

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN

INFORME FINAL CASO DE ESTUDIO PARA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

TEMA:

“Diseño de una solución WAN IP-MPLS para brindar servicios portadores con un porcentaje de disponibilidad 99,9% a la empresa Invetrónica Cia. Ltda., utilizando la infraestructura de red de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP.

Cristina Elizabeth Tarco Iza

Quito – 2016

AUTORÍA

Yo, Cristina Elizabeth Tarco Iza, portadora de la cédula de ciudadanía No. 1717724064, declaro bajo juramento que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y que se ha respetado las diferentes fuentes de información realizando las citas correspondientes. Esta investigación no contiene plagio alguno y es resultado de un trabajo serio desarrollado en su totalidad por mi persona.

Cristina Elizabeth Tarco Iza

TABLA DE CONTENIDO

Autoría	i
Introducción	ii
Justificación y Alcance	iii
Objetivos	iv
CAPÍTULO 1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	1
1.1 Modelo de Operación	1
1.2 Ubicación de las Localidades	3
CAPÍTULO 2 ANÁLISIS DE LA SITUACION ACTUAL	10
CAPÍTULO 3 DISEÑO DE LA RED WAN CON DISPONIBILIDAD 99,9%	11
3.1 Antecedentes	11
3.2 Disponibilidad del servicio portador de datos	12
3.3 Redes de Transmisión	13
3.3.1 Red de Transporte IP/MPLS	13
3.3.2 Red de acceso	15
3.4 Requerimientos de Diseño	16
3.5 Diseño del servicio portador con disponibilidad del 99.9%	17
3.6 Ancho de banda	18

3.7 Clases de última milla	19
3.7.1 Fibra Óptica	20
3.7.2 Enlaces de Radio	20
3.8 Protocolo de conmutación	22
3.9 Direccionamiento WAN	22
3.10 Equipos terminales CPE	23
3.11 Diseño de los canales principal y redundante	24
3.11.1 Localidad Concentradora Quito	24
3.11.2 Localidad Cuenca	26
3.11.3 Localidad Tulcán	29
3.11.4 Localidad Latacunga	31
3.11.5 Localidad Machala	34
3.11.6 Localidad Esmeraldas	36
3.11.7 Localidad Guayaquil	38
3.11.8 Localidad Loja	40
3.11.9 Localidad Babahoyo	42
3.11.10 Localidad Puyo	45
3.11.11 Localidad Salinas	47

3.11.12 Localidad Ibarra	50
3.11.13 Localidad Santo Domingo	52
3.11.14 Localidad Ambato	54
3.11.15 Localidad Zamora	57
3.12 Configuración del protocolo de redundancia	59
3.12.1 Localidad concentradora Quito	59
3.12.2 Localidades a nivel nacional	66
3.13 Configuración de calidad de servicio	72
3.13.1 Modelo de Configuración	74
3.14 Presupuesto Referencial	76
CONCLUSIONES	78
RECOMENDACIONES	80
BIBLIOGRAFÍA	81
Anexo 1 Especificaciones técnicas router cisco 800	82

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.</i> Direccionamiento LAN para las sucursales de Invetrónica Cia. Ltda.	2
<i>Tabla 2.</i> Ubicación de las sucursales de Invetrónica Cia. Ltda.	3
<i>Tabla 3.</i> Tiempo de indisponibilidad del servicio portador de datos.	17
<i>Tabla 4.</i> Ancho de banda de casa sucursal.	19
<i>Tabla 5.</i> Especificaciones de la fibra óptica	20
<i>Tabla 6.</i> Especificaciones de equipos de radio	21
<i>Tabla 7.</i> Asignación del direccionamiento WAN	23
<i>Tabla 8.</i> Diseño última milla principal Quito	24
<i>Tabla 9.</i> Diseño última milla redundante Quito	25
<i>Tabla 10.</i> Diseño última milla principal Cuenca	26
<i>Tabla 11.</i> Diseño última milla redundante Cuenca	27
<i>Tabla 12.</i> Diseño última milla principal Tulcán	29
<i>Tabla 13.</i> Diseño última milla redundante Tulcán	30
<i>Tabla 14.</i> Diseño última milla principal Latacunga	31
<i>Tabla 15.</i> Diseño última milla redundante Latacunga	32
<i>Tabla 16.</i> Diseño última milla principal Machala	34
<i>Tabla 17.</i> Diseño última milla redundante Machala	35

<i>Tabla 18.</i> Diseño última milla principal Esmeraldas	36
<i>Tabla 19.</i> Diseño última milla principal Esmeraldas	37
<i>Tabla 20.</i> Diseño última milla principal Guayaquil	38
<i>Tabla 21.</i> Diseño última milla redundante Guayaquil	39
<i>Tabla 22.</i> Diseño última milla principal Loja	40
<i>Tabla 23.</i> Diseño última milla redundante Loja	41
<i>Tabla 24.</i> Diseño última milla principal Babahoyo	42
<i>Figura 25.</i> Características técnicas del radioenlace Babahoyo	43
<i>Tabla 26.</i> Diseño última milla principal Puyo	45
<i>Tabla 27.</i> Diseño última milla redundante Puyo	46
<i>Tabla 28.</i> Diseño última milla principal Salinas	47
<i>Tabla 29.</i> Diseño última milla redundante Salinas	48
<i>Tabla 30.</i> Diseño última milla principal Ibarra	50
<i>Tabla 31.</i> Diseño última milla redundante Ibarra	51
<i>Tabla 32.</i> Diseño última milla principal Santo Domingo	52
<i>Tabla 33.</i> Diseño última milla redundante Santo Domingo	53
<i>Tabla 34.</i> Diseño última milla principal Ambato	54
<i>Tabla 35.</i> Diseño última milla redundante Ambato	55

<i>Tabla 36.</i> Diseño última milla principal Zamora	57
<i>Tabla 37.</i> Diseño última milla redundante Zamora	58
<i>Tabla 38.</i> Definición de prioridades	73
<i>Tabla 39.</i> Valores DSCP de QoS	74
<i>Tabla 40.</i> Pago único del servicio portador de datos	77
<i>Tabla 41.</i> Pago mensual del servicio portador de datos	77

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Monitoreo del tráfico sucursales de Invetrónica	2
<i>Figura 2.</i> Mapa de ubicación localidad Cuenca	4
<i>Figura 3.</i> Mapa de ubicación localidad Tulcán	5
<i>Figura 4.</i> Mapa de ubicación localidad Latacunga	5
<i>Figura 5.</i> Mapa de ubicación localidad Machala	5
<i>Figura 6.</i> Mapa de ubicación localidad Esmeraldas	6
<i>Figura 7.</i> Mapa de ubicación localidad Guayaquil	6
<i>Figura 8.</i> Mapa de ubicación localidad Loja	6
<i>Figura 9.</i> Mapa de ubicación localidad Babahoyo	7
<i>Figura 10.</i> Mapa de ubicación localidad Puyo	7
<i>Figura 11.</i> Mapa de ubicación localidad Quito	7
<i>Figura 12.</i> Mapa de ubicación localidad Salinas	8
<i>Figura 13.</i> Mapa de ubicación localidad Ibarra	8
<i>Figura 14.</i> Mapa de ubicación localidad Santo Domingo	8
<i>Figura 15.</i> Mapa de ubicación localidad Ambato	9
<i>Figura 16.</i> Mapa de ubicación localidad Zamora	9
<i>Figura 17.</i> Topología de conexión de Invetrónica Cia. Ltda.	15

<i>Figura 18.</i> Diseño de la red de acceso	18
<i>Figura 19.</i> Tendido de fibra principal localidad Quito	25
<i>Figura 20.</i> Tendido de fibra redundante localidad Quito	26
<i>Figura 21.</i> Tendido de fibra principal localidad Cuenca	27
<i>Figura 22.</i> Características técnicas del radioenlace Cuenca	28
<i>Figura 23.</i> Disponibilidad del radioenlace Cuenca	28
<i>Figura 24.</i> Alineación del radioenlace Cuenca	28
<i>Figura 25.</i> Tendido de fibra principal localidad Tulcán	29
<i>Figura 26.</i> Características técnicas del radioenlace Tulcán	30
<i>Figura 27.</i> Disponibilidad del radioenlace Tulcán	30
<i>Figura 28.</i> Alineación del radioenlace Tulcán	31
<i>Figura 29.</i> Tendido de fibra principal localidad Latacunga	32
<i>Figura 30.</i> Características técnicas del radioenlace Latacunga	33
<i>Figura 31.</i> Disponibilidad del radioenlace Latacunga	33
<i>Figura 32.</i> Alineación del radioenlace Latacunga	33
<i>Figura 33.</i> Tendido de fibra principal localidad Machala	34
<i>Figura 34.</i> Tendido de fibra redundante localidad Machala	35
<i>Figura 35.</i> Tendido de fibra principal localidad Esmeraldas	36

<i>Figura 36.</i> Tendido de fibra redundante localidad Esmeraldas	37
<i>Figura 37.</i> Tendido de fibra principal localidad Guayaquil	38
<i>Figura 38.</i> Tendido de fibra redundante localidad Guayaquil	39
<i>Figura 39.</i> Tendido de fibra principal localidad Loja	40
<i>Figura 40.</i> Características técnicas del radioenlace Loja	41
<i>Figura 41.</i> Disponibilidad del radioenlace Loja	41
<i>Figura 42.</i> Alineación del radioenlace Loja	42
<i>Figura 43.</i> Tendido de fibra principal localidad Babahoyo	43
<i>Figura 44.</i> Características técnicas del radioenlace Babahoyo	44
<i>Figura 45.</i> Disponibilidad del radioenlace Babahoyo	44
<i>Figura 46.</i> Alineación del radioenlace Babahoyo	44
<i>Figura 47.</i> Tendido de fibra principal localidad Puyo	45
<i>Figura 48.</i> Características técnicas del radioenlace Puyo	46
<i>Figura 49.</i> Disponibilidad del radioenlace Puyo	46
<i>Figura 50.</i> Alineación del radioenlace Puyo	47
<i>Figura 51.</i> Tendido de fibra principal localidad Salinas	48
<i>Figura 52.</i> Características técnicas del radioenlace Salinas	49
<i>Figura 53.</i> Disponibilidad del radioenlace Salinas	49

<i>Figura 54.</i> Alineación del radioenlace Salinas	49
<i>Figura 55.</i> Tendido de fibra principal localidad Ibarra	50
<i>Figura 56.</i> Tendido de fibra redundante localidad Ibarra	51
<i>Figura 57.</i> Tendido de fibra principal localidad Santo Domingo	52
<i>Figura 58.</i> Características técnicas del radioenlace Santo Domingo	53
<i>Figura 59.</i> Disponibilidad del radioenlace Santo Domingo	53
<i>Figura 60.</i> Alineación del radioenlace Santo Domingo	54
<i>Figura 61.</i> Tendido de fibra principal localidad Ambato	55
<i>Figura 62.</i> Características técnicas del radioenlace Ambato	56
<i>Figura 63.</i> Disponibilidad del radioenlace Ambato	56
<i>Figura 64.</i> Alineación del radioenlace Ambato	56
<i>Figura 65.</i> Tendido de fibra principal localidad Zamora	57
<i>Figura 66.</i> Características técnicas del radioenlace Zamora	58
<i>Figura 67.</i> Disponibilidad del radioenlace Zamora	58
<i>Figura 68.</i> Alineación del radioenlace Zamora	59

INTRODUCCIÓN

Con el pasar de los años, las telecomunicaciones se han convertido en un factor imprescindible para el desarrollo económico y social de las empresas dinamizando el uso de la información y cambiando la forma de hacer negocios; los continuos avances de la tecnología y el acceso oportuno a la información, han permitido ampliar la cobertura de operación de las corporaciones alcanzando nuevos mercados a nivel mundial.

