\$ 132.06	
PATCH CORD DÚPLEX	G.652	m	2.00	\$ 22.04	\$ 44.08
RACK DE PISO ABIERTO 2,2M X 19´´ DE 44 UNID.	U	2.00	\$ 221.25	\$ 442.50	
EMPALME SUBTERRÁNEO POR FUSIÓN 24 FO	U	1.00	\$ 400.46	\$ 400.46	
EMPALME SUBTERRÁNEO POR FUSIÓN 48 FO	U	0.00	\$ 472.81	\$ -	
TENDIDO DE CABLE AÉREO 24 FO ADSS G.652 (VANOS 80m)	m	9200.00	\$ 2.41	\$ 22,172.00	
TENDIDO DE CABLE AÉREO 48 FO ADSS G.652 (VANOS 120m)	m	0.00	\$ 4.15	\$ -	
TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 48 FO G.652	m	0.00	\$ 3.27	\$ -	
SUBIDA A POSTE PARA FIBRA ÓPTICA	U	2.00	\$ 50.88	\$ 101.76	
COSTO POR CENTRAL				\$ 30,672.16	

**Tabla XL: Presupuesto enlace Mocha-Santa Lucia**

Elaborado: Por los Autores

En la **Tabla XLI** podemos ver el presupuesto del enlace Pillaro-Los Andes

		PILLARO - LOS ANDES 48 F.O. G.652			
UNIDAD DE PLANTA	U	CANT	PRECIO		
			UNITARIO	TOTAL	
MONODUCTO (DENTRO DE CANALIZACIÓN)	m	0.00	\$ 2.11	\$ -	
HERRAJE DE POZO	U	8.00	\$ 77.29	\$ 618.32	
HERRAJE DE CANALIZACIÓN PARA PUENTE	U	0.00	\$ 49.16	\$ -	
SUBIDA MANGUERA	m	43.40	\$ 2.79	\$ 121.09	
TAPÓN CIEGO PARA TRIDUCTO (1/ 1/4'')	U	44.00	\$ 5.14	\$ 226.16	
TAPÓN SIMPLE PARA FIBRA ÓPTICA (TAPÓN GUÍA 1 1/4'')	U	22.00	\$ 10.32	\$ 227.04	
SUMINISTRO Y EJECUCIÓN DE EMPALME AÉREO POR FUSIÓN 24 FO	U	0.00	\$ 399.62	\$ -	
SUMINISTRO Y EJECUCIÓN DE EMPALME AÉREO POR FUSIÓN 48 FO	U	0.00	\$ 471.88	\$ -	
SUMINISTRO Y EJECUCIÓN DE HERRAJE TIPO A + THIMBLE CLEVIS PARA CABLE DE FIBRA ÓPTICA ADSS	U	171.00	\$ 30.84	\$ 5,273.64	
SUMINISTRO Y EJECUCIÓN DE HERRAJE TIPO B (CÓNICO) PARA CABLE DE FIBRA ÓPTICA ADSS	U	85.00	\$ 16.09	\$ 1,367.65	
IDENTIFICADOR ACRÍLICO DE FIBRA ÓPTICA CANALIZADO 8x4 CM	U	44.00	\$ 5.00	\$ 220.00	
IDENTIFICADOR ACRÍLICO DE FIBRA ÓPTICA AÉREO 12X6 CM	U	254.00	\$ 5.61	\$ 1,424.94	
INSTALACIÓN MANGUERA CORRUGADA	m	157.00	\$ 1.66	\$ 260.62	
INSTALACIÓN ODF 24 PUERTOS	U	0.00	\$ 514.98	\$ -	
INSTALACIÓN ODF 48 PUERTOS	U	8.00	\$ 950.11	\$ 7,600.88	
INSTALACIÓN PORTA RESERVAS FIBRA ÓPTICA POZO	U	5.00	\$ 22.01	\$ 110.05	
PATCH CORD DÚPLEX	G.652	m	16.00	\$ 22.04	\$ 352.64
RACK DE PISO ABIERTO 2,2M X 19'' DE 44 UNID.	U	5.00	\$ 221.25	\$ 1,106.25	
EMPALME SUBTERRÁNEO POR FUSIÓN 24 FO	U	0.00	\$ 400.46	\$ -	
EMPALME SUBTERRÁNEO POR FUSIÓN 48 FO	U	0.00	\$ 472.81	\$ -	
TENDIDO DE CABLE AÉREO 24 FO ADSS G.652 (VANOS 80m)	m	0.00	\$ 2.41	\$ -	
TENDIDO DE CABLE AÉREO 48 FO ADSS G.652 (VANOS 120m)	m	14700.00	\$ 4.15	\$61,005.00	
TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 48 FO G.652	m	0.00	\$ 3.27	\$ -	
SUBIDA A POSTE PARA FIBRA ÓPTICA	U	8.00	\$ 50.88	\$ 407.04	
COSTO POR CENTRAL				\$80,321.32	

**Tabla XLI: Presupuesto enlace Pillaro-Los Andes**

Elaborado: Por los Autores

#### 4.4.2. EQUIPAMIENTO

En la **Tabla XLII** se muestra el costo estimado de equipos en Ambato Sur:

Ambato Sur		PRECIO REFERENCIAL	SUBTOTAL
<b>RACKS</b>			
Rack externo	1	1158	1158
Subrack principal	1	2632	2632
<b>EQUIPAMIENTO BÁSICO NECESARIO Y ACCESORIOS</b>			
XCU (cros conectores)	2	914	1828
Fuentes	1	240	240
Tarjeta de Reloj de cros conexión	1	1004	1004
Tablero de control	2	228	456
<b>TARJETAS DE SERVICIO</b>			
STM-64	2	987	1974
STM-16	8	1442	11536
4xSTM-4	4	2145	8580
2xSTM-4	0	1116	0
4xSTM-1	4	1200	4800
GE	16	1010	16160
FE	8	223	1784
DS3/E3	2	350	700
63xE1	4	579	2316
32xE1	0	120	0
<b>MATERIALES</b>			
Fibra Monomodo Exterior (LC)	10	1.84	18.4
Fibra Monomodo Exterior(LC-LC)	5	1.67	8.35
Cable troncal de micro datos	35	13	455
Cable troncal de datos	2	5.5	11
Cable de poder para rack	2	22	44
Cable de protección a tierra -rack	2	10.5	21
Cable de red	8	2.7	21.6
Atenuador óptico	15	27	405
Base regulable para rack	2	6	12
<b>ODF</b>			
ODF(48-puertos)	1	950.11	950.11
ODF(24-puertos)	0	514.98	0
Patch cord	100	22.04	2204
<b>DDF</b>			
DDF(63E1)	1	380	380
<b>NMS</b>			
Software de gestión	1	20	20
<b>TOTAL</b>			59718.46

**Tabla XLII: Costo estimado de equipos en Ambato Sur**

Elaborado: Por los Autores

En la **Tabla XLIII** se muestra el costo estimado de equipos en Nodo Mocha:

Nodo Mocha		PRECIO REFERENCIAL	SUBTOTAL
<b>RACKS</b>			
Rack externo	1	1158	1158
Subrack principal	1	2632	2632
<b>EQUIPAMIENTO BÁSICO NECESARIO Y ACCESORIOS</b>			
XCU (cros conectores)	2	914	1828
Fuentes	1	240	240
Tarjeta de Reloj de cros conexión	1	1004	1004
Tablero de control	2	228	456
<b>TARJETAS DE SERVICIO</b>			
STM-64	2	987	1974
STM-16	2	1442	2884
4xSTM-4	0	2145	0
2xSTM-4	2	1116	2232
4xSTM-1	2	1200	2400
GE	2	1010	2020
FE	2	223	446
DS3/E3	2	350	700
63xE1	0	579	0
32xE1	2	120	240
<b>MATERIALES</b>			
Fibra Monomodo Exterior (LC)	10	1.84	18.4
Fibra Monomodo Exterior(LC-LC)	5	1.67	8.35
Cable troncal de micro datos	35	13	455
Cable troncal de datos	2	5.5	11
Cable de poder para rack	2	22	44
Cable de protección a tierra - rack	2	10.5	21
Cable de red	2	2.7	5.4
Atenuador óptico	15	27	405
Base regulable para rack	2	6	12
<b>ODF</b>			
ODF(48-puertos)	1	950.11	950.11
ODF(24-puertos)	0	514.98	0
Patch cord	100	22.04	2204
<b>DDF</b>			
DDF(63E1)	1	380	380
<b>NMS</b>			
Software de gestión	0	20	0
<b>TOTAL</b>			24728.26

**Tabla XLIII: Costo estimado de equipos en Nodo Mocha**

Elaborado: Por los Autores

En la **Tabla XLIV** se muestra el costo estimado de equipos en Nodo Sta. Lucia:

Nodo Sta. Lucia		PRECIO REFERENCIAL	SUBTOTAL
<b>RACKS</b>			
Rack externo	1	1158	1158
Subrack principal	1	2632	2632
<b>EQUIPAMIENTO BÁSICO NECESARIO Y ACCESORIOS</b>			
XCU (cros conectores)	2	914	1828
Fuentes	1	240	240
Tarjeta de Reloj de cros conexión	1	1004	1004
Tablero de control	2	228	456
<b>TARJETAS DE SERVICIO</b>			
STM-64	2	987	1974
STM-16	0	1442	0
4xSTM-4	0	2145	0
2xSTM-4	0	1116	0
4xSTM-1	0	1200	0
GE	2	1010	2020
FE	2	223	446
DS3/E3	0	350	0
63xE1	0	579	0
32xE1	2	120	240
<b>MATERIALES</b>			
Fibra Monomodo Exterior (LC)	8	1.84	14.72
Fibra Monomodo Exterior(LC-LC)	3	1.67	5.01
Cable troncal de micro datos	25	13	325
Cable troncal de datos	1	5.5	5.5
Cable de poder para rack	2	22	44
Cable de protección a tierra -rack	1	10.5	10.5
Cable de red	2	2.7	5.4
Atenuador óptico	5	27	135
Base regulable para rack	1	6	6
<b>ODF</b>			
ODF(48-puertos)	0	950.11	0
ODF(24-puertos)	1	514.98	514.98
Patch cord	40	22.04	881.6
<b>DDF</b>			
DDF(63E1)	0	380	0
<b>NMS</b>			
Software de gestión	0	20	0
<b>TOTAL</b>			13945.71

**Tabla XLIV: Costo estimado de equipos en Nodo Sta. Lucía**

Elaborado: Por los Autores

En la **Tabla XLV** se muestra el costo estimado de equipos en Nodo Tisaleo:

Nodo Tisaleo		PRECIO REFERENCIAL	SUBTOTAL
<b>RACKS</b>			
Rack externo	1	1158	1158
Subrack principal	1	2632	2632
<b>EQUIPAMIENTO BÁSICO NECESARIO Y ACCESORIOS</b>			
XCU (cros conectores)	2	914	1828
Fuentes	1	240	240
Tarjeta de Reloj de cros conexión	1	1004	1004
Tablero de control	2	228	456
<b>TARJETAS DE SERVICIO</b>			
STM-64	2	987	1974
STM-16	0	1442	0
4xSTM-4	0	2145	0
2xSTM-4	0	1116	0
4xSTM-1	0	1200	0
GE	2	1010	2020
FE	2	223	446
DS3/E3	2	350	700
63xE1	0	579	0
32xE1	2	120	240
<b>MATERIALES</b>			
Fibra Monomodo Exterior (LC)	10	1.84	18.4
Fibra Monomodo Exterior(LC-LC)	5	1.67	8.35
Cable troncal de micro datos	35	13	455
Cable troncal de datos	2	5.5	11
Cable de poder para rack	2	22	44
Cable de protección a tierra -rack	2	10.5	21
Cable de red	2	2.7	5.4
Atenuador óptico	15	27	405
Base regulable para rack	2	6	12
<b>ODF</b>			
ODF(48-puertos)	1	950.11	950.11
ODF(24-puertos)	0	514.98	0
Patch cord	100	22.04	2204
<b>DDF</b>			
DDF(63E1)	1	380	380
<b>NMS</b>			
Software de gestión	0	20	0
<b>TOTAL</b>			17212.26

**Tabla XLV: Costo estimado de equipos en Tisaleo**

Elaborado: Por los Autores

En la **Tabla XLVI** se muestra el costo estimado de equipos en Nodo H.Grande:

Nodo H Grande		PRECIO REFERENCIAL	SUBTOTAL
<b>RACKS</b>			
Rack externo	1	1158	1158
Subrack principal	1	2632	2632
<b>EQUIPAMIENTO BÁSICO NECESARIO Y ACCESORIOS</b>			
XCU (cros conectores)	2	914	1828
Fuentes	1	240	240
Tarjeta de Reloj de cros conexión	1	1004	1004
Tablero de control	2	228	456
<b>TARJETAS DE SERVICIO</b>			
STM-64	2	987	1974
STM-16	2	1442	2884
4xSTM-4	0	2145	0
2xSTM-4	2	1116	2232
4xSTM-1	2	1200	2400
GE	2	1010	2020
FE	2	223	446
DS3/E3	2	350	700
63xE1	0	579	0
32xE1	2	120	240
<b>MATERIALES</b>			
Fibra Monomodo Exterior (LC)	10	1.84	18.4
Fibra Monomodo Exterior(LC-LC)	5	1.67	8.35
Cable troncal de micro datos	35	13	455
Cable troncal de datos	2	5.5	11
Cable de poder para rack	2	22	44
Cable de protección a tierra -rack	2	10.5	21
Cable de red	8	2.7	21.6
Atenuador óptico	15	27	405
Base regulable para rack	2	6	12
<b>ODF</b>			
ODF(48-puertos)	1	950.11	950.11
ODF(24-puertos)	0	514.98	0
Patch cord	100	22.04	2204
<b>DDF</b>			
DDF(63E1)	1	380	380
<b>NMS</b>			
Software de gestión	0	20	0
<b>TOTAL</b>			24744.46