La importancia que han tomado las telecomunicaciones, obligan a las empresas a implementar tecnologías que se adapten a las necesidades de los clientes y que mejoren su calidad de vida; su relación directa con la competitividad y el crecimiento económico ofrece mejores oportunidades de desarrollo entre puntos cada vez más distantes, haciendo posible la transferencia de información rápida y eficiente.

Con el fin de satisfacer la gran necesidad que tienen las organizaciones y empresas, cualquiera que sea su negocio, de comunicarse y transferir información entre puntos distantes, varias empresas reguladas por la agencia de Control y Regulación de las Telecomunicaciones (ARCOTEL) proveen servicios portadores a nivel nacional. Los servicios portadores de telecomunicaciones proporcionan a terceros la capacidad necesaria para la transmisión de señales entre puntos de terminación definidos de red; estos servicios son utilizados por lo general para la transmisión de datos. (Conatel, 2001, Reglamento para la prestación de servicios portadores)

La Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP., es una organización calificada ante el ARCOTEL para brindar servicios portadores de datos con altas características de transmisión y utilizando tecnología de punta para la transferencia de la información; cuenta con infraestructura de red a nivel nacional instalada de acuerdo a los más altos estándares nacionales e internacionales.

JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE

Invetrónica Cia. Ltda. Es una empresa que se dedica a la comercialización de equipos electrónicos a nivel nacional y cuya matriz se encuentra en la ciudad de Quito; como parte de la distribución y comercialización de sus productos opera con varias sucursales a nivel nacional ubicadas estratégicamente para dar continuidad al proceso de distribución y venta a los usuarios finales.

Para manejar eficientemente los procesos internos, la empresa cuenta con sistemas informáticos en cada localidad que almacenan datos importantes del negocio tales como: control de personal y recurso humano, facturación, inventario y ventas. Adicionalmente y para transferir la información entre sucursales, mantiene contratado servicios de internet independientes y líneas telefónicas para el contacto con los clientes y proveedores.

El continuo crecimiento del mercado se requiere que la topología de comunicación de Invetrónica sea escalable y controlada, ya que al momento el incremento gradual de servicios independientes aumenta el costo en cada agencia y no permite ahorro de recursos; por este motivo es necesario ejecutar un proyecto de optimización y mejoramiento de la topología e infraestructura tecnológica a nivel nacional de los servicios portadores contratados, que permita centralizar los servicios y mantener un control sobre los accesos al sistema, facturación y aplicativos internos.

El presente caso de estudio tiene por objeto diseñar una solución WAN IP-MPLS para brindar servicios portadores de datos con un porcentaje de disponibilidad de 99,9%. a 15 localidades que forman parte de la empresa Invetrónica Cia. Ltda., utilizando la infraestructura de red de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP.

La implementación de enlaces de datos con cada oficina a nivel nacional permitirá la optimización de los recursos tecnológicos y la implementación de múltiples servicios y aplicaciones que correrían sobre estas redes, facilitando el trabajo diario de los empleados.

OBJETIVOS

Objetivo Principal:

- Diseñar una solución WAN IP-MPLS para brindar servicios portadores de datos con un porcentaje de disponibilidad de 99,9% a 15 localidades del cliente Invetrónica Cia. Ltda., utilizando la infraestructura de red de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP.

Objetivos Específicos:

- Analizar el estado actual de las 15 localidades de Invetrónica Cía. Ltda. y definir el modelo de conexión de los servicios portadores de datos.
- Definir los parámetros a considerarse dentro de un nivel de disponibilidad para verificar la calidad del servicio portador de datos.
- Diseñar la red WAN IP-MPLS para brindar un porcentaje de disponibilidad del 99.9% utilizando la infraestructura de red de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones.
- Optimizar el tráfico que cursa por la red portadora mediante técnicas de calidad de servicio.

DESARROLLO CASO DE ESTUDIO

CAPÍTULO 1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

1.1 Modelo de Operación

La empresa Invetrónica Cia. Ltda., actualmente se encuentra operando en 15 localidades ubicadas estratégicamente para cubrir con la distribución y oferta de los productos que forman parte de su negocio.

Las oficinas ubicadas en la ciudad de Quito, son las encargadas de almacenar los productos en sus instalaciones y distribuirlos bajo demanda a cada sucursal que opera de manera independiente, llevando el control de las siguientes actividades de manera manual y sectorizada:

- stock de productos
- jornada laboral del personal
- verificación de inventario
- reportes de facturación diaria y mensual
- pago de servicios locales (internet y línea telefónica)
- pago a proveedores

Mensualmente se realiza el inventario local y personal administrativo debe enviar a la ciudad de Quito, los pedidos y el reporte de ventas vía correo electrónico; de esta manera los envíos de productos se realizan una vez despachado el pedido en bodega. El control del personal se realiza vía registro biométrico y la información es almacenada en una máquina local, de igual forma se realizan todos los procesos de contabilidad y pago de servicios básicos.

Mediante el levantamiento de un monitoreo, se ha capturado una muestra del tráfico interno que maneja cada localidad y se obtuvo un promedio de consumo de 52,75 x 14,08 Kbps en horas pico de atención al cliente.

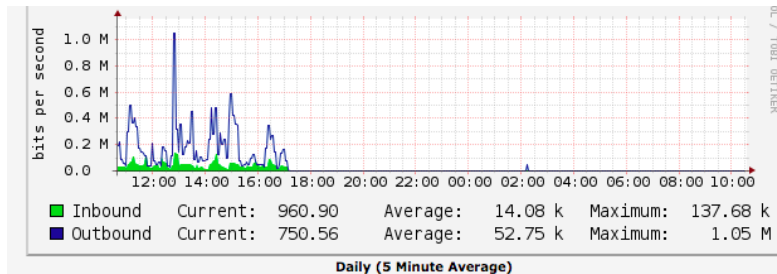


Figura 1. Monitoreo del tráfico sucursales de Invetrónica

Fuente: La autora

Cada sucursal maneja 25 usuarios que tienen acceso a los aplicativos internos de la empresa, cada uno cuenta con un equipo portátil y la conexión a nivel LAN la realizan mediante un switch y cableado estructurado interno; el direccionamiento que se maneja en cada localidad se muestra en la Tabla 1:

Tabla 1. Direccionamiento LAN para las sucursales de Invetrónica Cia. Ltda.

Localidad Invetrónica Cia. Ltda.	Direccionamiento LAN
Quito	192.168.0.0/24
Cuenca	192.168.1.0/24
Tulcán	192.168.2.0/24
Latacunga	192.168.3.0/24
Machala	192.168.4.0/24
Esmeraldas	192.168.5.0/24
Guayaquil	192.168.6.0/24
Loja	192.168.7.0/24

Localidad	Direccionamiento LAN
------------------	-----------------------------

Babahoyo	192.168.8.0/24
Puyo	192.168.9.0/24
Santa Elena	192.168.10.0/24
Ibarra	192.168.11.0/24
Santo Domingo De Los Colorados	192.168.12.0/24
Ambato	192.168.13.0/24
Zamora	192.168.14.0/24

1.2 Ubicación de las Localidades

Las sucursales que forman parte de la operación de la empresa Invetrónica Cia. Ltda. se encuentran ubicadas de acuerdo al detalle descrito en la Tabla 2 y seguidamente se encuentran los gráficos de ubicación:

Tabla 2. Ubicación de las sucursales de Invetrónica Cia. Ltda.

Localidad	Dirección	Coordenadas de ubicación	
		Latitud	Longitud
Cuenca	José Peralta y Merchán, CC Plaza Milenium.	2° 54' 24.18'' S	79° 00' 7.34'' W
Tulcán	Bolívar y Panamá esquina.	0° 49' 1.35'' N	77° 42' 52.88'' W
Latacunga	Av. Amazonas y Padre Salcedo.	0° 56' 3.44'' S	78° 37' 3.09'' W
Machala	25 de Junio y 9 de Mayo.	3° 15' 29.92'' S	79° 57' 38.36'' W
Esmeraldas	Calle Mejía y Colón.	0 57' 48.22'' N	79 39' 14.28'' W
Guayaquil	Av. 9 de Octubre entre Chimborazo y Gregorio Escobedo	2° 11' 29.27'' S	79° 52' 59.27'' W

Localidad	Dirección	Coordenadas de ubicación	
		Latitud	Longitud
Loja	José Antonio Eguiguren y Simón Bolívar.	3° 59' 47.15" S	79° 12' 8.20" W
Babahoyo	5 de Junio y Sucre esquina.	1° 47' 59.14" S	79° 31' 56.18" W
Puyo	BolívarFeicán y Consuelo Benavides	1° 30' 7.9" S	78° 00' 23.87" W
Quito	Av. Vicente Ramón Roca y General Leónidas Plaza Gutiérrez	0° 12' 26.03" S	78° 29' 32.80" W
Salinas	Guayaquil y Av. 5	2° 13' 25.18" N	80° 54' 35.07" W
Ibarra	Mosquera Narváez y Jaime Roldós Aguilera.	0° 21' 31.74" N	78° 7' 10.12" W
Sto. Domingo	Anillo Vial Av. Abraham Calazacón y Rio Toachi.	0° 15' 48.96" S	79° 9' 55.79" W
Ambato	Calle Miguel Cervantes 0 Y Manuelita Sáenz Ambato.	1° 16' 31.18" S	78° 38' 22.74" W
Zamora	Diego de Vaca y Luis Tamayo.	4° 4' 2.14" S	78° 57' 25.39" W