**Tabla XLVI: Costo estimado de equipos en Nodo H. Grande**

Elaborado: Por los Autores

En la **Tabla XLVII** se muestra el costo estimado de equipos en Nodo Benítez:

Nodo Benítez		PRECIO REFERENCIAL	SUBTOTAL
<b>RACKS</b>			
Rack externo	1	1158	1158
Subrack principal	1	2632	2632
<b>EQUIPAMIENTO BÁSICO NECESARIO Y ACCESORIOS</b>			
XCU (cros conectores)	2	914	1828
Fuentes	1	240	240
Tarjeta de Reloj de cros conexión	1	1004	1004
Tablero de control	2	228	456
<b>TARJETAS DE SERVICIO</b>			
STM-64	2	987	1974
STM-16	2	1442	2884
4xSTM-4	0	2145	0
2xSTM-4	2	1116	2232
4xSTM-1	2	1200	2400
GE	2	1010	2020
FE	2	223	446
DS3/E3	2	350	700
63xE1	0	579	0
32xE1	2	120	240
<b>MATERIALES</b>			
Fibra Monomodo Exterior (LC)	10	1.84	18.4
Fibra Monomodo Exterior(LC-LC)	5	1.67	8.35
Cable troncal de micro datos	35	13	455
Cable troncal de datos	2	5.5	11
Cable de poder para rack	2	22	44
Cable de protección a tierra -rack	2	10.5	21
Cable de red	8	2.7	21.6
Atenuador óptico	15	27	405
Base regulable para rack	2	6	12
<b>ODF</b>			
ODF(48-puertos)	1	950.11	950.11
ODF(24-puertos)	0	514.98	0
Patch cord	100	22.04	2204
<b>DDF</b>			
DDF(63E1)	1	380	380
<b>NMS</b>			
Software de gestión	0	20	0
<b>TOTAL</b>			24744.46

**Tabla XLVII: Costo estimado de equipos en Nodo Benítez**

Elaborado: Por los Autores



En la **Tabla XLVIII** se muestra el costo estimado de equipos en Nodo Pelileo:

Nodo Pelileo		PRECIO REFERENCIAL	SUBTOTAL
<b>RACKS</b>			
Rack externo	1	1158	1158
Subrack principal	1	2632	2632
<b>EQUIPAMIENTO BÁSICO NECESARIO Y ACCESORIOS</b>			
XCU (cros conectores)	2	914	1828
Fuentes	1	240	240
Tarjeta de Reloj de cros conexión	1	1004	1004
Tablero de control	2	228	456
<b>TARJETAS DE SERVICIO</b>			
STM-64	2	987	1974
STM-16	2	1442	2884
4xSTM-4	0	2145	0
2xSTM-4	0	1116	0
4xSTM-1	2	1200	2400
GE	2	1010	2020
FE	2	223	446
DS3/E3	2	350	700
63xE1	0	579	0
32xE1	2	120	240
<b>MATERIALES</b>			
Fibra Monomodo Exterior (LC)	10	1.84	18.4
Fibra Monomodo Exterior(LC-LC)	5	1.67	8.35
Cable troncal de micro datos	35	13	455
Cable troncal de datos	1	5.5	5.5
Cable de poder para rack	2	22	44
Cable de protección a tierra -rack	2	10.5	21
Cable de red	8	2.7	21.6
Atenuador óptico	15	27	405
Base regulable para rack	2	6	12
<b>ODF</b>			
ODF(48-puertos)	1	950.11	950.11
ODF(24-puertos)	0	514.98	0
Patch cord	100	22.04	2204
<b>DDF</b>			
DDF(63E1)	0	380	0
<b>NMS</b>			
Software de gestión	0	20	0
<b>TOTAL</b>			22126.96

**Tabla XLVIII: Costo estimado de equipos en Nodo Pelileo**

Elaborado: Por los Autores

En la **Tabla XLIX** se muestra el costo estimado de equipos en Nodo Patate:

Nodo Patate		PRECIO REFERENCIAL	SUBTOTAL
<b>RACKS</b>			
Rack externo	1	1158	1158
Subrack principal	1	2632	2632
<b>EQUIPAMIENTO BÁSICO NECESARIO Y ACCESORIOS</b>			
XCU (cros conectores)	2	914	1828
Fuentes	1	240	240
Tarjeta de Reloj de cros conexión	1	1004	1004
Tablero de control	2	228	456
<b>TARJETAS DE SERVICIO</b>			
STM-64	2	987	1974
STM-16	2	1442	2884
4xSTM-4	0	2145	0
2xSTM-4	0	1116	0
4xSTM-1	0	1200	0
GE	2	1010	2020
FE	2	223	446
DS3/E3	0	350	0
63xE1	0	579	0
32xE1	2	120	240
<b>MATERIALES</b>			
Fibra Monomodo Exterior (LC)	10	1.84	18.4
Fibra Monomodo Exterior(LC-LC)	5	1.67	8.35
Cable troncal de micro datos	35	13	455
Cable troncal de datos	2	5.5	11
Cable de poder para rack	2	22	44
Cable de protección a tierra -rack	2	10.5	21
Cable de red	2	2.7	5.4
Atenuador óptico	15	27	405
Base regulable para rack	2	6	12
<b>ODF</b>			
ODF(48-puertos)	1	950.11	950.11
ODF(24-puertos)	0	514.98	0
Patch cord	100	22.04	2204
<b>DDF</b>			
DDF(63E1)	0	380	0
<b>NMS</b>			
Software de gestión	0	20	0
<b>TOTAL</b>			19016.26

**Tabla XLIX: Costo estimado de equipos en Nodo Patate**

Elaborado: Por los Autores

En la **Tabla L** se muestra el costo estimado de equipos en Nodo Los Andes:

Nodo Los Andes		PRECIO REFERENCIAL	SUBTOTAL
<b>RACKS</b>			
Rack externo	1	1158	1158
Subrack principal	1	2632	2632
<b>EQUIPAMIENTO BÁSICO NECESARIO Y ACCESORIOS</b>			
XCU (cros conectores)	2	914	1828
Fuentes	1	240	240
Tarjeta de Reloj de cros conexión	1	1004	1004
Tablero de control	2	228	456
<b>TARJETAS DE SERVICIO</b>			
STM-64	2	987	1974
STM-16	0	1442	0
4xSTM-4	0	2145	0
2xSTM-4	0	1116	0
4xSTM-1	0	1200	0
GE	2	1010	2020
FE	2	223	446
DS3/E3	0	350	0
63xE1	0	579	0
32xE1	2	120	240
<b>MATERIALES</b>			
Fibra Monomodo Exterior (LC)	8	1.84	14.72
Fibra Monomodo Exterior(LC-LC)	3	1.67	5.01
Cable troncal de micro datos	25	13	325
Cable troncal de datos	1	5.5	5.5
Cable de poder para rack	1	22	22
Cable de protección a tierra -rack	1	10.5	10.5
Cable de red	2	2.7	5.4
Atenuador óptico	5	27	135
Base regulable para rack	1	6	6
<b>ODF</b>			
ODF(48-puertos)	0	950.11	0
ODF(24-puertos)	1	514.98	514.98
Patch cord	40	22.04	881.6
<b>DDF</b>			
DDF(63E1)	0	380	0
<b>NMS</b>			
Software de gestión	0	20	0
<b>TOTAL</b>			13923.71

**Tabla L: Costo estimado de equipos en Nodo los Andes**

Elaborado: Por los Autores

En la **Tabla LI** se muestra el costo estimado de equipos en Nodo Emilio Terán:

Nodo Emilio Terán		PRECIO REFERENCIAL	SUBTOTAL
<b>RACKS</b>			
Rack externo	1	1158	1158
Subrack principal	1	2632	2632
<b>EQUIPAMIENTO BÁSICO NECESARIO Y ACCESORIOS</b>			
XCU (cros conectores)	2	914	1828
Fuentes	1	240	240
Tarjeta de Reloj de cros conexión	1	1004	1004
Tablero de control	2	228	456
<b>TARJETAS DE SERVICIO</b>			
STM-64	2	987	1974
STM-16	0	1442	0
4xSTM-4	0	2145	0
2xSTM-4	0	1116	0
4xSTM-1	0	1200	0
GE	2	1010	2020
FE	2	223	446
DS3/E3	0	350	0
63xE1	0	579	0
32xE1	2	120	240
<b>MATERIALES</b>			
Fibra Monomodo Exterior (LC)	8	1.84	14.72
Fibra Monomodo Exterior(LC-LC)	3	1.67	5.01
Cable troncal de micro datos	25	13	325
Cable troncal de datos	1	5.5	5.5
Cable de poder para rack	1	22	22
Cable de protección a tierra -rack	1	10.5	10.5
Cable de red	2	2.7	5.4
Atenuador óptico	5	27	135
Base regulable para rack	1	6	6
<b>ODF</b>			
ODF(48-puertos)	0	950.11	0
ODF(24-puertos)	1	514.98	514.98
Patch cord	40	22.04	881.6
<b>DDF</b>			
DDF(63E1)	0	380	0
<b>NMS</b>			
Software de gestión	0	20	0
<b>TOTAL</b>			13923.71

**Tabla LI: Costo estimado de equipos en Nodo Emilio Terán**

Elaborado: Por los Autores

En la **Tabla LII** se muestra el costo estimado de equipos en Nodo San Miguelito:

Nodo San Miguelito		PRECIO REFERENCIAL	SUBTOTAL
<b>RACKS</b>			
Rack externo	1	1158	1158
Subrack principal	1	2632	2632
<b>EQUIPAMIENTO BÁSICO NECESARIO Y ACCESORIOS</b>			
XCU (cros conectores)	2	914	1828
Fuentes	1	240	240
Tarjeta de Reloj de cros conexión	1	1004	1004
Tablero de control	2	228	456
<b>TARJETAS DE SERVICIO</b>			
STM-64	2	987	1974
STM-16	0	1442	0
4xSTM-4	0	2145	0
2xSTM-4	0	1116	0
4xSTM-1	0	1200	0
GE	2	1010	2020
FE	2	223	446
DS3/E3	0	350	0
63xE1	0	579	0
32xE1	2	120	240
<b>MATERIALES</b>			
Fibra Monomodo Exterior (LC)	8	1.84	14.72
Fibra Monomodo Exterior(LC-LC)	3	1.67	5.01
Cable troncal de micro datos	25	13	325
Cable troncal de datos	1	5.5	5.5
Cable de poder para rack	1	22	22
Cable de protección a tierra -rack	1	10.5	10.5
Cable de red	2	2.7	5.4
Atenuador óptico	5	27	135
Base regulable para rack	1	6	6
<b>ODF</b>			
ODF(48-puertos)	0	950.11	0
ODF(24-puertos)	1	514.98	514.98
Patch cord	40	22.04	881.6
<b>DDF</b>			
DDF(63E1)	0	380	0
<b>NMS</b>			
Software de gestión	0	20	0
<b>TOTAL</b>			13923.71

**Tabla LII: Costo estimado de equipos en Nodo San Miguelito**

Elaborado: Por los Autores

En la **Tabla LIII** se muestra el costo estimado de equipos en Nodo Pillaro:

Nodo Pillaro		PRECIO REFERENCIAL	SUBTOTAL
<b>RACKS</b>			
Rack externo	1	1158	1158
Subrack principal	1	2632	2632
<b>EQUIPAMIENTO BÁSICO NECESARIO Y ACCESORIOS</b>			
XCU (cros conectores)	2	914	1828
Fuentes	1	240	240
Tarjeta de Reloj de cros conexión	1	1004	1004
Tablero de control	2	228	456
<b>TARJETAS DE SERVICIO</b>			
STM-64	2	987	1974
STM-16	0	1442	0
4xSTM-4	0	2145	0
2xSTM-4	0	1116	0
4xSTM-1	0	1200	0
GE	2	1010	2020
FE	2	223	446
DS3/E3	2	350	700
63xE1	0	579	0
32xE1	2	120	240
<b>MATERIALES</b>			
Fibra Monomodo Exterior (LC)	8	1.84	14.72
Fibra Monomodo Exterior(LC-LC)	3	1.67	5.01
Cable troncal de micro datos	25	13	325
Cable troncal de datos	1	5.5	5.5
Cable de poder para rack	1	22	22
Cable de protección a tierra -rack	1	10.5	10.5
Cable de red	2	2.7	5.4
Atenuador óptico	5	27	135
Base regulable para rack	1	6	6
<b>ODF</b>			
ODF(48-puertos)	0	950.11	0
ODF(24-puertos)	1	514.98	514.98
Patch cord	40	22.04	881.6
<b>DDF</b>			
DDF(63E1)	0	380	0
<b>NMS</b>			
Software de gestión	0	20	0
<b>TOTAL</b>			14623.71

**Tabla LIII: Costo estimado de equipos en Nodo Pillaro**

Elaborado: Por los Autores

En la **Tabla LIV** se muestra el costo estimado de equipos en Nodo Izamba:

Nodo Izamba		PRECIO REFERENCIAL	SUBTOTAL
<b>RACKS</b>			
Rack externo	1	1158	1158
Subrack principal	1	2632	2632
<b>EQUIPAMIENTO BÁSICO NECESARIO Y ACCESORIOS</b>			
XCU (cros conectores)	2	914	1828
Fuentes	1	240	240
Tarjeta de Reloj de cros conexión	1	1004	1004
Tablero de control	2	228	456
<b>TARJETAS DE SERVICIO</b>			
STM-64	2	987	1974
STM-16	0	1442	0
4xSTM-4	0	2145	0
2xSTM-4	2	1116	2232
4xSTM-1	2	1200	2400
GE	2	1010	2020
FE	2	223	446
DS3/E3	2	350	700
63xE1	0	579	0
32xE1	2	120	240
<b>MATERIALES</b>			
Fibra Monomodo Exterior (LC)	8	1.84	14.72
Fibra Monomodo Exterior(LC-LC)	3	1.67	5.01
Cable troncal de micro datos	25	13	325
Cable troncal de datos	1	5.5	5.5
Cable de poder para rack	1	22	22
Cable de protección a tierra -rack	1	10.5	10.5
Cable de red	2	2.7	5.4
Atenuador óptico	5	27	135
Base regulable para rack	1	6	6
<b>ODF</b>			
ODF(48-puertos)	0	950.11	0
ODF(24-puertos)	1	514.98	514.98
Patch cord	40	22.04	881.6
<b>DDF</b>			
DDF(63E1)	0	380	0
<b>NMS</b>			
Software de gestión	0	20	0
<b>TOTAL</b>			19255.71

**Tabla LIV: Costo estimado de equipos en Nodo Izamba**

Elaborado: Por los Autores

En la **Tabla LV** se muestra el costo estimado de equipos en Nodo Ambato Norte:

Nodo Ambato Norte		PRECIO REFERENCIAL	SUBTOTAL
<b>RACKS</b>			
Rack externo	1	1158	1158
Subrack principal	1	2632	2632
<b>EQUIPAMIENTO BÁSICO NECESARIO Y ACCESORIOS</b>			
XCU (cros conectores)	2	914	1828
Fuentes	1	240	240
Tarjeta de Reloj de cros conexión	1	1004	1004
Tablero de control	2	228	456
<b>TARJETAS DE SERVICIO</b>			
STM-64	2	987	1974
STM-16	2	1442	2884
4xSTM-4	0	2145	0
2xSTM-4	2	1116	2232
4xSTM-1	2	1200	2400
GE	2	1010	2020
FE	2	223	446
DS3/E3	2	350	700
63xE1	0	579	0
32xE1	2	120	240
<b>MATERIALES</b>			
Fibra Monomodo Exterior (LC)	8	1.84	14.72
Fibra Monomodo Exterior(LC-LC)	3	1.67	5.01
Cable troncal de micro datos	25	13	325
Cable troncal de datos	1	5.5	5.5
Cable de poder para rack	1	22	22
Cable de protección a tierra -rack	1	10.5	10.5
Cable de red	2	2.7	5.4
Atenuador óptico	5	27	135
Base regulable para rack	1	6	6
<b>ODF</b>			
ODF(48-puertos)	0	950.11	0
ODF(24-puertos)	1	514.98	514.98
Patch cord	40	22.04	881.6
<b>DDF</b>			
DDF(63E1)	0	380	0
<b>NMS</b>			
Software de gestión	0	20	0
<b>TOTAL</b>			22139.71

**Tabla LV: Costo estimado de equipos en Ambato Norte**

Elaborado: Por los Autores



En la **Tabla LVI** se muestra el costo estimado de equipos en Nodo Huambalo:

Nodo Huambalo		PRECIO REFERENCIAL	SUBTOTAL
<b>RACKS</b>			
Rack externo	1	1158	1158
Subrack principal	1	2632	2632
<b>EQUIPAMIENTO BÁSICO NECESARIO Y ACCESORIOS</b>			
XCU (cros conectores)	2	914	1828
Fuentes	1	240	240
Tarjeta de Reloj de cros conexión	1	1004	1004
Tablero de control	2	228	456
<b>TARJETAS DE SERVICIO</b>			
STM-64	0	987	0
STM-16	4	1442	5768
4xSTM-4	0	2145	0
2xSTM-4	0	1116	0
4xSTM-1	0	1200	0
GE	2	1010	2020
FE	2	223	446
DS3/E3	0	350	0
63xE1	0	579	0
32xE1	2	120	240
<b>MATERIALES</b>			
Fibra Monomodo Exterior (LC)	8	1.84	14.72
Fibra Monomodo Exterior(LC-LC)	3	1.67	5.01
Cable troncal de micro datos	25	13	325
Cable troncal de datos	1	5.5	5.5
Cable de poder para rack	1	22	22
Cable de protección a tierra -rack	1	10.5	10.5
Cable de red	2	2.7	5.4
Atenuador óptico	5	27	135
Base regulable para rack	1	6	6
<b>ODF</b>			
ODF(48-puertos)	0	950.11	0
ODF(24-puertos)	1	514.98	514.98
Patch cord	40	22.04	881.6
<b>DDF</b>			
DDF(63E1)	0	380	0
<b>NMS</b>			
Software de gestión	0	20	0
<b>TOTAL</b>			17717.71

**Tabla LVI: Costo estimado de equipos en Nodo Huambalo**

Elaborado: Por los Autores

En la **Tabla LVII** se muestra el costo estimado de equipos en Nodo Baños:

Nodo Baños		PRECIO REFERENCIAL	SUBTOTAL
<b>RACKS</b>			
Rack externo	1	1158	1158
Subrack principal	1	2632	2632
<b>EQUIPAMIENTO BÁSICO NECESARIO Y ACCESORIOS</b>			
XCU (cros conectores)	2	914	1828
Fuentes	1	240	240
Tarjeta de Reloj de cros conexión	1	1004	1004
Tablero de control	2	228	456
<b>TARJETAS DE SERVICIO</b>			
STM-64	0	987	0
STM-16	4	1442	5768
4xSTM-4	0	2145	0
2xSTM-4	0	1116	0
4xSTM-1	0	1200	0
GE	2	1010	2020
FE	2	223	446
DS3/E3	0	350	0
63xE1	0	579	0
32xE1	2	120	240
<b>MATERIALES</b>			
Fibra Monomodo Exterior (LC)	8	1.84	14.72
Fibra Monomodo Exterior(LC-LC)	3	1.67	5.01
Cable troncal de micro datos	25	13	325
Cable troncal de datos	1	5.5	5.5
Cable de poder para rack	1	22	22
Cable de protección a tierra -rack	1	10.5	10.5
Cable de red	2	2.7	5.4
Atenuador óptico	5	27	135
Base regulable para rack	1	6	6
<b>ODF</b>			
ODF(48-puertos)	0	950.11	0
ODF(24-puertos)	1	514.98	514.98
Patch cord	40	22.04	881.6
<b>DDF</b>			
DDF(63E1)	0	380	0
<b>NMS</b>			
Software de gestión	0	20	0
<b>TOTAL</b>			17717.71

**Tabla LVII: Costo estimado de equipos en Nodo Baños**

Elaborado: Por los Autores

#### 4.5. PRESUPUESTO TOTAL DE EQUIPOS

En la Tabla LVIII se presenta el Presupuesto Total de los equipos estimados en los Nodos existentes en la Provincia de Tungurahua:

NODO	COSTO TOTAL
AMBATO SUR	59718.46
MOCHA	24728.26
STA. LUCIA	13945.71
TISALEO	17212.26
H.GRANDE	24744.46
BENÍTEZ	24744.46
PELILEO	22126.96
PATATE	19016.26
LOS ANDES	13923.71
EMILIO TERÁN	13923.71
SAN MIGUELITO	13923.71
PILLARO	14623.71
IZAMBA	19255.71
AMBATO NORTE	22139.71
HUAMBALO	17717.71
BAÑOS	17717.71
<b>TOTAL</b>	<b>339462,51</b>

**Tabla LVIII: Costo Total de equipos en los Nodos**  
Elaborado: Por los Autores

#### 4.6. Costo Beneficio

El costo beneficio del presente Diseño Técnico se verá reflejado en la cantidad de usuarios a los que se brinda los servicios de datos.

Se puede establecer el costo beneficio y como referencia se estima por parte de la CNT – EP un costo mensual de \$18 + iva por el servicio, el mismo que varía según el requerimiento del cliente, en la tabla LIX se muestra la cantidad total de usuarios existentes en los nodos que forman este diseño con el ingreso mensual correspondiente:

Número de usuarios	Precio mensual del servicio \$	Ingreso mensual \$
16337	20.16	329353.92

**Tabla LIX.- Ingreso mensual de CNT – EP Tungurahua.**  
Elaborado: Por los autores

Hay que tomar en cuenta que existen gastos directos e indirectos por ejemplo el mantenimiento de la red, posibles ajustes y reparaciones, de tal manera que como referencia proporcionada por CNT – EP Tungurahua se debe restar el ingreso mensual un costo por gastos indirectos de: \$ 1700.

Se calcula el valor neto de ganancia:

$$V_G = 329353.92 - 1700$$

$$V_G = 327653.92$$

Recuperación de la Inversión:

$$R_I = \frac{\textit{presupuesto referencial del proyecto}}{\textit{valor neto de ganancia}}$$

$$R_I = \frac{339462.51}{327653.92}$$

$$R_I = 1 \textit{ meses}$$

Después del análisis podemos determinar que la inversión del proyecto será recuperada en 1 mes.

## **4.7. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

### **4.7.1. Planteamiento de la hipótesis**

El diseño de la propuesta técnica permitirá disponer de la documentación necesaria para la futura implementación de anillos NG-SDH redundantes para la **CNTEP** de la provincia de Tungurahua

### **4.7.2. DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES**

#### **Variable Independiente**

- Diseño de la propuesta técnica

### **Variables Dependiente**

- Para la implementación de añillos NG-SDH redundantes para la CNTEP en la provincia de Tungurahua

### **4.7.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

A continuación se muestra el cuadro conceptual y metodológico de las variables de la hipótesis

#### **4.7.3.1. Operacionalización conceptual de las variables**

##### **Operacionalización Conceptual**

VARIABLE	TIPO
<b>Diseño de la propuesta técnica</b>	Independiente
<b>Para la implementación de añillos NG-SDH redundantes para la CNTEP en la provincia de Tungurahua</b>	Dependiente

**Tabla LX: Operacionalización Conceptual**

Elaborado: Por los Autores

**4.7.3.2. Operacionalización metodológica de las variables**

**Operacionalización Metodológico**

HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTO
El diseño de la propuesta técnica permitirá disponer de la documentación necesaria para la futura implementación de anillos NG-SDH redundantes para la CNTEP de la provincia de Tungurahua.	<b>Independiente</b> Diseño de la propuesta técnica.	Disponibilidad de la red Esquemas De Protección Confiabilidad de la red. Monitoreo De La Red	Observación
	<b>Dependiente</b> Para la implementación de anillos NG-SDH redundantes para la CNTEP en la provincia de Tungurahua	Escalabilidad de la red Costo de implementación.	Observación

**Tabla LXI: Operacionalización Metodológico**

Elaborado: Por los Autores

## CAPÍTULO VI

### **BIBLIOGRAFÍA**

1. **CAPMANY, J.**, Redes ópticas., 2da.ed., México D.F, México., Limusa., 2009., Pp.15-43.
2. **HUIDOBRO, J.**, Sistemas telemáticos., 2da.ed., Madrid, España., Paraninfo., 2007., Pp. 195-198.
3. **ELIZALDE, L., GALLEGOS, A.**, “Estudio y diseño de la red de telecomunicaciones mediante el uso de Access Media Gateway para el sector Norte de Riobamba”.Facultad de Informática y Electrónica., Escuela de Ingeniería Electrónica.,Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., Riobamba – Ecuador.,**TESIS.**, 2010., Pp.70-105.
4. **LUNA, E.**, “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”., Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica., Escuela de Ingeniería Electrónica.,Escuela Politécnica Nacional.,Quito-Ecuador., **TESIS.**, 2007., Pp.85-111.

## **5. CAPAS SDH**

- <http://argsoft.com/Telef%C3%B3nica/SDH2.pdf>  
2013/05/17

## **6. CARACTERÍSTICAS SDH**

- <http://www.geocities.ws/acrmpos/rt/trab1.html>  
2013/06/10

## **7. CONFORMADO DE TRÁFICO**

- [http://es.wikipedia.org/wiki/Conformado\\_de\\_tr%C3%A1fico](http://es.wikipedia.org/wiki/Conformado_de_tr%C3%A1fico),  
2013/01/13

## **8. ESTÁNDARES DE TELECOMUNICACIONES**

- <http://www.iyu.int/home/index.html>  
2013/05/28

## **9. GRÁFICO DE ARQUITECTURAS DE PROTECCIÓN**

- [https://www.tlm.unavarra.es/~daniel/docencia/rba/rba06\\_07/slides/\\_16-TopologiasSDH.pdf](https://www.tlm.unavarra.es/~daniel/docencia/rba/rba06_07/slides/_16-TopologiasSDH.pdf)  
2013/07/26



**10. INTERCONNECTION OF IP/MPLS NETWORKS THROUGH  
ATM AND OPTICAL BACKBONES USING PNNI PROTOCOLS.**

- <http://www.tesisenxarxa.net/TDX0729104125109/index.html>.  
2013/08/29

**11. JERARQUÍA DIGITAL SINCRÓNICA (SDH)**

- <http://www.monografias.com/trabajos15/jerarquia-digital/jerarquia-digital.shtml>  
2013/05/24

**12. REDES DE NUEVA GENERACIÓN**

- <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/158/2/Capitulo%201.pdf>  
2013/05/15

**13. SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES,  
ESTADÍSTICA DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES,**

- <http://www.supertel.gob.ec/index.php/Estadisticas/Servicios-de-Telecomunicaciones.html>,  
2013/09/22

**14. TECNOLOGÍA DE TELECOMUNICACIONES PDH, SDH**

- <http://redyseguridad.fip.unam.mx/pp/maru/labpracticass/TecnologiaTelecomunicaciones.pdf>  
2013/08/08

## **CAPITULO V**

### **5.1. CONCLUSIONES**

- La CNTEP Tungurahua en la actualidad cuenta con una red que no brinda protección contra posibles daños, por ello la tendencia es migrar la red existente de forma que se pueda tener una red de anillos ópticos. Debido a esto la red diseñada en el presente proyecto tiene una topología en anillos la cual nos brinda protección (MS-SPRING).
- Es sumamente importante la realización de los estudios técnicos y económicos para determinar la factibilidad de este tipo de proyectos, ya que se pueden obtener los referentes técnicos, económicos y físicos que determinaran la posibilidad de implantación del mismo.
- Con el estudio de factibilidad podemos determinar que la red podrá brindar aplicaciones como: triple play, cuádruple play , televigilancia y webhosting, y satisfacer la demanda futura en los diferentes nodos esto se lograría mediante la integración de tarjetas extras de más capacidad, solucionando así la integración de la red a la convergencia de servicios.
- Con los resultados obtenidos se determina que el presente estudio, será una herramienta que permita la implementación de anillos de fibra

óptica con protección MS-SPRing que funcionarán con la tecnología NG-SDH, duplicando la capacidad de la red.