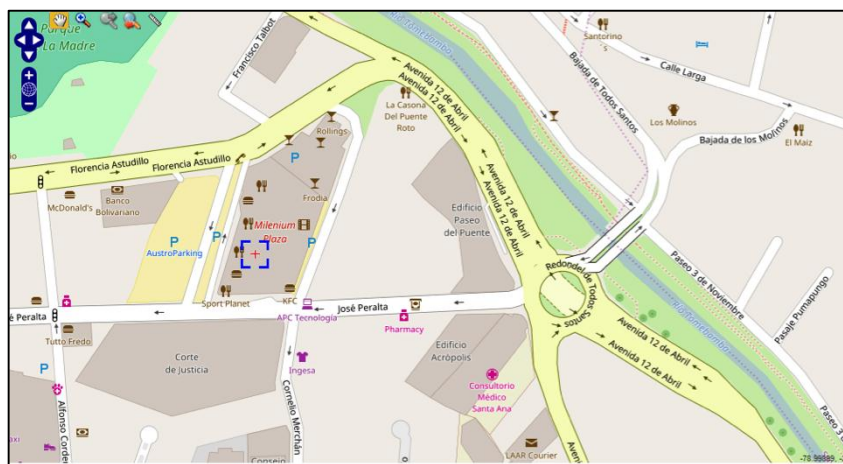


Figura 2. Mapa de ubicación localidadd Cuenca

Fuente: La autora

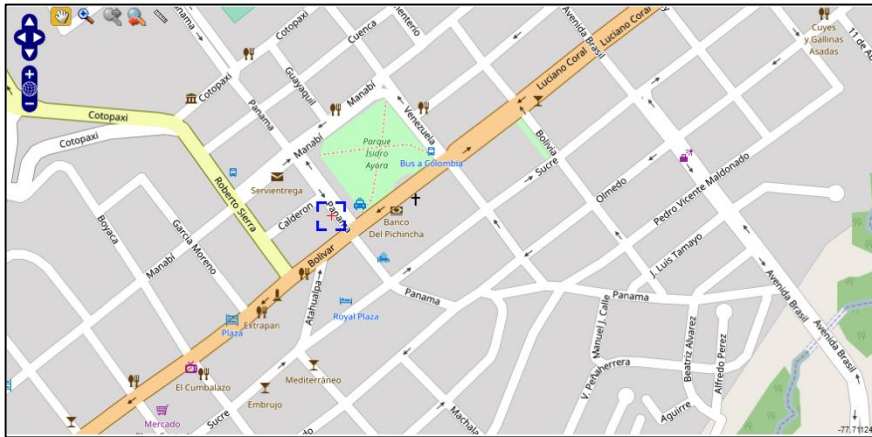


Figura 3. Mapa de ubicación localidad Tulcán

Fuente: La autora

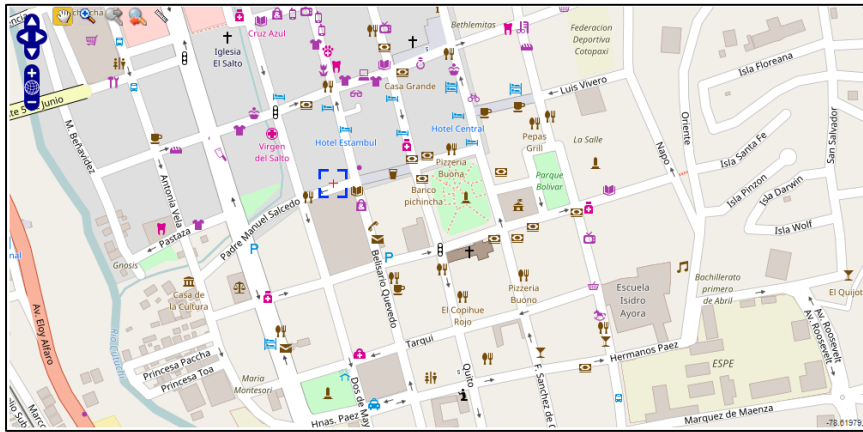


Figura 4. Mapa de ubicación localidad Latacunga

Fuente: La autora

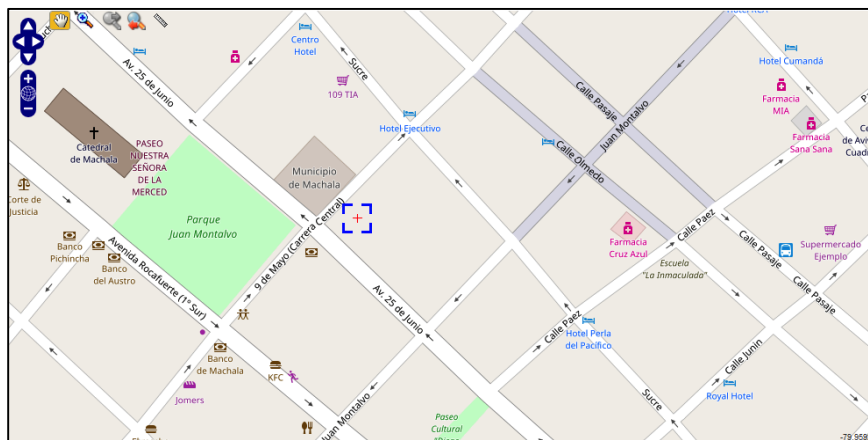


Figura 5. Mapa de ubicación localidad Machala

Fuente: La autora

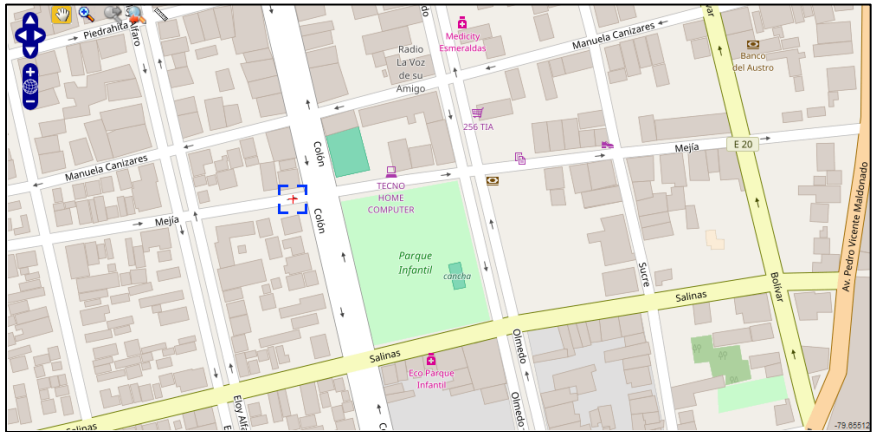


Figura 6. Mapa de ubicación localidad Esmeraldas

Fuente: La autora

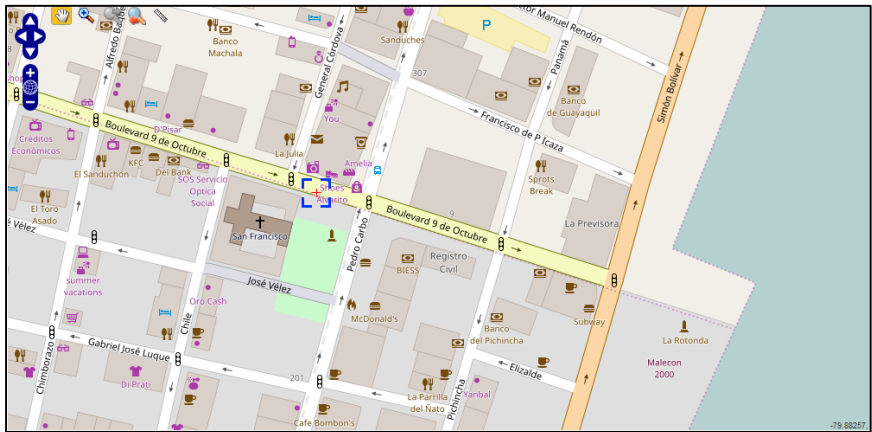


Figura 7. Mapa de ubicación localidad Guayaquil

Fuente: La autora

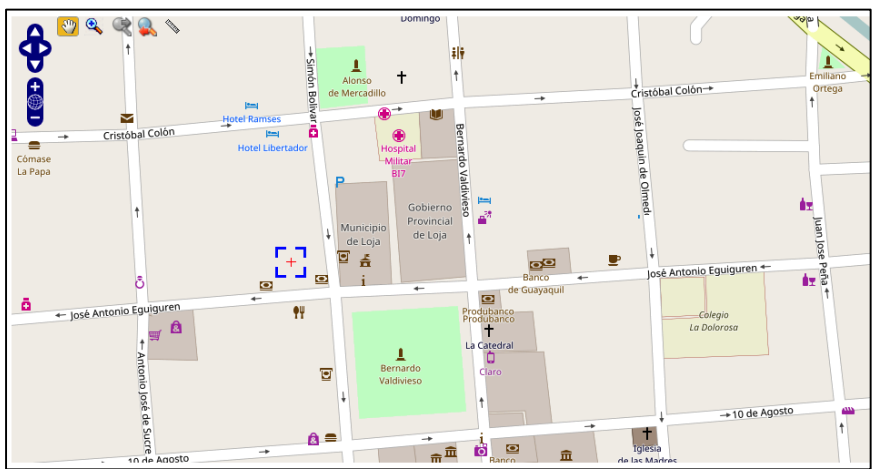


Figura 8. Mapa de ubicación localidad Loja

Fuente: La autora

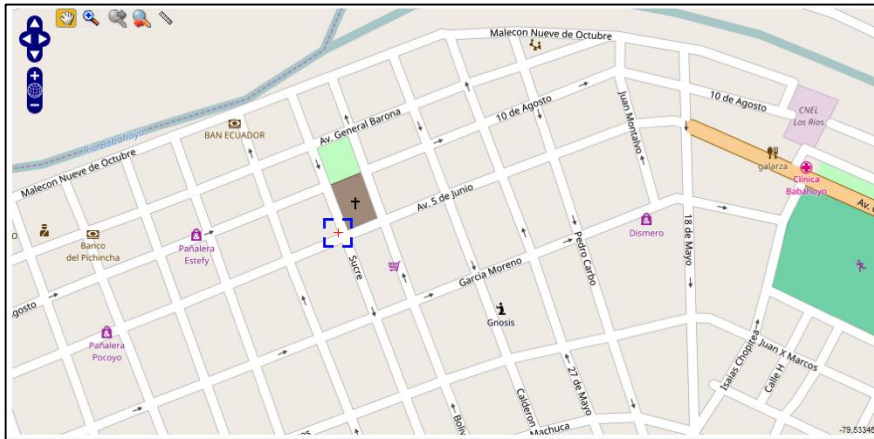


Figura 9. Mapa de ubicación localidad Babahoyo

Fuente: La autora

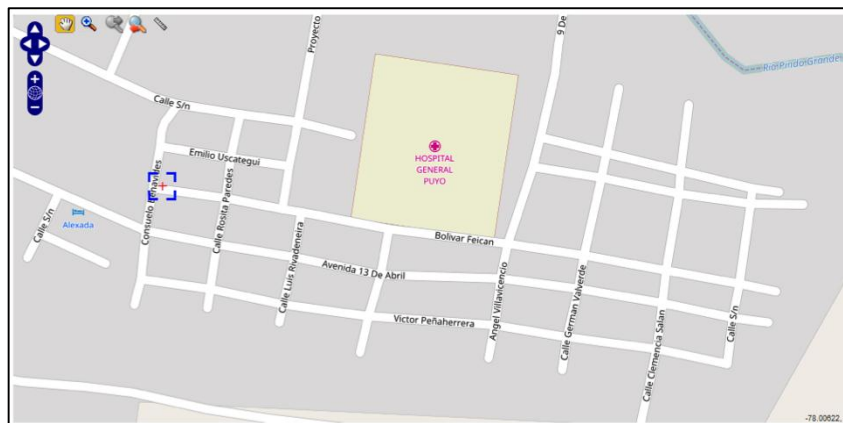


Figura 10. Mapa de ubicación localidad Puyo

Fuente: La autora

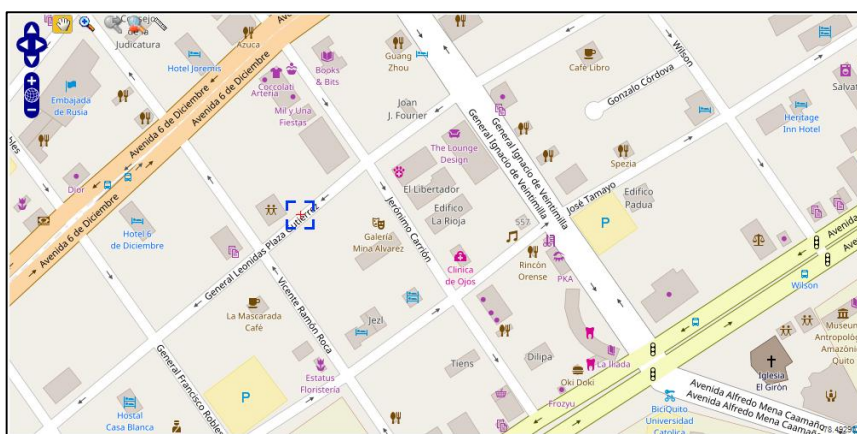


Figura 11. Mapa de ubicación localidad Quito

Fuente: La autora

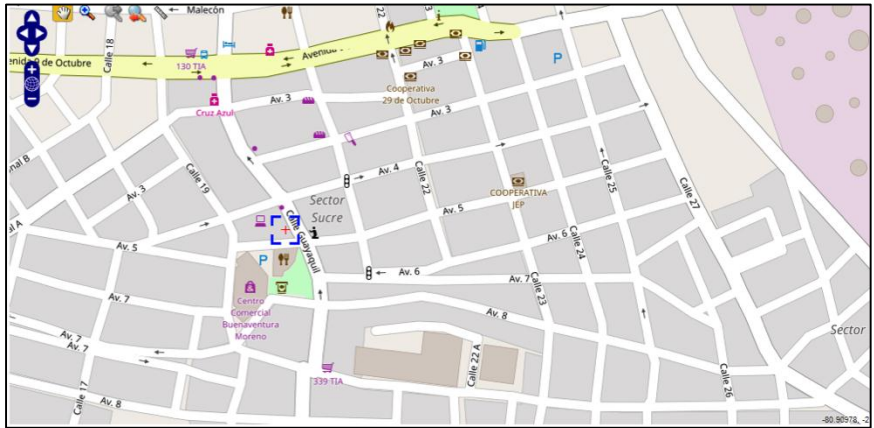


Figura 12. Mapa de ubicación localidad Salinas

Fuente: La autora

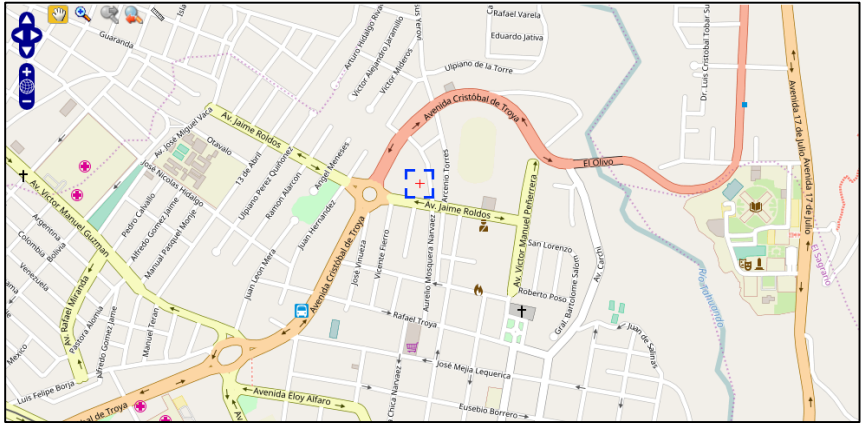


Figura 13. Mapa de ubicación localidad Ibarra

Fuente: La autora

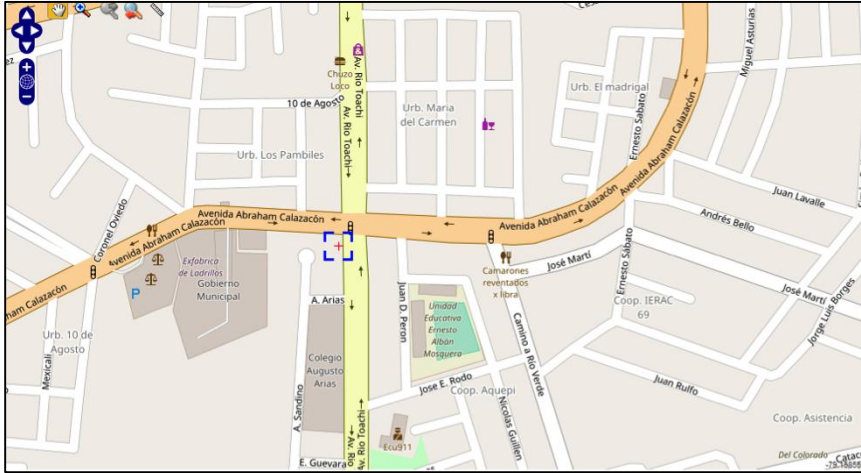


Figura 14. Mapa de ubicación localidad Santo Domingo

Fuente: La autora

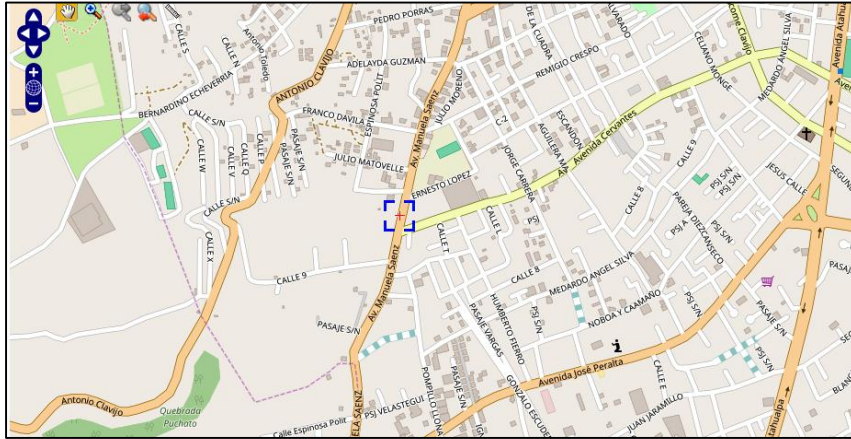


Figura 15. Mapa de ubicación localidad Ambato

Fuente: La autora

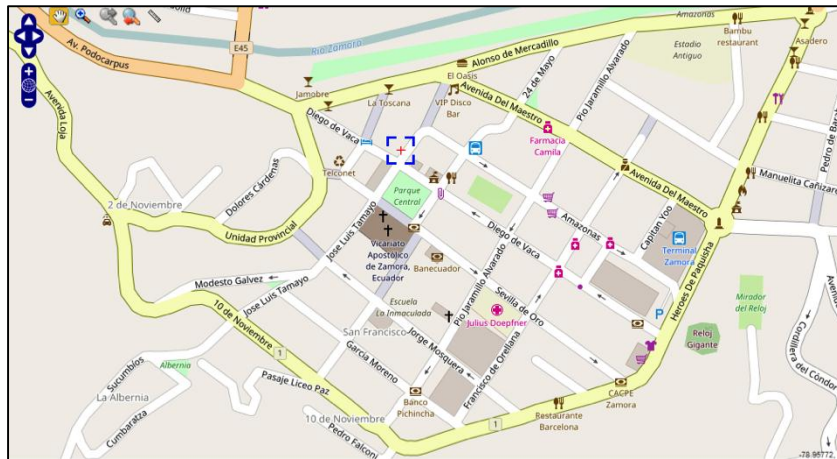


Figura 16. Mapa de ubicación localidad Zamora

Fuente: La autora

CAPÍTULO 2 ANÁLISIS DE LA SITUACION ACTUAL

La empresa cuenta con 15 agencias que se encuentran distribuidas a nivel nacional y estas se administran actualmente de forma independiente, este escenario es muy habitual en empresas pequeñas con características particulares de gestión; pero a medida que se expande el mercado es necesario que se comparta información para una operación eficiente.

Actualmente la empresa puede realizar actividades limitadas y la información no se comparte eficientemente, ya que se debe esperar al final de cada mes para obtener un reporte completo de la operación de cada sucursal de la empresa y posteriormente a esta actividad se realizará el envío de productos hacia cada localidad.

Varios son los inconvenientes que se presentan con este escenario de operación, a continuación se exponen los más importantes:

- La toma de decisiones no es precisa.
- Se incrementa el grado de distorsión de la información dado al número de personal que labora en cada sucursal.
- Se genera sobrecarga de trabajo a personal netamente administrativo.
- Los pedidos de nuevos productos demoran en llegar a cada localidad.
- No existe un medio para enviar la información hacia la localidad matriz.

En la operación diaria de cada empresa, se realizan las siguientes actividades:

- Llamadas entre empleados para verificar stock y disponibilidad de productos, las llamadas son regionales o interprovinciales
- Reuniones permanentes para asignación de funciones y control del personal.
- Control manual del inventario de productos

CAPÍTULO 3 DISEÑO DE LA RED WAN CON DISPONIBILIDAD 99,9%

3.1 Antecedentes

Los servicios portadores de Telecomunicaciones permiten proporcionar a terceros la capacidad para transferir signos, señales, datos, imágenes y sonidos entre puntos de terminación de una red usando varios segmentos de transmisión tales como líneas dedicadas, radioenlaces, fibra óptica, satélite, etc.(Conatel, 200,Reglamento para la prestación de servicios portadores) Operadoras de servicios de telecomunicaciones deben obtener la concesión ante el ente regulador para proveer este tipo de servicios.

La corporación Nacional de Telecomunicaciones se encuentra habilitada mediante contrato de concesión, para proveer servicios portadores de datos a empresas públicas o privadas que lo requieran.

Debido a que es indispensable asegurar una adecuada regulación y expansión de los servicios portadores de telecomunicaciones a la comunidad, se emite el Reglamento para la prestación de servicios portadores publicado en el Registro Oficial No.426 del 4 de Octubre del 2001.

El reglamento tiene como finalidad establecer las normas y procedimientos en el territorio nacional aplicables a las funciones de planificación, regulación, gestión y control de la prestación de servicios portadores de telecomunicaciones y a la instalación, modificación, ampliación y operación de las redes alámbricas e inalámbricas necesarias para proveer tales servicios conforme a la normativa vigente.

La norma técnica publicada mediante resolución No. 282-11-CONATEL-2002 complementa el reglamento definiendo los aspectos mínimos requeridos para prestar este tipo de servicios; la aplicación y cumplimiento de la norma técnica y de los parámetros específicos tienen el carácter obligatorio conforme a las disposiciones de la normativa vigente.