- La implementación del diseño proporcionará nuevos servicios de comunicaciones así como también el mejoramiento de los servicios actuales.
- La CNT-EP Tungurahua cuenta con una infraestructura adecuada y una disponibilidad considerable de un poco más del 90%, evitando así la construcción de nuevas instalaciones.
- En los enlaces de la Provincia de Tungurahua en un futuro se terminará el problema de la pérdida de los enlaces, ya que las topologías de anillo permiten la redundancia en los enlaces existentes permitiendo que existan diferentes rutas para el tráfico.
- Las matrices de tráfico y de capacidad, permiten diseñar la red y dejarla lista para las futuras implementaciones evitando sobredimensionar la adquisición de equipos.
- La tecnología SDH misma que se seleccionó para este diseño tiene la capacidad de acoplarse a redes ya funcionando permitiendo así la interoperabilidad con los diferentes sistemas.
- El anillo NG-SDH con MS-SPRING 2F permitirá que si existen fallos físicos en un futuro en los enlaces, exista otra ruta para el tráfico.
- El equipamiento que se requiere debe cumplir con los requisitos de estándares de calidad y recomendaciones técnicas.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Los equipos SDH deberán proporcionar como mínimo lo siguiente: Protección 1+1 para fuente de poder, Protección 1+1 para matriz de Cross-Conexión, Protección 1+1 para unidad de sincronismo, Protección 1:N para tributarios (2Mbit/s, 34 Mbit/s, 45 Mbit/s, STM-1e), Protección 1+1 de tipo MSP para las interfaces STM-1<sup>o</sup>, STM-4, STM-16 y STM-64. Protección 1:N para tributarios FE. Las tarjetas FE deben tener una densidad de al menos 8 puertos, Protección 1+1 para tributarios GE, con interfaces 1000Base-LX.
- En las principales ciudades, así como también las poblaciones propuestas, deben contar con un sistema de energía de -48 VDC, que tienen la capacidad necesaria para brindar una adecuada alimentación de energía del equipamiento.
- Utilizar equipos del fabricante HUAWEI ya que tiene una amplia gama de equipos con garantía de calidad, soporte técnico y además que existen equipos que están funcionando sin problemas en las diferentes provincias y en la ciudad de Ambato.
- Como se comprobó, el costo de implementación de la planta externa de cableado de fibra óptica, representa la mayor inversión y a su vez la mejor relación costo beneficio, por su tiempo de vida útil. En base a esto, la corporación debe aprovechar el tendido de fibra óptica escogiendo una tecnología de comunicación óptica sustentable en el tiempo, por lo cual en este proyecto se utiliza la fibra G.652.

## RESUMEN

El diseño de la propuesta técnica para la implementación de anillos NG-SDH (Synchronous Digital Hierarchy) redundantes para la Corporación Nacional de Telecomunicaciones de la Provincia de Tungurahua tiene el objetivo de generar una documentación que permita a la empresa desarrollar una red de gran capacidad, de forma que se puede ofrecer convergencia, de voz, datos y video, en un mismo canal.

Se usó el método de investigación deductivo considerando los factores que intervienen en la red existente como son abonados y servicios diarios, en el método inductivo señalamos parámetros específicos como tráfico generado, ancho de banda y alcances, para lo cual se realizó un estudio entre los enlaces con los parámetros técnicos como velocidad de transmisión, ubicación geográfica y estabilidad de la red, para lo económico se describió costos referenciales de equipos y se presentó un presupuesto.

Se aplicó el estudio a 16 enlaces constituidos por un total de 16337 abonados, dando como resultado una estabilidad del 99% y costos aproximados de 329353.92 dólares en la implementación de equipos dependiendo de los enlaces de nuestro diseño

Con los resultados obtenidos se determina que el presente estudio, será una herramienta que permita la implementación de anillos de fibra óptica con protección MS-SPRing que funcionarán con la tecnología NG-SDH, duplicando la capacidad de la red

Se recomienda que al desarrollar este diseño se tome en cuenta los detalles de equipamiento y tecnología para contar con mayor capacidad y poder soportar el tráfico de la futura convergencia de servicios.

## **ABSTRACT**

The design of the technical proposal for the implementation of rings NG-SDH (Synchronous Digital Hierarchy) redundant for the Corporación Nacional de Telecomunicaciones of Tungurahua Province, the purpose is to generate documentation that allow the company to develop a high capacity network, so that it can provide voice, data and video convergence in a single channel.

It was used deductive research method considering the factors involved in the existing network such as: subscribers and daily services, on the inductive method pointed out specific parameters as generated traffic, broadband and ranges, for which a study was conducted between links with technical parameters as transmission speed, location, and stability in the network, for economic it was described reference costs of equipment and it was presented a budget.

The study was applied to 16 links consisting of a total of 16,337 subscribers, resulting in stability of 99% and approximate costs of 329353.92 dollars in equipment implementation depending on the links of the design.

From the results obtained it is determined that this study will be a tool that enables the implementation of fiber optic rings with MS-SPRING protection that will work with NG-SDH technology, doubling network capacity.

It is recommended that in developing this design takes into account the equipment details and technology for greater capacity and can support the future convergence traffic of services.

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

**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.

**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.

**CANALIZACIÓN:** Canales de protección por donde pasa el tendido de fibra óptica.

**DISPONIBILIDAD:** Calidad de estar libre para ser usado en cualquier momento.

**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.

**CONFIABILIDAD:** probabilidad de buen funcionamiento de una cosa.

**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.

**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.

**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

**SINCRONIZACIÓN:** La sincronización implica que el dispositivo utiliza una señal de reloj.

**REDES CLÁSICAS:** O también llamadas “Legacy Networks”, son aquellas Las que utilizan las tecnologías anteriores

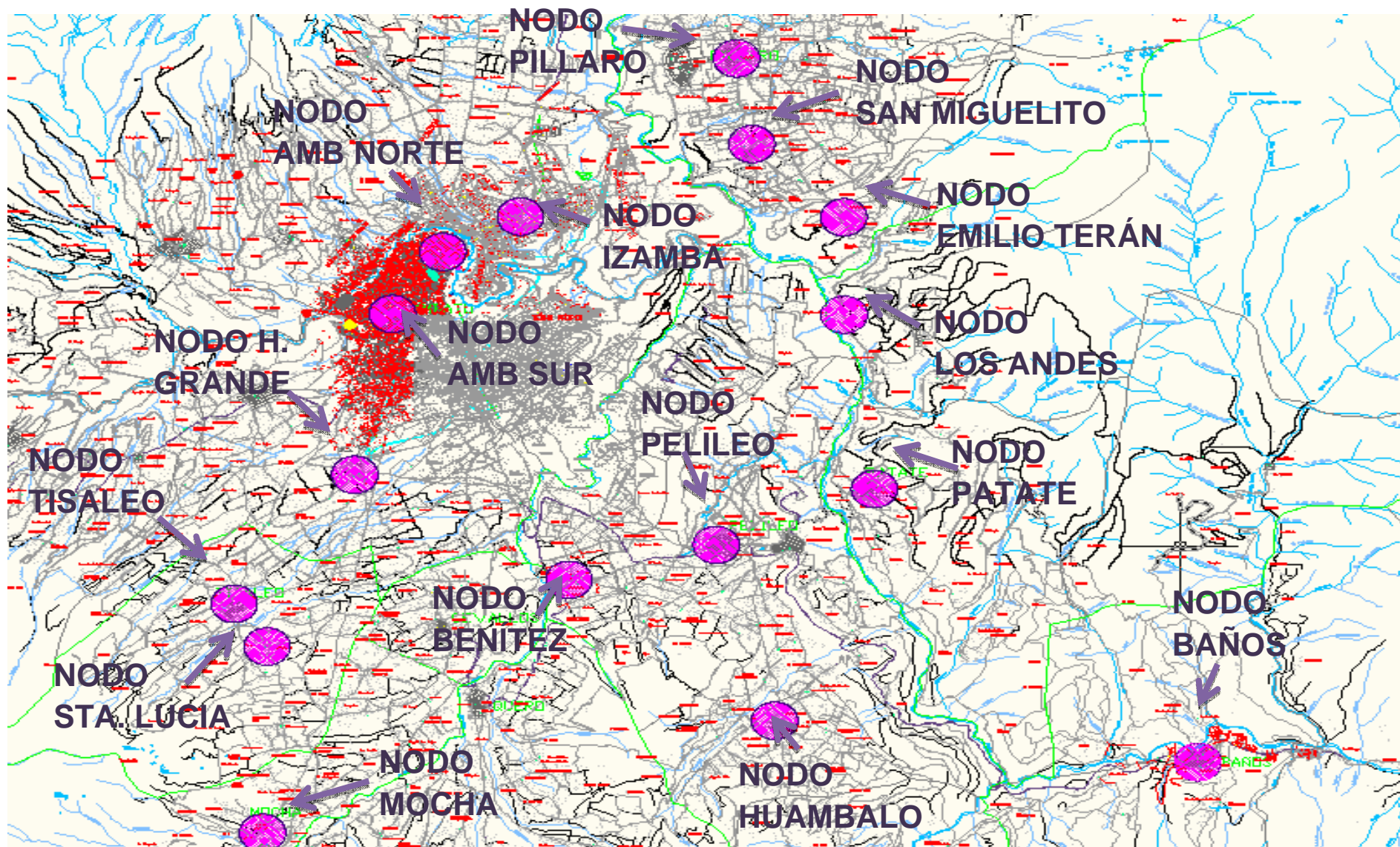


**ANEXOS**

# **ANEXO 1**

## **Ubicación de los nodos principales de la Provincia de Tungurahua**

A continuación se muestra la ubicación física de los nodos dentro del plano ofreciendo una visión general de las distancias y localizaciones



# **ANEXO 2**

## **Fotografías de visita técnica**

Imágenes de 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



Equipo de climatización



Router y conversor óptico-eléctrico



Especificación de fibras (Tx y Rx)

Tarjetas con líneas telefónicas y



conexiones ADSL



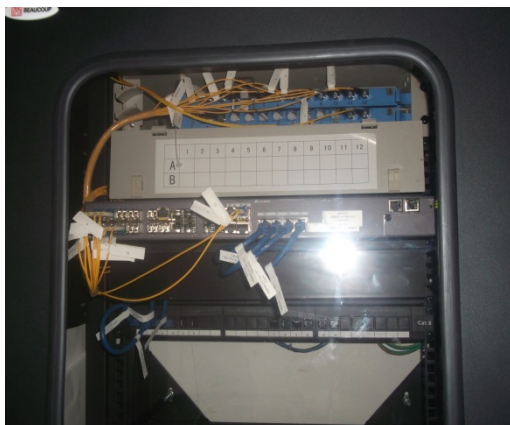
Equipos de energía (baterías)



Equipo de control de energía



Convertidores ópticos a eléctricos



Entradas de fibras y E1 a los equipos



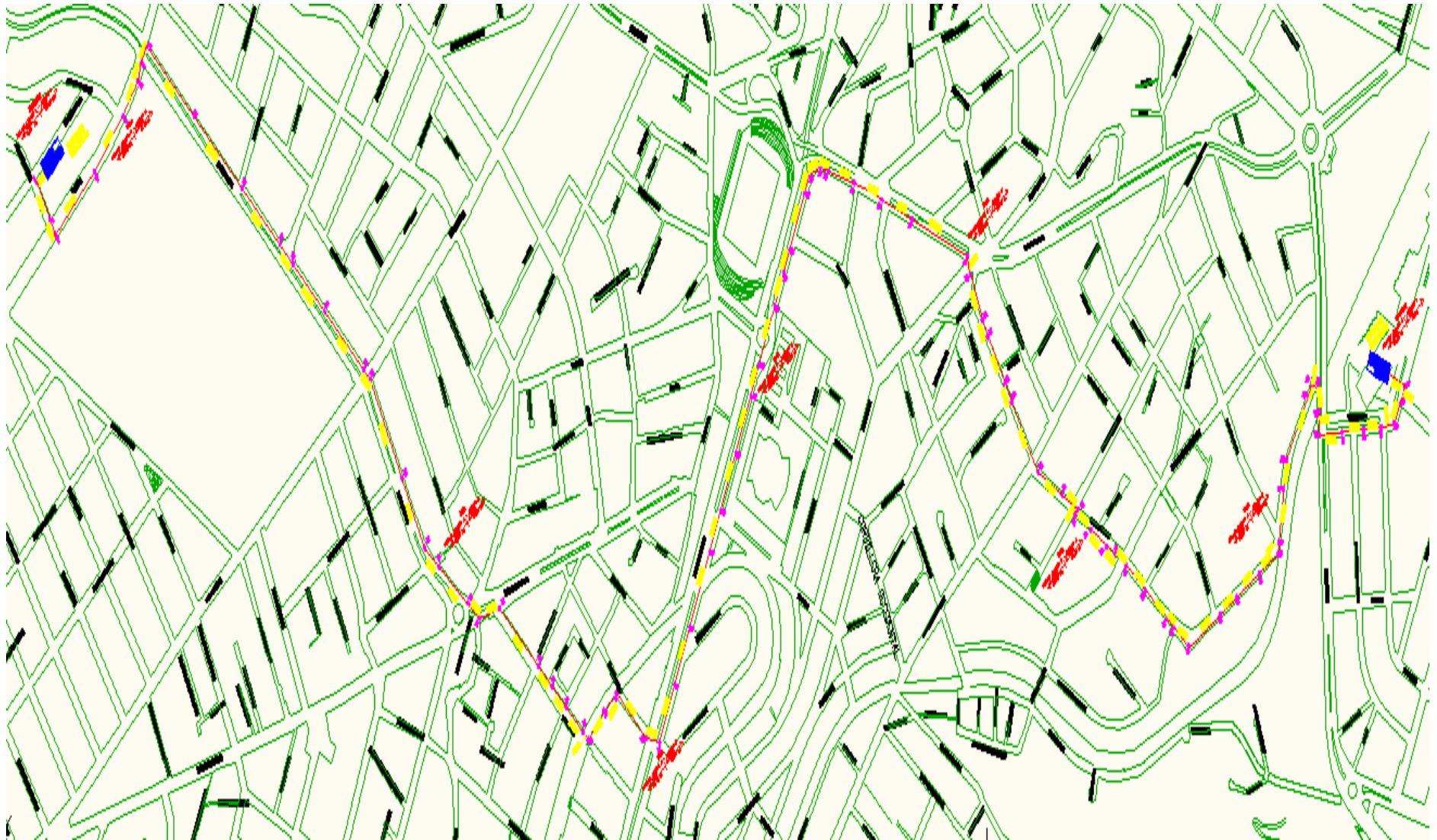


# **ANEXO 3**

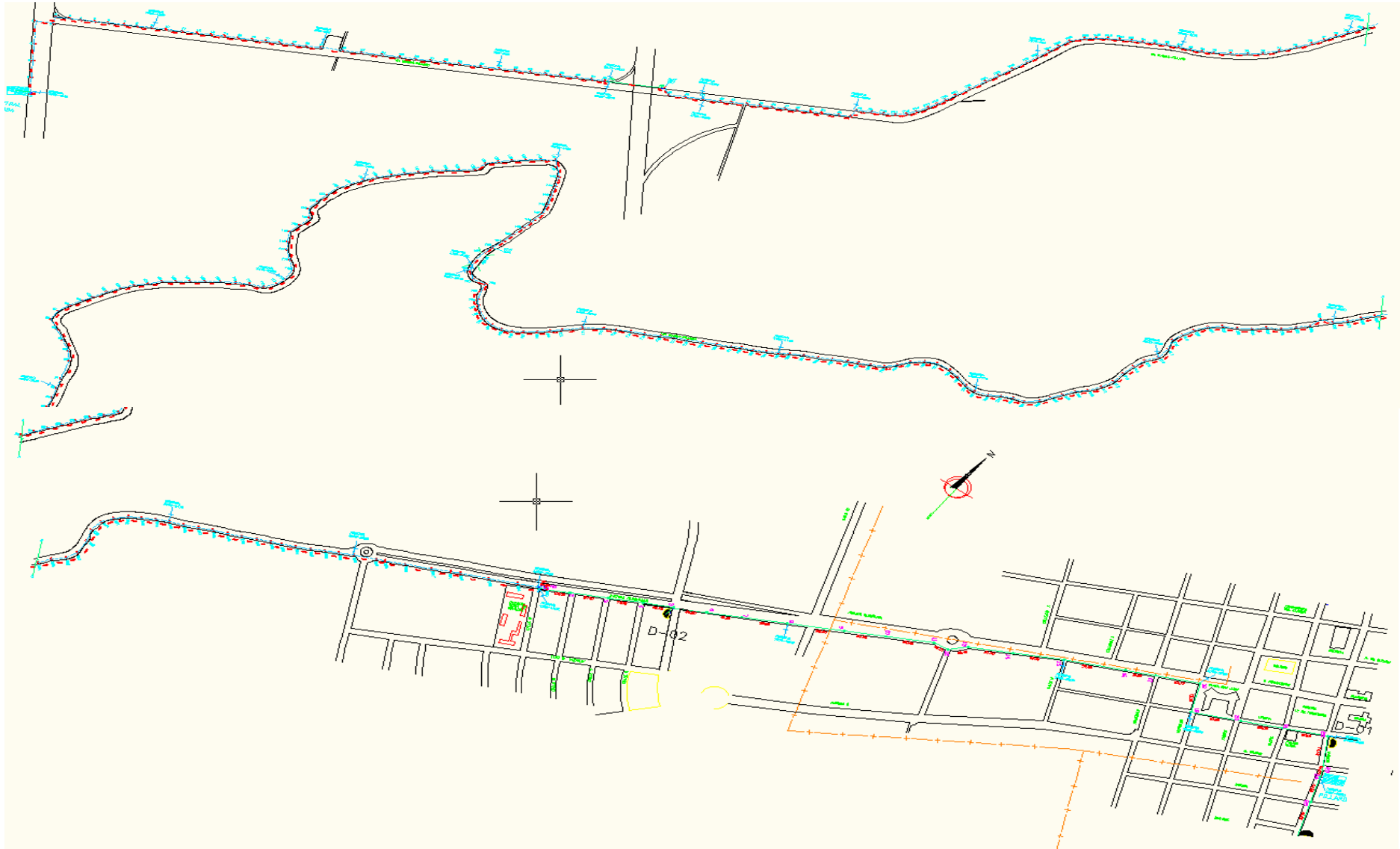
## **Plano de los pozos de la provincia de Tungurahua y tramo ejemplo**