3.2 Disponibilidad del servicio portador de datos

Dentro de la norma técnica, se exige a los concesionarios de servicios portadores que usen cualquier tecnología con la finalidad de garantizar buen servicio a sus usuarios, siempre y cuando ésta corresponda a los desarrollos tecnológicos que surjan sobre los elementos que constituyen el Sistema Portador. (Conatel, 2002, Norma técnica para prestación de servicios portadores de telecomunicaciones)

Como parte de la norma técnica se definen los indicadores de calidad, que regulan los niveles de operación y entrega de los servicios a consumidores y usuarios finales; como parte de estos indicadores se encuentra el porcentaje de disponibilidad del servicio (PDS) que se aplica tanto a servicios portadores locales como de larga distancia.

El porcentaje de disponibilidad se mide en un período mensual y considera el tiempo total que el servicio portador contratado está activo, según el resultado de esta medida se definirá el valor mensual a pagar por parte del usuario; este indicador debe ser por lo menos 98% en promedio de toda la red del concesionario.

$$PDS = \left(1 - \frac{TI}{TT}\right) \times 100 \quad \text{EC. (1.1)}$$

Donde,

TI =Tiempo en el que el servicio estuvo indisponible medido en horas durante el mes.

TT = Tiempo total de horas de un mes, este valor es fijo y dependiendo del mes. Será igual a:

- 672 horas (28 días)
- 696 horas (29 días)
- 720 horas (30 días)
- 744 horas (31 días)

3.3 Redes de Transmisión

Como parte de la norma técnica, los concesionarios para la prestación de servicios portadores deben contar con redes, bien sean físicas, ópticas o radioeléctricas, terrestres y espaciales, de transporte y de acceso para implementar los circuitos de larga distancia o circuitos locales a usuarios finales. El área de cobertura para la prestación de los servicios portadores debe ser nacional y con conexión al exterior.

3.3.1 Red de Transporte IP/MPLS

Es requerimiento fundamental que las empresas concesionarias y encargadas de proveer servicios portadores de telecomunicaciones cuenten con una red WAN de transporte que permita a los usuarios comunicarse entre puntos geográficamente distantes sin necesidad de trasladarse.

Una red WAN debe estar preparada para integrar cada vez más aplicaciones dentro de una misma plataforma, proveer el transporte de la información a mayor ancho de banda y ser altamente escalable; todos estos requisitos hacen que IP MPLS (Multi-Protocol Label Switching) sea la tecnología que más se ha desarrollado para cubrir estas necesidades.

MPLS (Multi-Protocol Label Switching) que permite transportar diferentes tipos de tráfico: voz, video y paquetes IP sobre la misma plataforma física con mayor fiabilidad y alto

rendimiento incorporando mejores beneficios tales como calidad de servicio, ingeniería de tráfico y encriptamiento de la información.

MPLS es una tecnología que permite ofrecer servicios de datos, voz y videoindependientemente de la red de transporte sobre la que se implemente, definiendo una variedad de mecanismos para poder clasificar el tráfico, aportando velocidad y facilitando la gestión de los recursos de la red; las principales aplicaciones de MPLS son:

- Funciones de ingeniería de tráfico
- Policy routing
- Servicios de VPN
- Servicios de calidad de servicio

La Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP cuenta con una robusta infraestructura de transporte para proveer servicios portadores de telecomunicaciones, a nivel nacional tiene implementadas plataformas de transporte NG-SDH y DWDM y sobre estas opera la tecnología de transmisión de datos IP/MPLS. La red IP y MPLS de CNT EP brinda una cobertura nacional, robusta y reforzada a nivel de Core y Distribución, y se extiende la red hacia EE.UU donde se tiene equipos IP y MPLS en Nueva York y Miami.

Toda la red WAN IP MPLS de CNT EP está conformada por equipos capa 2 y capa 3 de las mejores marcas cumpliendo los estándares internacionales, contando con más de 2500 equipos desplegados en todo el territorio, obteniendo de esta manera una transmisión de datos óptima y eficaz.

La red de transporte IP MPLS permitirá interconectar las sucursales de Invetrónica en una topología tipo estrella, donde todas las sucursales pueden comunicarse entre sí y también con la localidad concentradora de información.

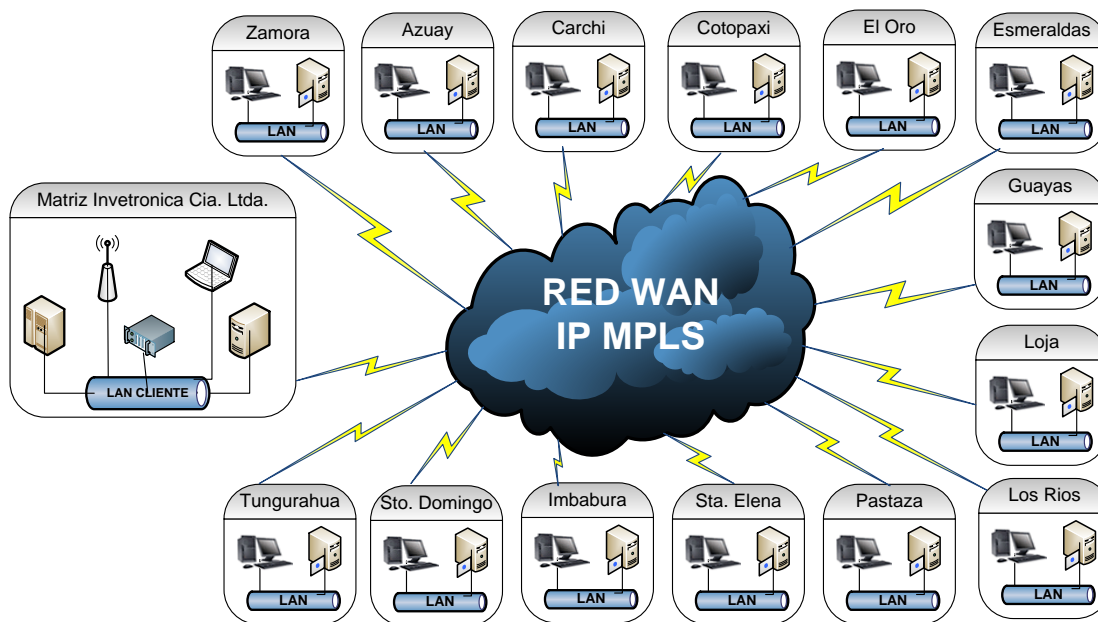


Figura 17. Topología de conexión de Invetrónica Cia. Ltda.

Fuente: La autora

3.3.2 Redde acceso

La última milla, también denominada red de acceso, forma parte del servicio portador permitiendo a los usuarios finales conectarse a la red de transporte del proveedor concesionario, las tecnologías que se pueden utilizar en redes de acceso son:

- Tecnologías guiadas.- son medios que requieren de un medio físico de transmisión que transporte la información entre los extremos, tales como el par de cobre, cable coaxial y fibra óptica.
- Tecnologías no guiadas.- son medios que propagan la información usando el espectro electromagnético, tales como los enlaces radioeléctricos y comunicación satelital.

En la actualidad, el medio guiado más extendido en redes de telecomunicaciones es el par de cobre, principalmente utilizado para proveer servicios telefónicos, puede ser utilizado para transportar señales de datos y video con un gran ancho de banda y de manera simultánea.

La fibra óptica utiliza sistemas de emisión de luz para transportar la información, este tipo de tecnología hace posible su instalación en diferentes condiciones geográficas y al ser el cable liviano permite una fácil instalación; sus principales características son la inmunidad al ruido y a las interferencias electromagnéticas.

En lugares donde es difícil el ingreso y no es posible realizar tendido de cables, se hace necesario el uso de medios no guiados para establecer la comunicación, enlaces radioeléctricos y comunicaciones satelitales permiten enviar y recibir datos a largas y de esta tener un despliegue rápido y confiable para la atención de los servicios portadores.

3.4 Requerimientos de Diseño

La empresa Invetrónica Cia. Ltda., debido a la necesidad de centralizar la administración de su negocio a nivel nacional para mantener un control sobre los recursos que forman parte de la operación, requiere una solución portadora de datos de calidad y gran capacidad, que le permita compartir la información de 14 localidades al centro de distribución principal ubicado en la ciudad de Quito.

La información que será transportada por la red WAN es de tres tipos: voz para realizar llamadas internas entre sucursales y salientes hacia la red de telefonía, video para establecer reuniones periódicas con el personal y aplicativos internos de la empresa para el control de personal, inventarios y facturación.

Toda la información debe estar disponible las 24 horas de cada día, por lo que los servicios portadores deben mantenerse activos manteniendo una disponibilidad del servicio de al menos 99,9% con las siguientes características:

- Canales Dedicados
- Canales Simétricos

- Proporción de 1:1
- Sin compartición de enlaces en ninguno de los tramos

Utilizando la ecuación Ec 1.1, para una disponibilidad de 99,9%, se ha determinado el tiempo máximo que los servicios portadores pueden estar sin servicio por cada mes:

Tabla 3. Tiempo de indisponibilidad del servicio portador de datos.

Mes x días	TI (horas)	TI (minutos)
28	0,672	40,32
29	0,696	41,76
30	0,72	43,20
31	0,744	44,64

3.5 Diseñodel servicio portador con disponibilidad del 99.9%

Para que los concesionarios de servicios portadores puedan ofrecer a los usuarios finales un nivel de disponibilidad del 99.9%, tanto la red de transporte como la red de acceso deben proporcionar esta disponibilidad de manera separada.

La red de trasporte de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP maneja un Backbone IP MPLS a nivel Nacional, la capa de core y distribución manejan equipos a alta velocidad e interfaces de gran ancho de banda alcanzando el orden de los Gbps. Estos equipos utilizan la conmutación por intercambio de etiquetas para transmitir la información y cada paquete transmitido puede tomar diferentes rutas para llegar a su destino ya que en diseño de la red tipo malla permite una conexión entre equipos capaz de mantener disponibilidad del servicio al 100%.

Para la red de acceso, el instalar una sola última milla para proveer el servicio portador presenta varios puntos de falla (nodo del proveedor, ruta del medio de transmisión y equipo terminal del usuario final), los mismos que no se podrían solventar en el tiempo máximo que se tiene calculado por indisponibilidad del servicio; por esta razón es necesario que se implemente una última milla redundante que cubra la operación de estos parámetros y tenga rápida reacción ante la posible caída del servicio principal.

El diagrama de conexión se aprecia en la Figura 18:

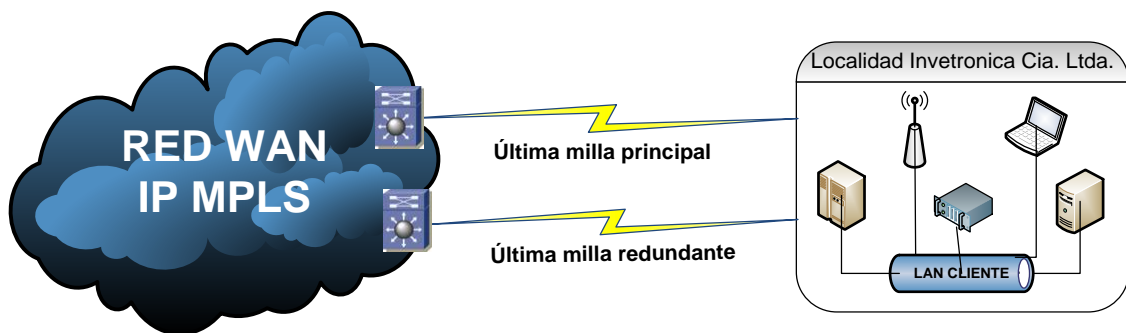


Figura 18. Diseño de la red de acceso

Fuente: La autora

3.6 Ancho de banda

De acuerdo a las estadísticas que se obtuvo de cada sucursal en lo referente al tráfico interno, se ha determinado que los canales deberán tener como mínimo 1 Mbps de ancho de banda para operar los servicios planificados.