Mapa de las canalizaciones y pozos de la ciudad, con la respectiva nomenclatura

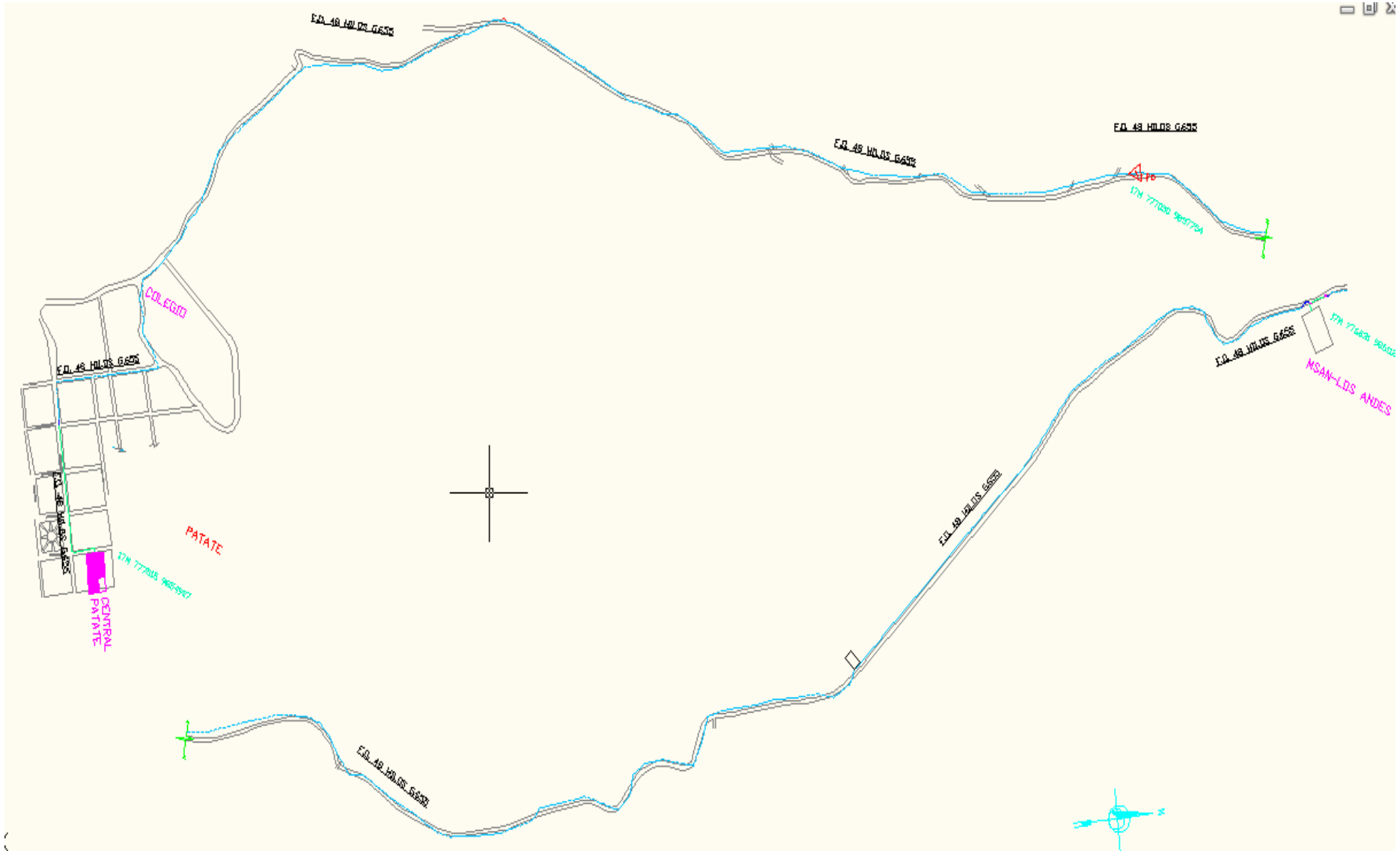


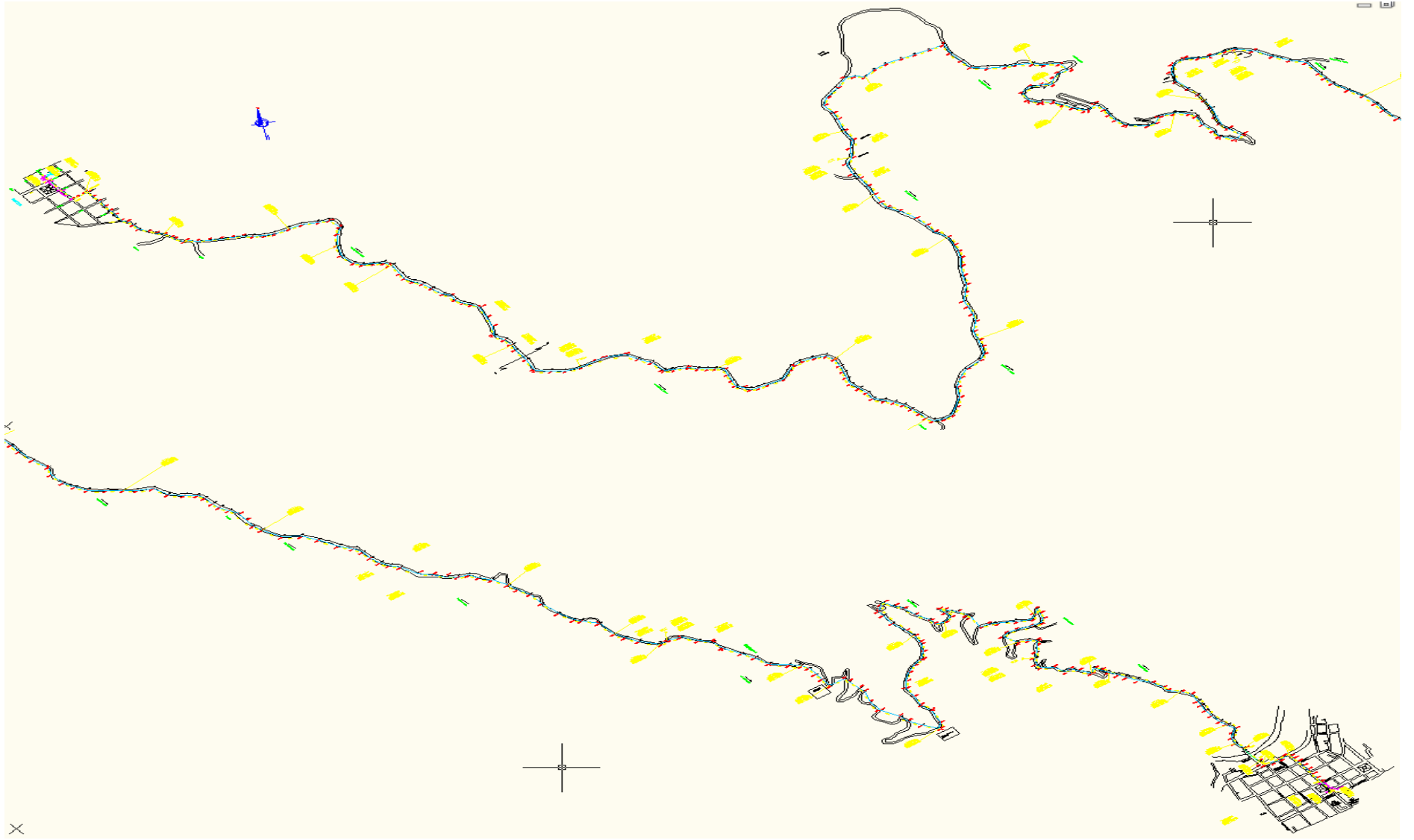


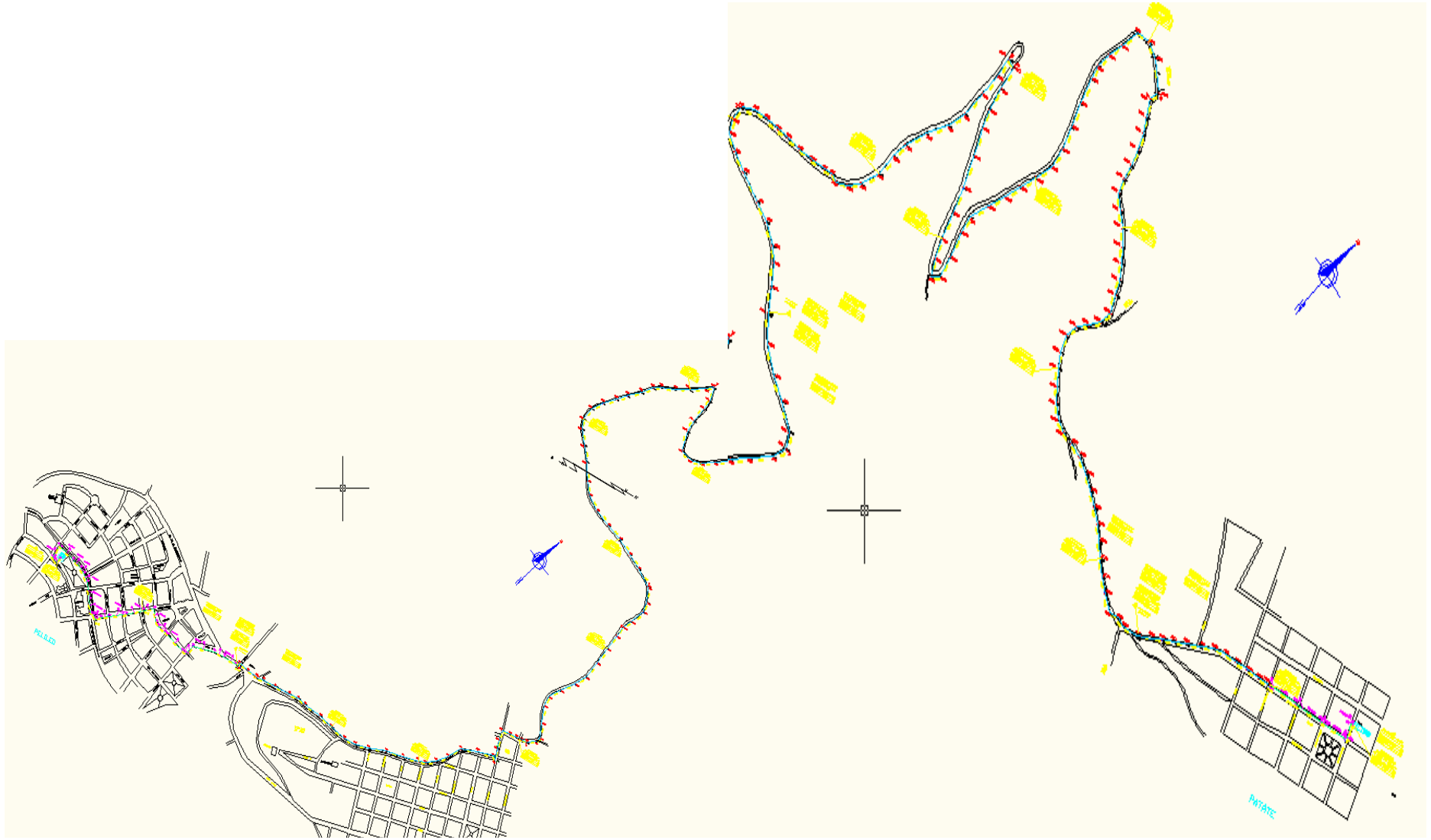


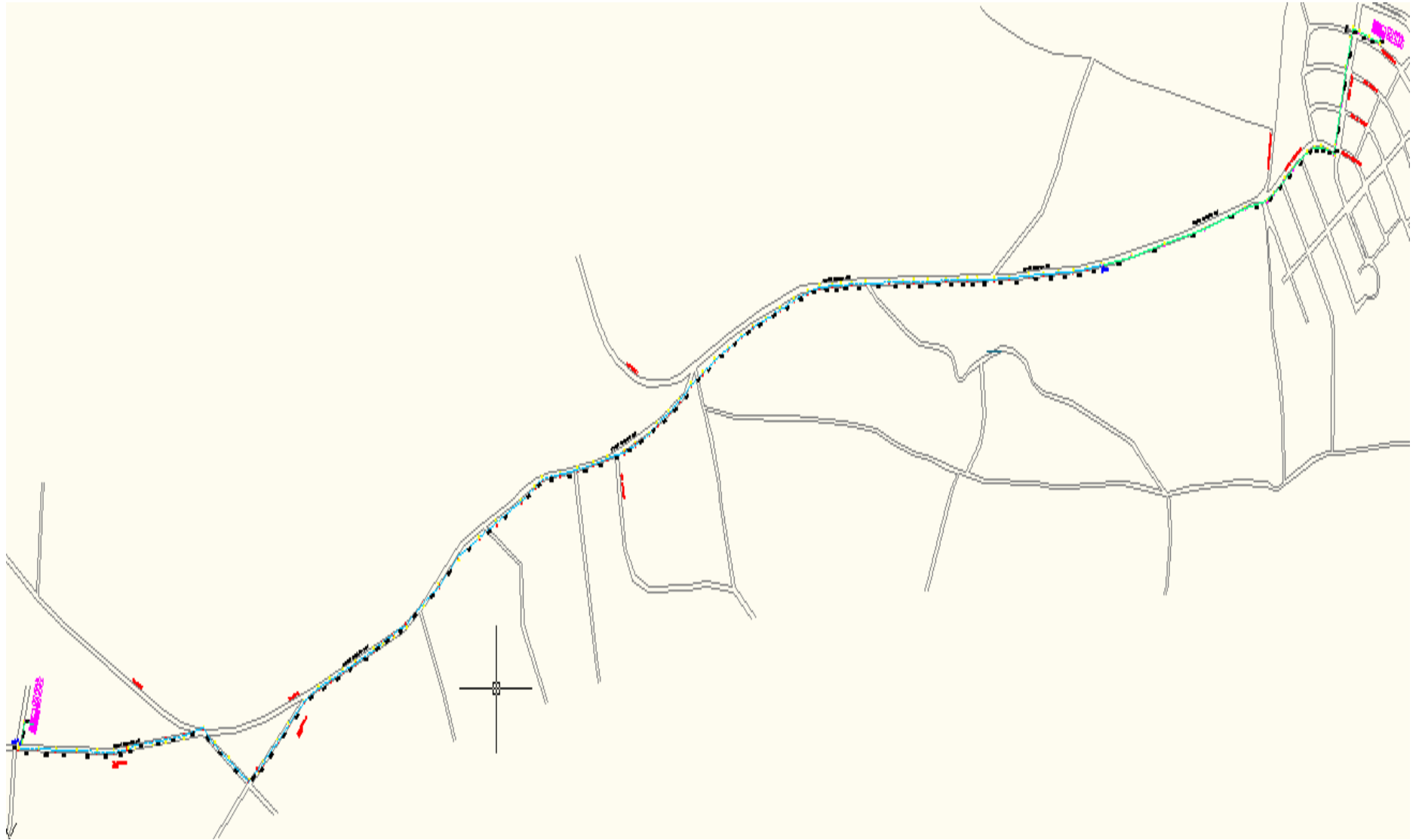




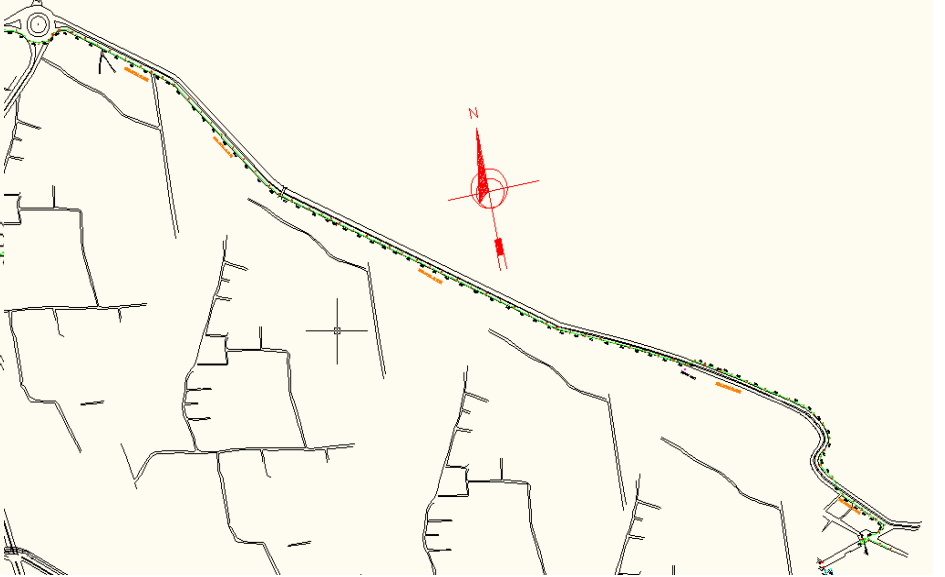
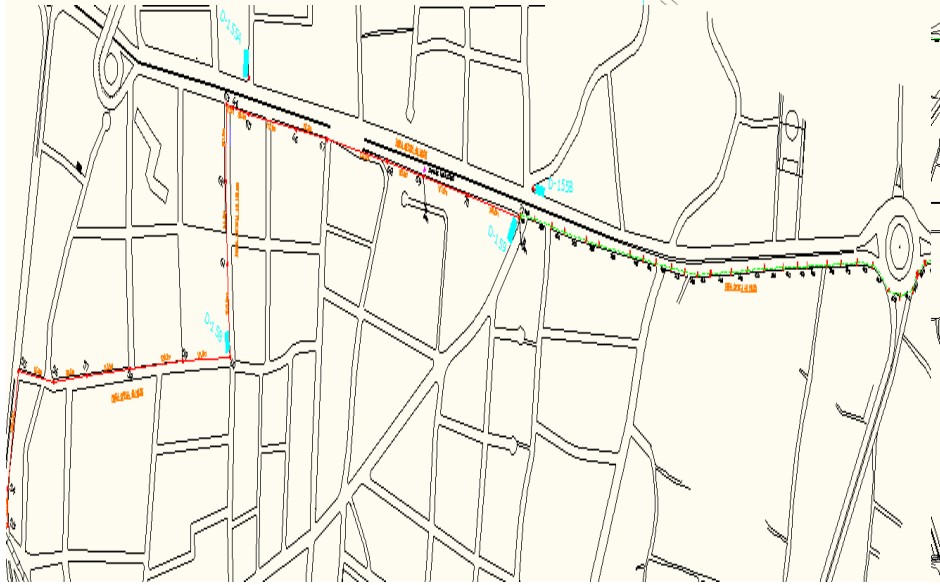