Para la agencia que va a concentrar y administrar la información en la ciudad de Quito, el ancho de banda será la suma de lo que se contrate para cada sucursal.

Tabla 4. Ancho de banda de casa sucursal.

Cantón	Ancho de Banda (Mbps)
Quito	14
Cuenca	1
Tulcán	1
Latacunga	1
Machala	1
Esmeraldas	1
Guayaquil	1
Loja	1
Babahoyo	1
Puyo	1
Salinas	1
Ibarra	1
Santo Domingo	1
Ambato	1
Zamora	1

3.7 Clases de última milla

Para el enlace principal se instalará fibra óptica en la última milla hasta las instalaciones del cliente, la Corporación Nacional de Telecomunicaciones cuenta con todos los permisos para la instalación en lugares externos y ductería a nivel nacional.

Para los enlaces redundantes, se podrá utilizar las siguientes alternativas de instalación de última milla:

- Fibra óptica por una ruta diferente al principal que se conecte a otro nodo de distribución de la red de CNT EP.
- Enlace de radio hacia otro nodo de distribución de CNT EP.

3.7.1 Fibra Óptica

La fibra óptica que se instalará para las últimas millas cumple con las siguientes características técnicas para la correcta operación:

Tabla 5. Especificaciones de la fibra óptica

DESCRIPCIÓN	
Tipo:	Aérea o Canalizada
Regulaciones para canalizado y aéreo:	Cumplir norma ITU-T G652D
Regulaciones para el cable drop	Cumplir norma ITU-T G657A
Espesor de chaqueta:	Mínimo 1.4 mm
Tipo de material de chaqueta:	Polietileno puro de alta densidad
Número de hilos:	Al menos 2 hilos de fibra óptica
Código de colores:	EIA/TIA 598
Tiempo de vida útil:	20 años

3.7.2 Enlaces de Radio

Debido a que la implementación de enlaces de radio en banda licenciada requiere concesión de frecuencias ante la Agencia de Control y Regulación de Telecomunicaciones, se utilizará bandas no licenciadas para la instalación de las últimas millas por este medio.

Los equipos de radio que se instalen para las últimas millas deben cumplir las siguientes características técnicas de operación:

Tabla 6. Especificaciones de equipos de radio

DESCRIPCIÓN	
Regulaciones:	Mínimo ETSI, FCC
Homologación:	Ante el Arcotel
Bandas de Frecuencia:	5.15 ~ 5.35 GHz // 5.47 ~ 5.825 GHz
Ancho De Banda De Canal:	20 Mhz, con opción de configurar en rangos
Alcance :	Máximo 10 Km
Throughput:	Mínimo 10 Mbps full duplex
Potencia de transmisión:	Máximo 30 dBm configurable por software
Tipo de Transmisión:	MIMO o SISO
Modulación:	BPSK; QPSK; 16QAM; 64 QAM; OFDM
Antena:	Integrada o Externa mínimo 15 dBi
QoS:	Prioridad de QoS para voz y video
Condiciones Ambientales:	Mínimo soporte IP67
Nivel de sensibilidad:	Mínimo -75 dBm
Puerto Ethernet:	Mínimo 1 PUERTO 10/100 Base T
Conector:	RJ45

3.8 Protocolo de conmutación

Al momento de interconectar las últimas millas a la red del proveedor, es necesario que a nivel de capa 3 manejen un protocolo de enrutamiento dinámico que identifique un canal como principal y que se mantenga alerta ante una posible caída, que en caso de suscitarse, entregue el control del circuito al canal redundante mientras se solventan los problemas del canal principal.

El protocolo a implementarse será OSPF (Open Shortest Path First) ya que presenta muchos beneficios en la administración, escalabilidad y flexibilidad del tráfico, es un protocolo estándar de configuración y puede manejar equipos de diferentes marcas debido a esa característica.

El tipo de operación entre canales principal y redundante, será en modo activo-pasivo, cubriendo de esta manera la disponibilidad en la última milla.

3.9 Direccionamiento WAN

Para conectar las millas a la red de distribución y levantar el protocolo de enrutamiento es necesario asignar el direccionamiento a cada sucursal; al tratarse de una red privada se pueden asignar IPs del segmento privado verificando que no tengan relación con el direccionamiento LAN que maneja el cliente.

La conexión entre el equipo de distribución PE y el equipo del cliente CPE es directa por lo que se requieren solamente dos direcciones IP por cada canal; por esta razón se ha asignado una red máscara 30 para cada localidad tanto para el canal principal como para el redundante tomando en cuenta que no se dupliquen.

Tabla 7. Asignación del direccionamiento WAN

Localidad	Canal Principal	Canal Redundante
Quito	10.70.0.0/30	10.70.1.0/30
Cuenca	10.70.0.4/30	10.70.1.4/30
Tulcán	10.70.0.8/30	10.70.1.8/30
Latacunga	10.70.0.12/30	10.70.1.12/30
Machala	10.70.0.16/30	10.70.1.16/30
Esmeraldas	10.70.0.20/30	10.70.1.20/30
Guayaquil	10.70.0.24/30	10.70.1.24/30
Loja	10.70.0.28/30	10.70.1.28/30
Babahoyo	10.70.0.32/30	10.70.1.32/30
Puyo	10.70.0.36/30	10.70.1.36/30
Salinas	10.70.0.40/30	10.70.1.40/30
Ibarra	10.70.0.44/30	10.70.1.44/30
Santo Domingo	10.70.0.48/30	10.70.1.48/30
Ambato	10.70.0.52/30	10.70.1.52/30
Zamora	10.70.0.56/30	10.70.1.56/30

3.10 Equipos terminales CPE

En cada localidad se instalará un equipo terminal por cada canal (principal y redundante); por lo que los dos equipos deben trabajar como si fuesen uno hacia la red LAN del usuario final, esta funcionalidad se obtiene implementando el protocolo HSRP y entregando al cliente un solo Gateway de la LAN interna.

Los equipos que se instalarán en cada sucursal de Invetrónica Cia. Ltda. Son de marca reconocida en el mercado y soportan la capacidad que inicialmente el cliente requiere, con una apertura a incremento del ancho de banda hasta un 300% la capacidad actual.

Para la instalación a usuarios finales, la Corporación Nacional de Telecomunicaciones provee de equipos Cisco serie 800, cuyas características técnicas se detallan en el Anexo 1.

3.11 Diseño de los canales principal y redundante

A continuación se detallan los tipos de UM que se han diseñado para cada localidad, y las especificaciones técnicas para la implementación:

3.11.1 Localidad Concentradora Quito

Tabla 8. Diseño última milla principal Quito

Av. Vicente Ramón Roca y General Leonidas Plaza Gutiérrez	
Tipo de UM:	Fibra óptica
Nodo de distribución cercano:	Nodo CNT Mariscal
Nomenclatura:	UIOMSCE01
Ubicación:	0° 12' 17.28'' S 78° 24' 34.8'' W
Distancia:	0.35 Km.
Tipo de tendido	Canalizado
Fibra óptica	Monomodo

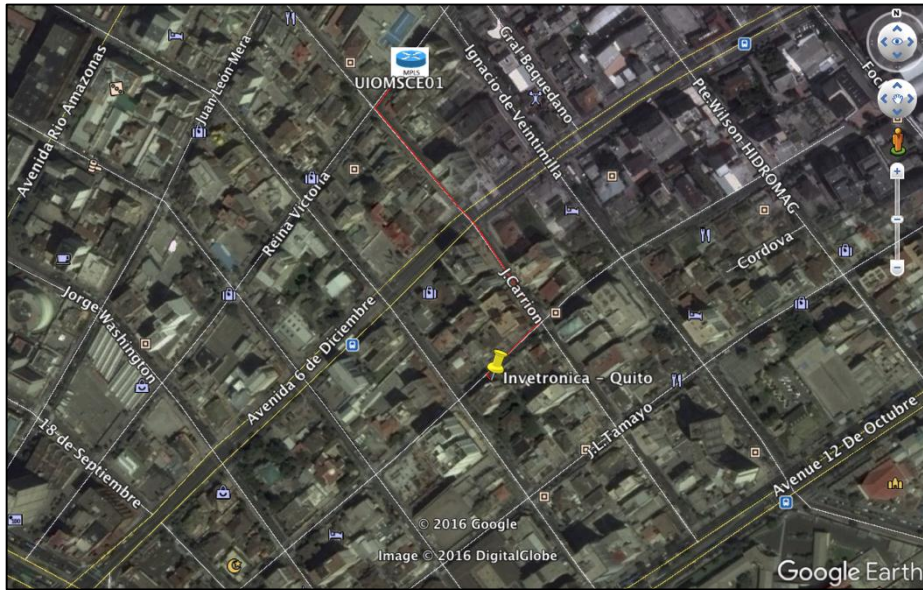


Figura 19. Tendido de fibra principal localidad Quito

Fuente: La autora

Tabla 9. Diseño última milla redundante Quito

Av. Vicente Ramón Roca y General Leónidas Plaza Gutiérrez	
Tipo de UM:	Fibra óptica
Nodo de distribución cercano:	Nodo CNT Espejo
Nomenclatura:	UIOEEPE01
Ubicación:	0° 12' 29.0'' S 78° 30' 9.0'' W
Distancia:	1.46 Km.
Tipo de tendido:	Aéreo
Fibra óptica:	Monomodo

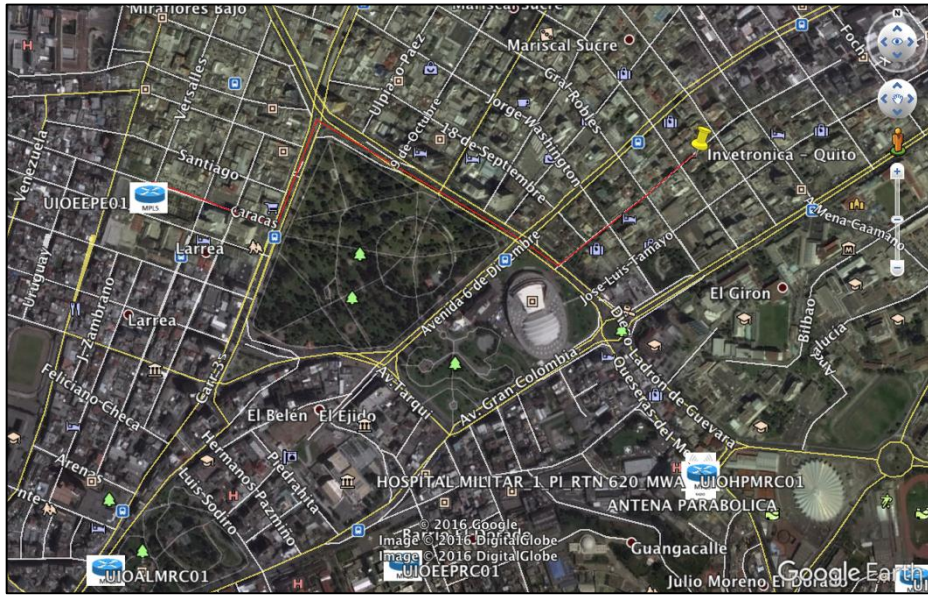


Figura 20. Tendido de fibra redundante localidad Quito

Fuente: La autora

3.11.2 Localidad Cuenca

Tabla 10. Diseño última milla principal Cuenca

José Peralta y Merchán, CC Plaza Milenium.

Tipo de UM:	Fibra óptica
Nodo de distribución cercano:	Nodo CNT Estadio
Nomenclatura	CCAESTE01
Ubicación:	2° 54' 19.2'' S 79° 00' 46.7'' W
Distancia:	1.6 Km.
Tipo de tendido	Canalizado
Fibra óptica	Monomodo

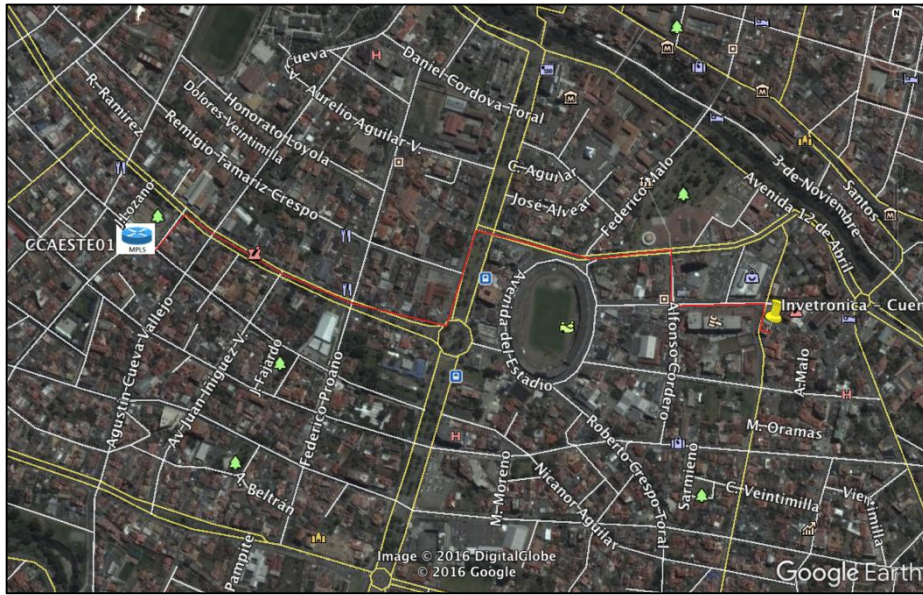


Figura 21. Tendido de fibra principal localidad Cuenca

Fuente: La autora

Tabla 11. Diseño última milla redundante Cuenca

José Peralta y Merchán, CC Plaza Milenium.

Tipo de UM:	Radio Enlace
Nodo de distribución cercano:	Cerro Hito Cruz
Ubicación:	2° 55' 51.0" S 78° 59' 51.0" W
Tipo de servicio:	Inalámbrico
Banca de Frecuencia:	5.8 GHz



Figura 22. Características técnicas del radioenlace Cuenca

Fuente: La autora

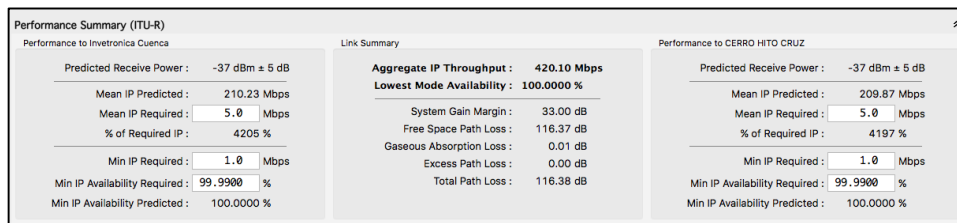


Figura 23. Disponibilidad del radioenlace Cuenca

Fuente: La autora

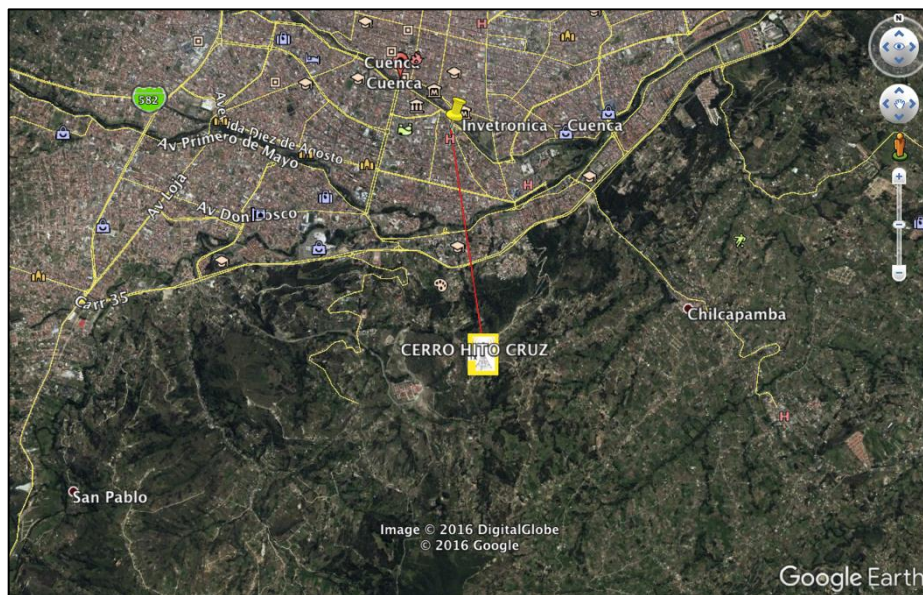


Figura 24. Alineación del radioenlace Cuenca

Fuente: La autora

3.11.3 Localidad Tulcán

Tabla 12. Diseño última milla principal Tulcán

Bolívar y Panamá esquina.	
Tipo de UM:	Fibra óptica
Nodo de distribución cercano:	Nodo CNT Cuenca
Nomenclatura	TLCCNTE01
Ubicación:	0° 48' 37.0'' N 77° 42' 56.0'' W
Distancia:	0.85 Km.
Tipo de tendido	Aéreo
Fibra óptica	Monomodo

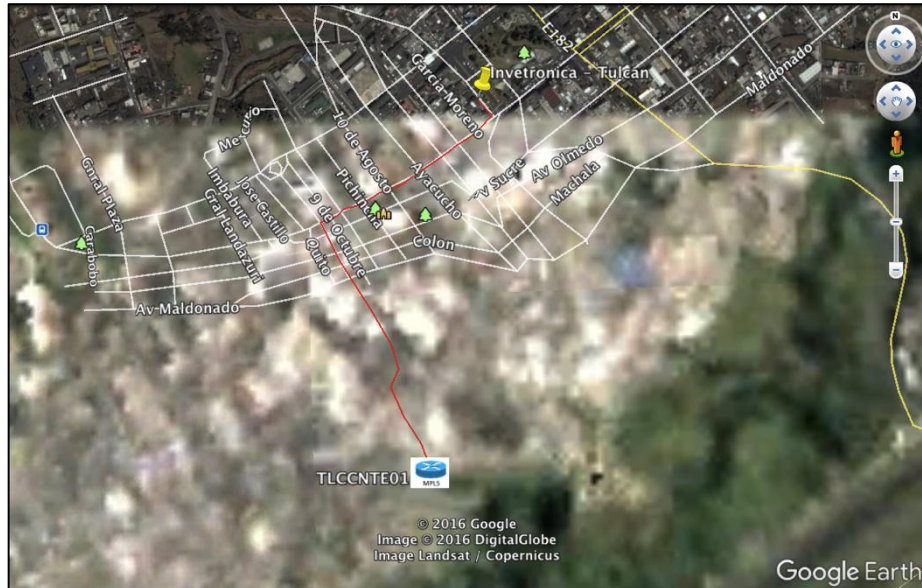


Figura 25. Tendido de fibra principal localidad Tulcán

Fuente: La autora

Tabla 13. Diseño última milla redundante Tulcán

Bolívar y Panamá esquina.	
Tipo de UM:	Radio Enlace
Nodo de distribución cercano:	Nodo CNT Tanques de Agua
Ubicación:	0° 48' 27.45'' N 77° 43' 21.19'' W
Tipo de servicio:	Inalámbrico
Banca de Frecuencia:	5.8 GHz