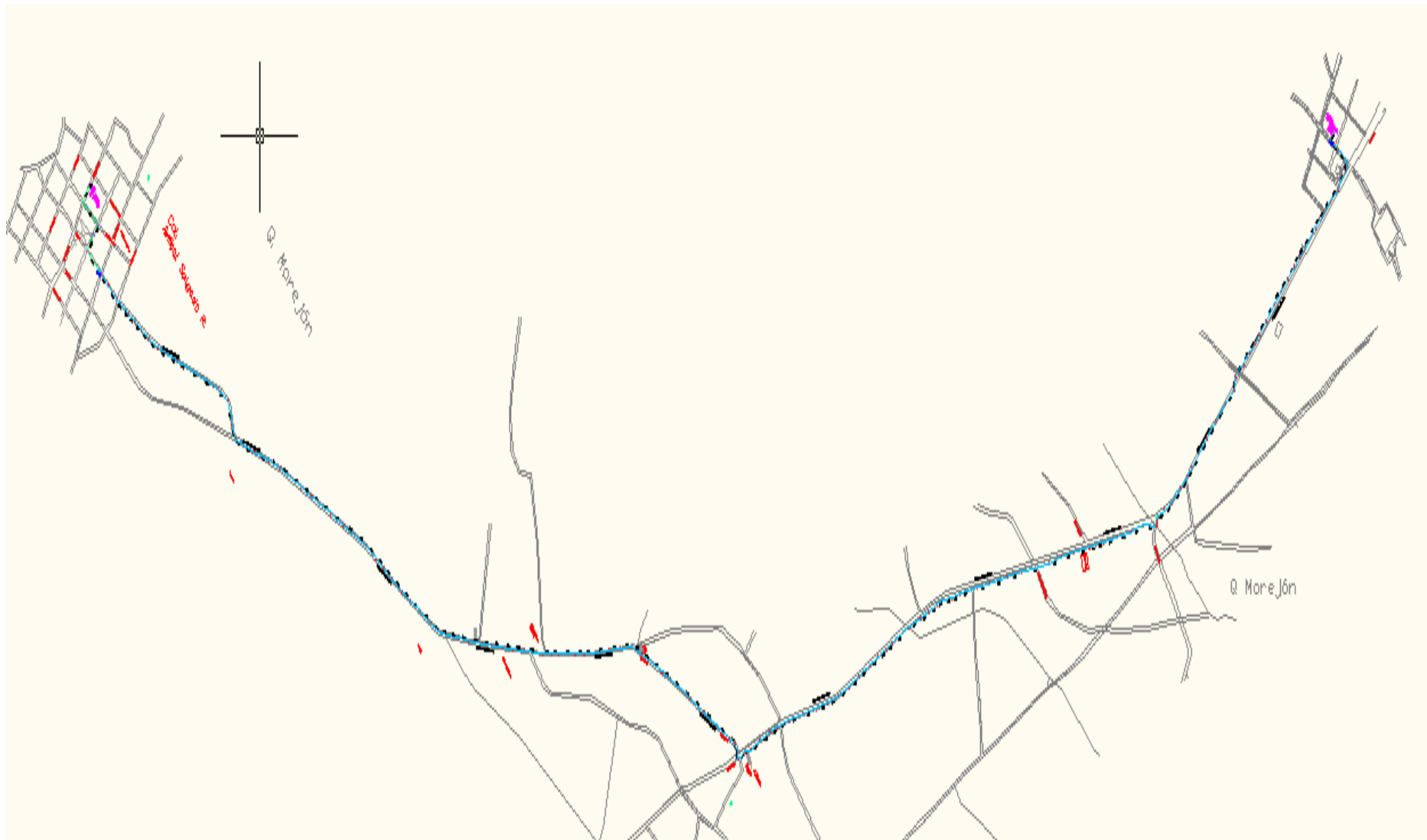


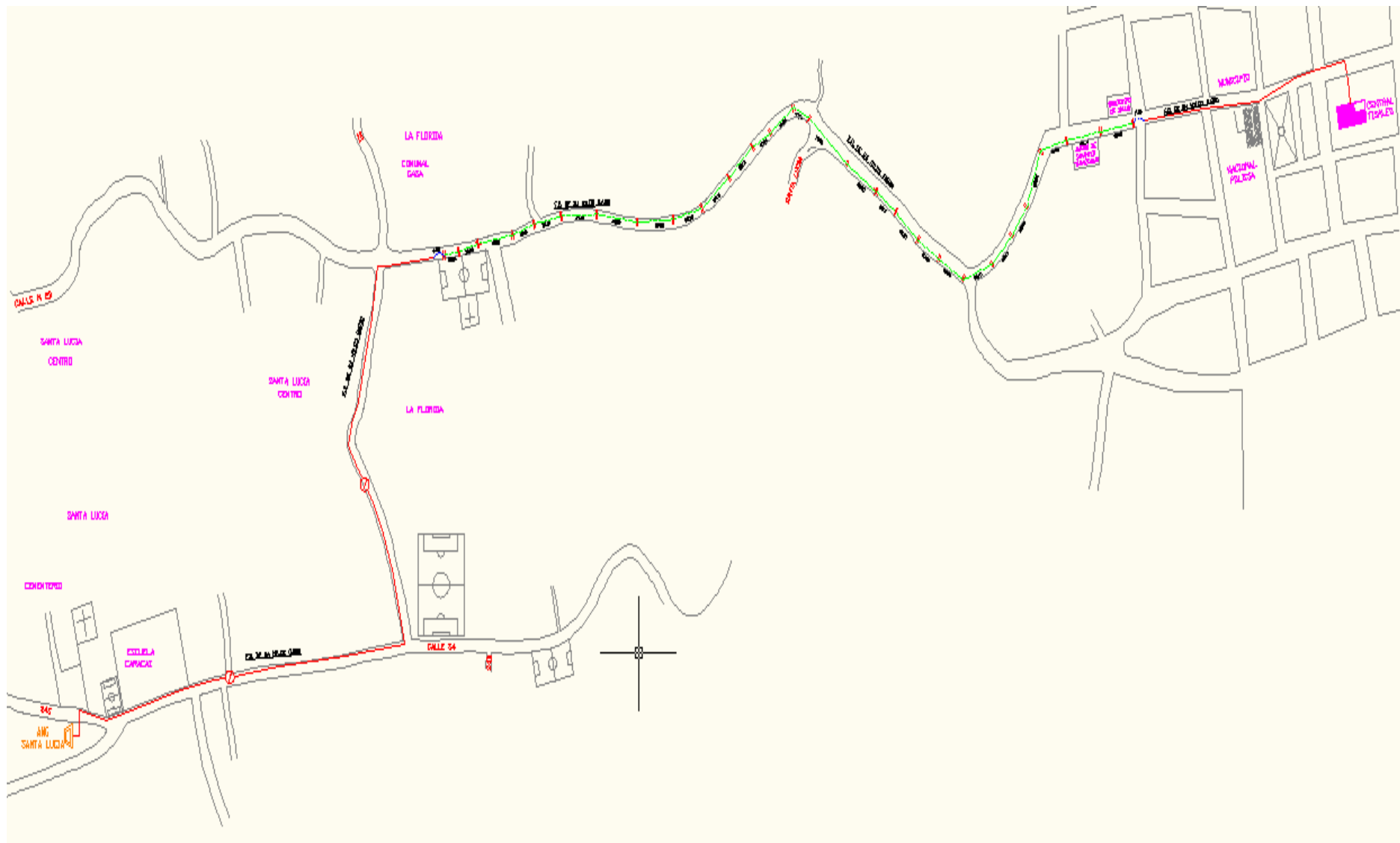


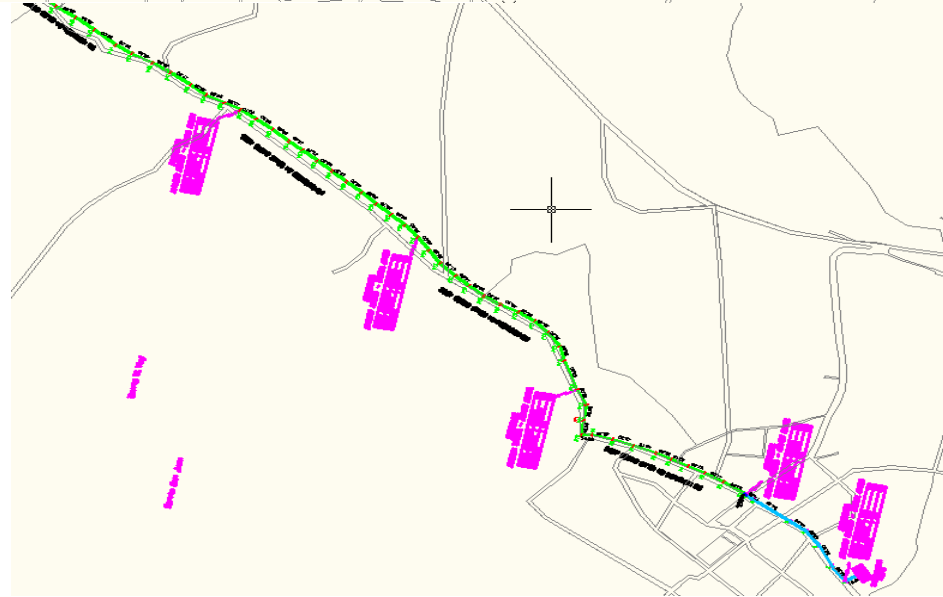
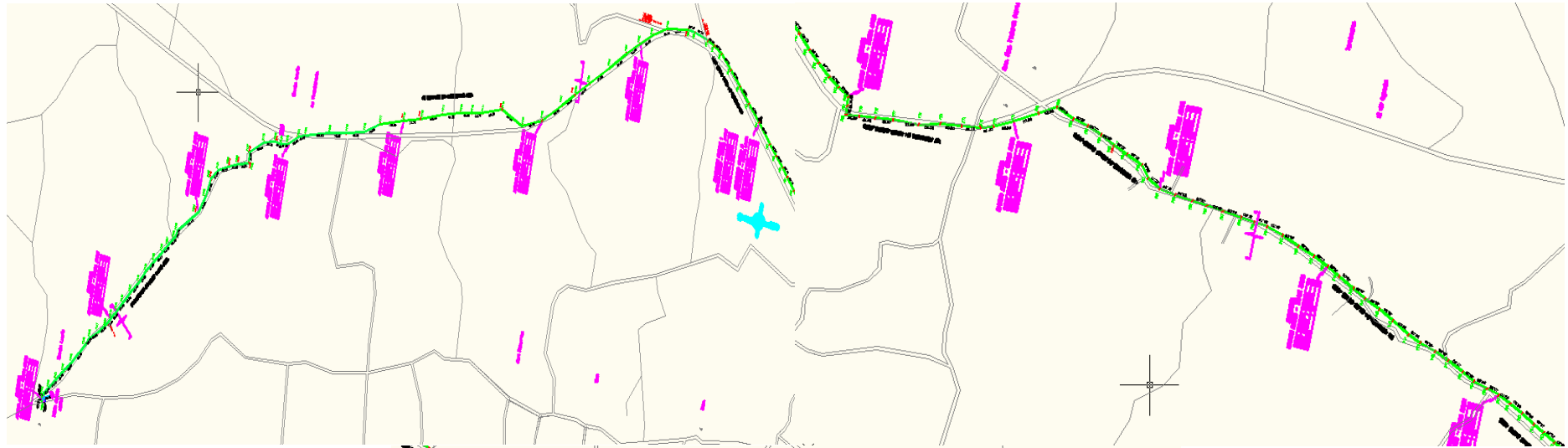




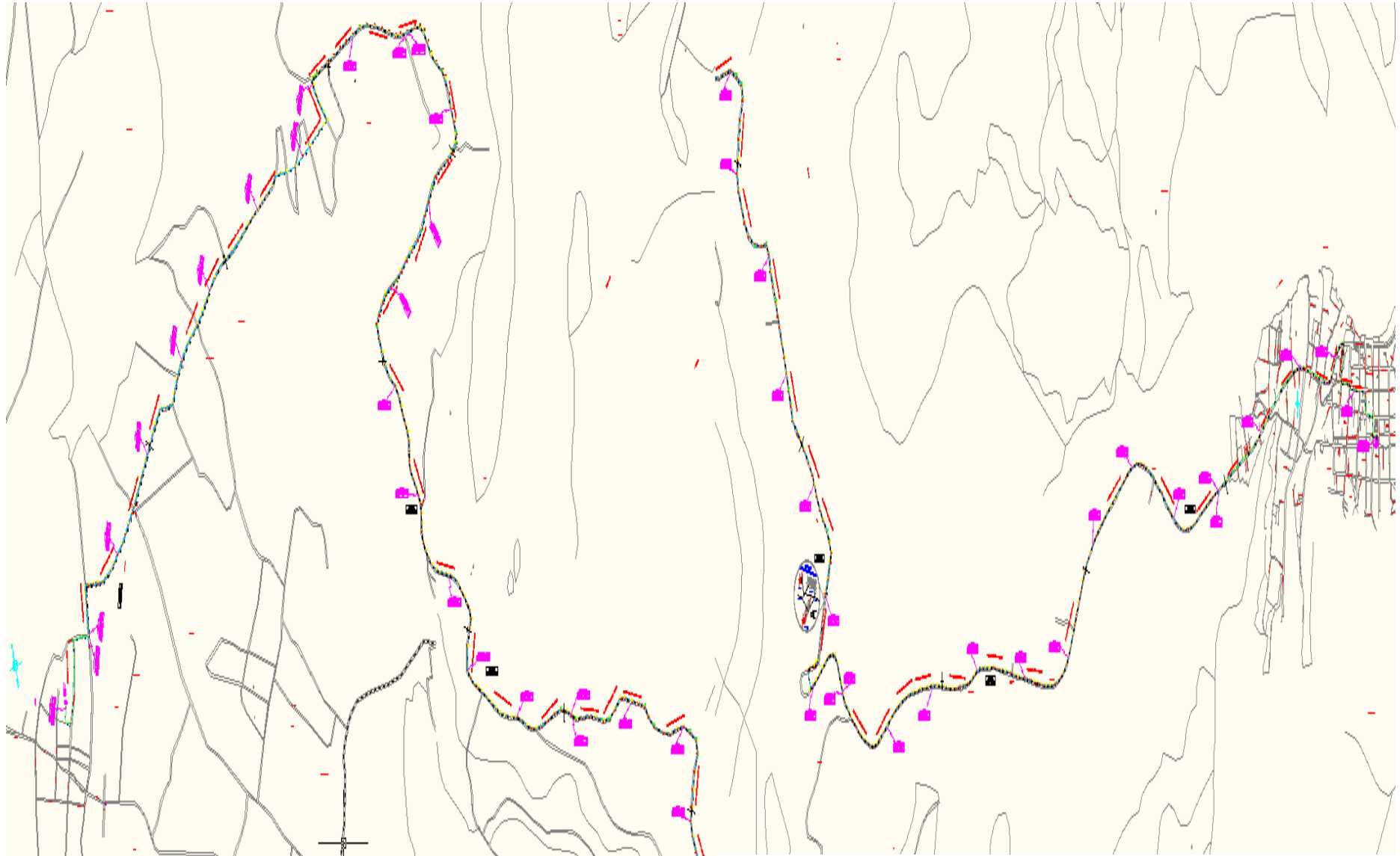












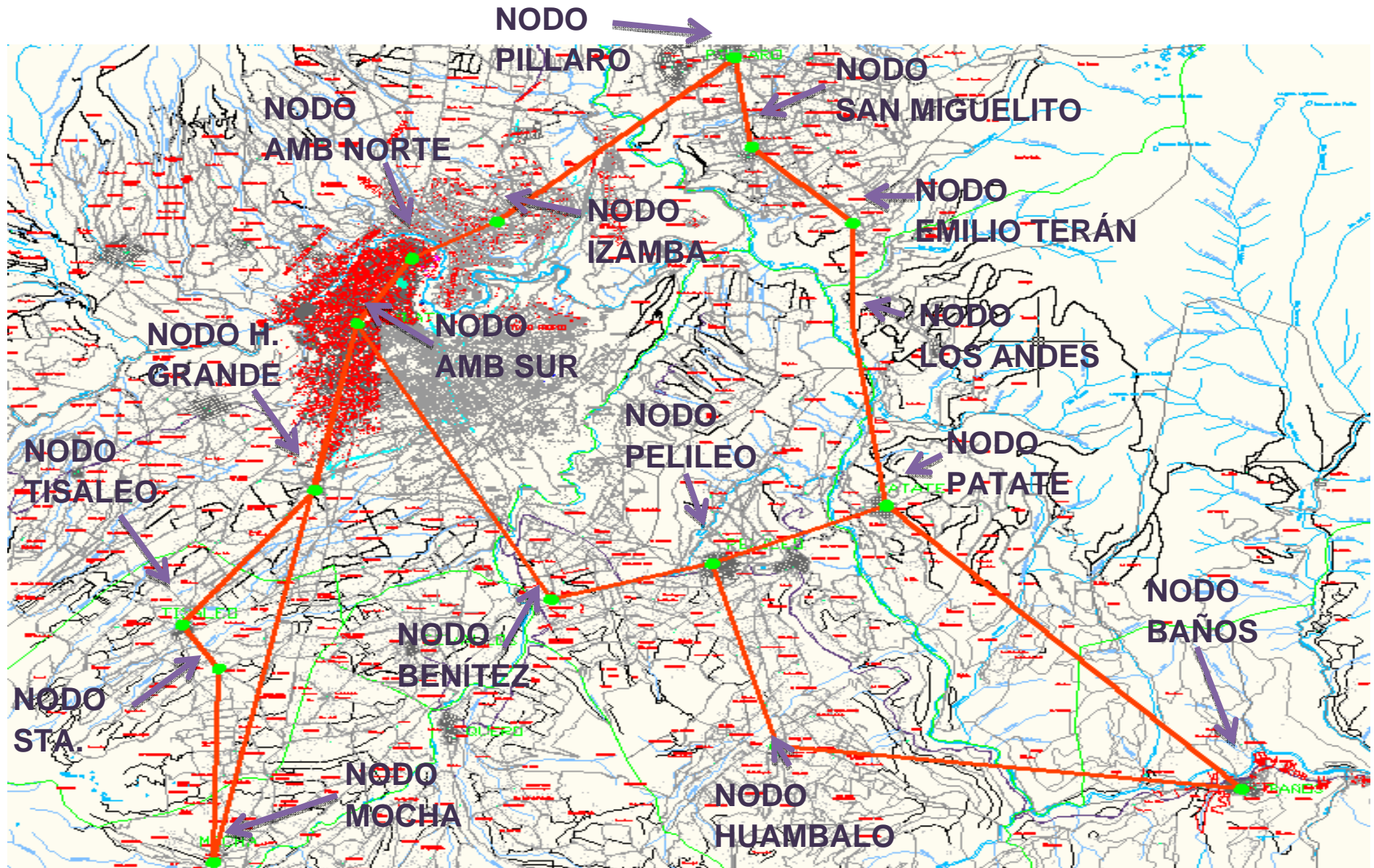


# **ANEXO 4**

## **Distribución de nodos candidatos**

Mapa con la distribución de nodos candidatos a ser parte de los anillos de fibra óptica

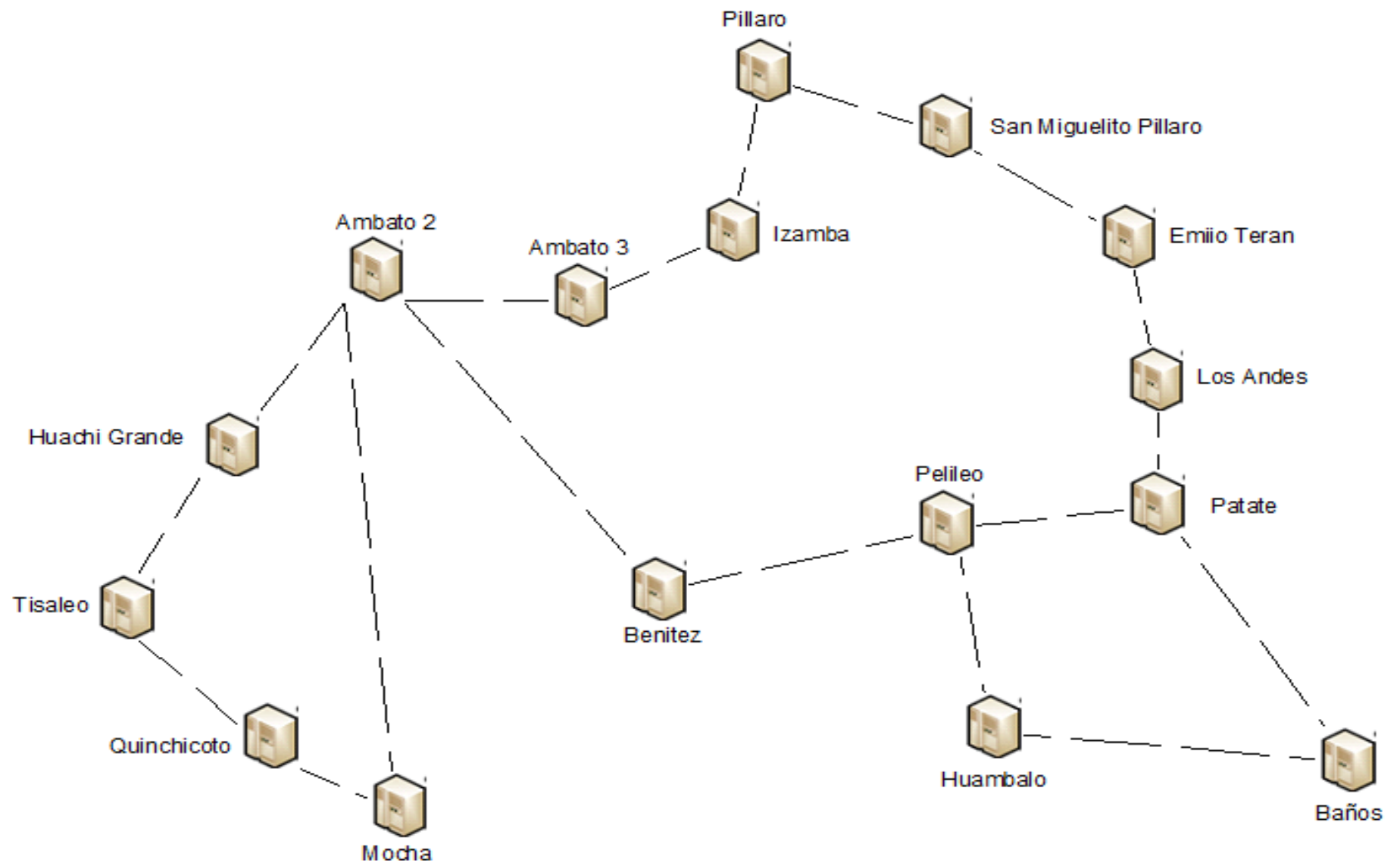




# **ANEXO 5**

## **Distribución de los nodos y sus distancias**

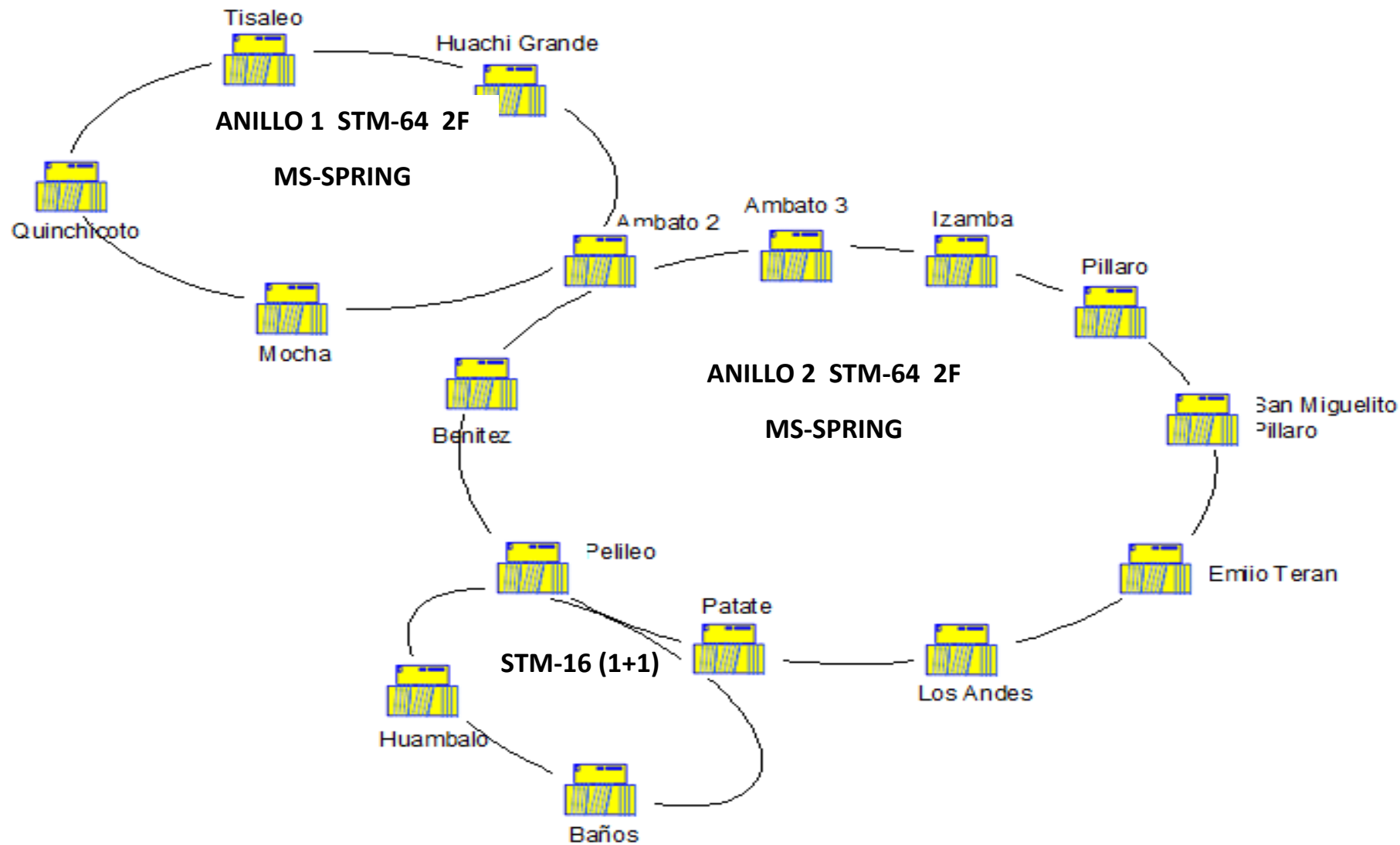
Esquema lógico de la distribución de nodos y las distancias



# **ANEXO 6**

## **Diagrama lógico**

Esquema anillos STM-64 2F MS-SPRING



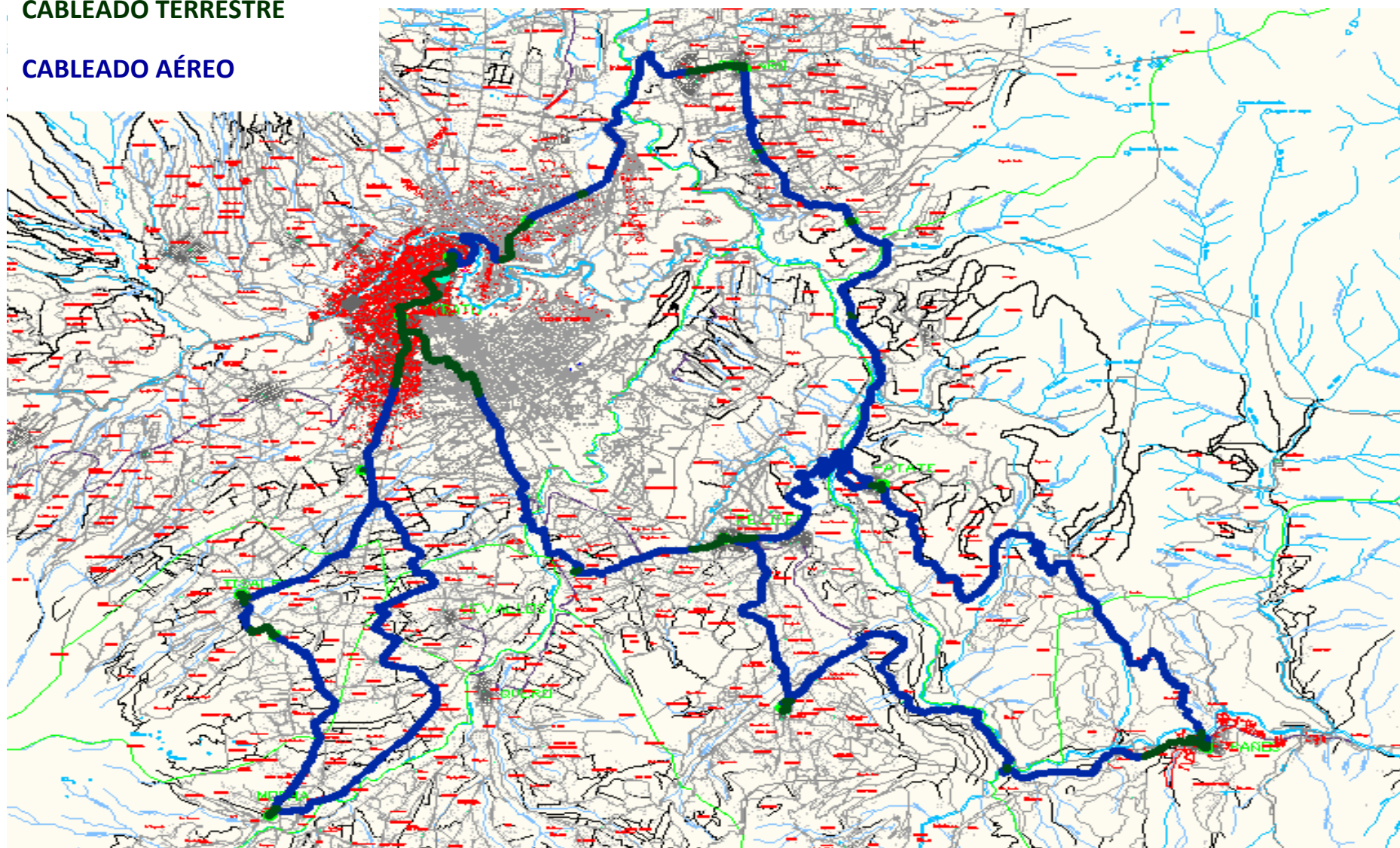
# **ANEXO 7**

## **Diagrama físico**

Esquema físico de los anillos finales para la Provincia de Tungurahua

**CABLEADO TERRESTRE**

**CABLEADO AÉREO**



# **ANEXO 8**

## **Esquema de tendido de fibra óptica**

Distancias y tendido del fibra óptica