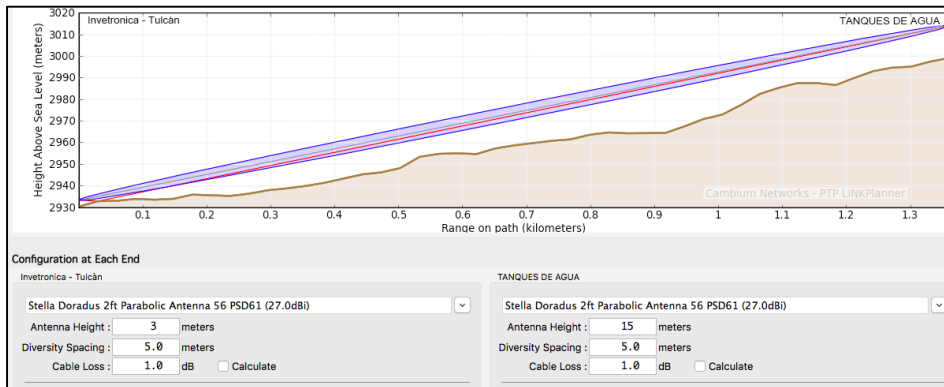


Figura 26. Características técnicas del radioenlace Tulcán

Fuente: La autora

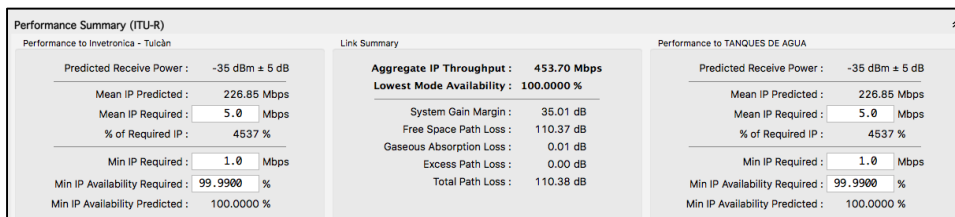


Figura 27. Disponibilidad del radioenlace Tulcán

Fuente: La autora

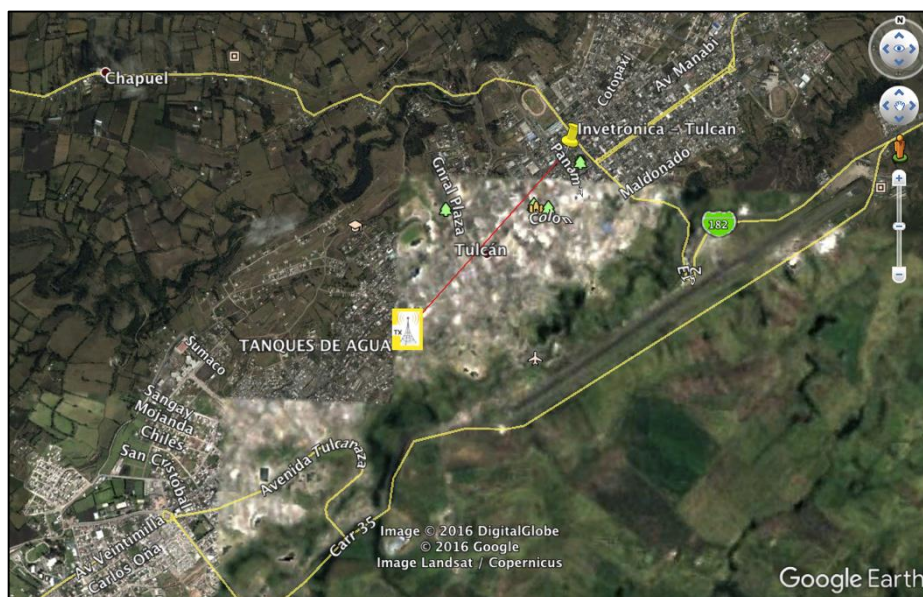


Figura 28. Alineación del radioenlace Tulcán

Fuente: La autora

3.11.4 Localidad Latacunga

Tabla 14. Diseño última milla principal Latacunga

Av. Amazonas y Padre Salcedo.	
Tipo de UM:	Fibra óptica
Nodo de distribución cercano:	Nodo CNT Latacunga
Nomenclatura	LTCNTE01
Ubicación:	0° 56' 4.0'' S 78° 36' 58.0'' W
Distancia:	0.15 Km.
Tipo de tendido	Aéreo
Fibra óptica	Monomodo

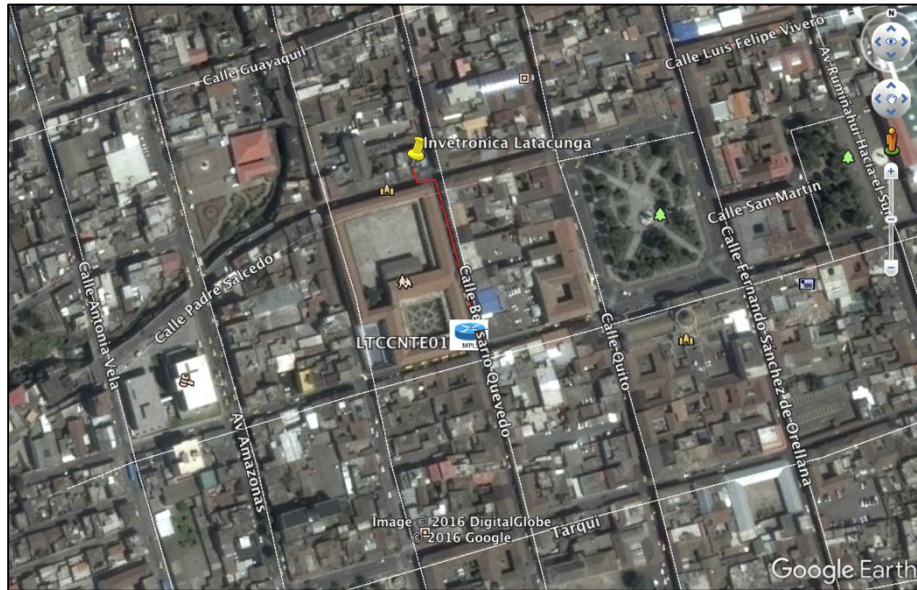


Figura 29. Tendido de fibra principal localidad Latacunga

Fuente: La autora

Tabla 15. Diseño última milla redundante Latacunga

Av. Amazonas y Padre Salcedo.	
Tipo de UM:	Radio Enlace
Nodo de distribución cercano:	Cerro Guango
Ubicación:	0° 53' 44.10'' N
	78° 30' 4.20'' W
Tipo de servicio:	Inalámbrico
Banca de Frecuencia:	5.8 GHz

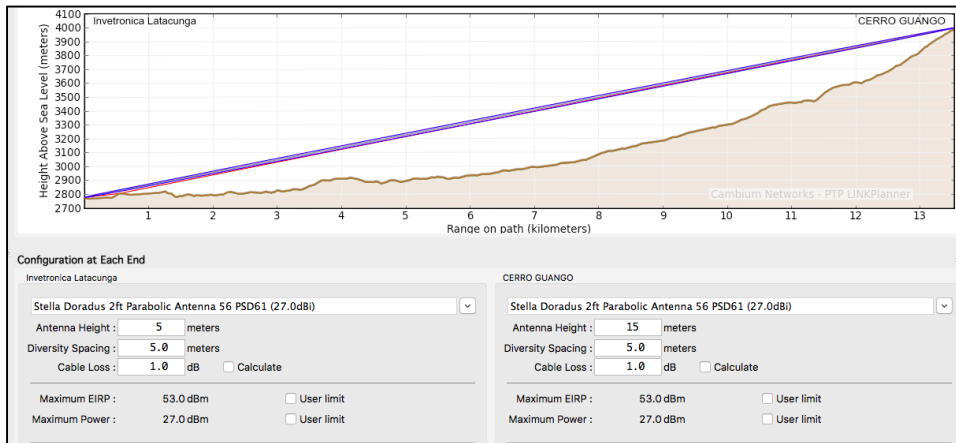


Figura 30. Características técnicas del radioenlace Latacunga

Fuente: La autora

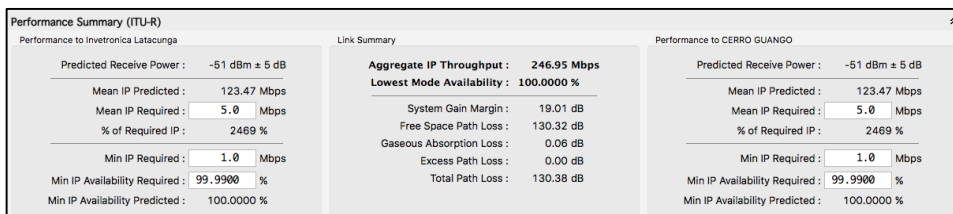


Figura 31. Disponibilidad del radioenlace Latacunga

Fuente: La autora

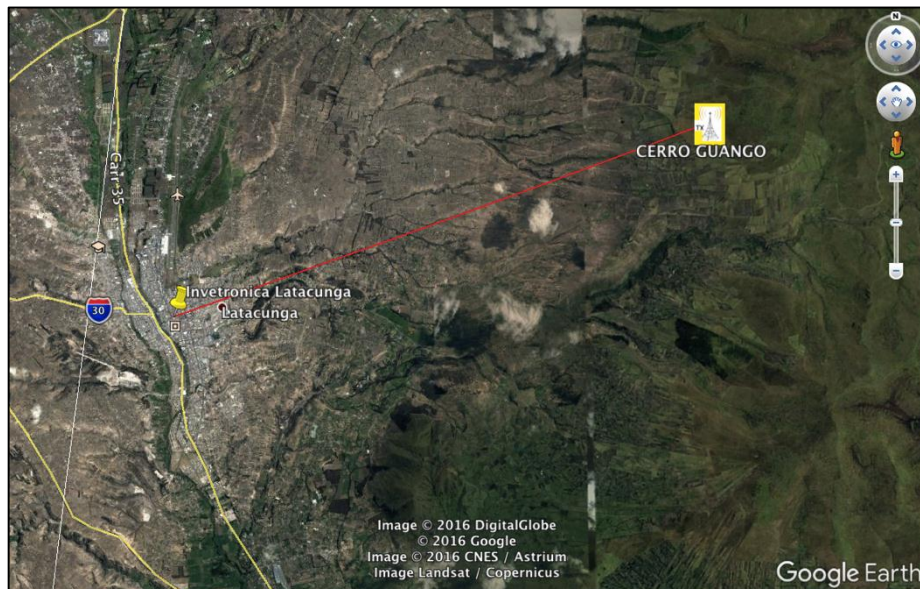


Figura 32. Alineación del radioenlace Latacunga

Fuente: La autora

3.11.5 Localidad Machala

Tabla 16. Diseño última milla principal Machala

25 de Junio y 9 de Mayo.	
Tipo de UM:	Fibra óptica
Nodo de distribución cercano:	Nodo CNT Machala
Nomenclatura	MCHCNTE01
Ubicación:	3° 15' 8.0'' S 79° 57' 35.0'' W
Distancia:	1 Km.
Tipo de tendido	Aéreo
Fibra óptica	Monomodo

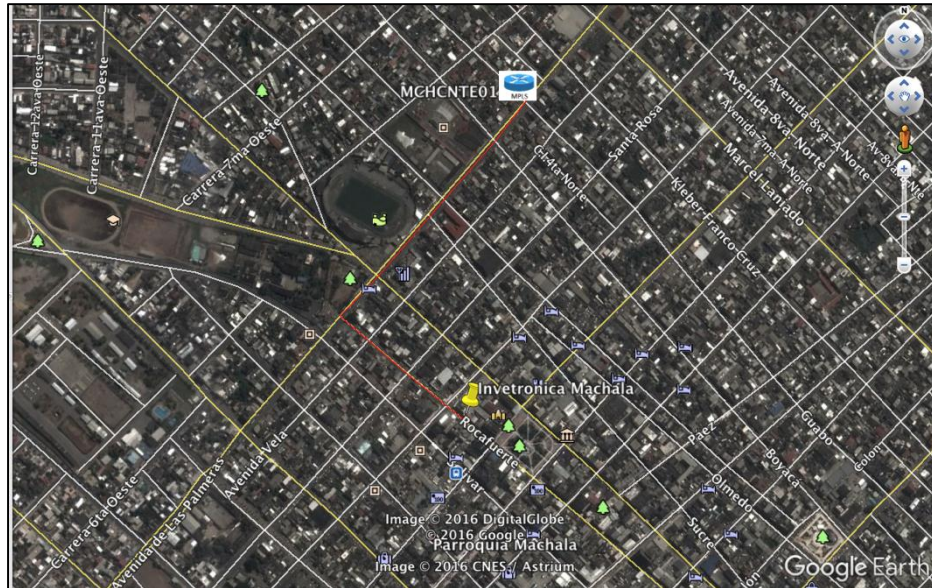


Figura 33. Tendido de fibra principal localidad Machala

Fuente: La autora

Tabla 17. Diseño última milla redundante Machala

25 de Junio y 9 de Mayo.	
Tipo de UM:	Fibra óptica
Nodo de distribución cercano:	Nodo CNT Unioro
Nomenclatura	MCHUNRE01
Ubicación:	3° 15' 37.46'' S 79° 56' 41.8'' W
Distancia:	2.32 Km.
Tipo de tendido	Aéreo
Fibra óptica	Monomodo

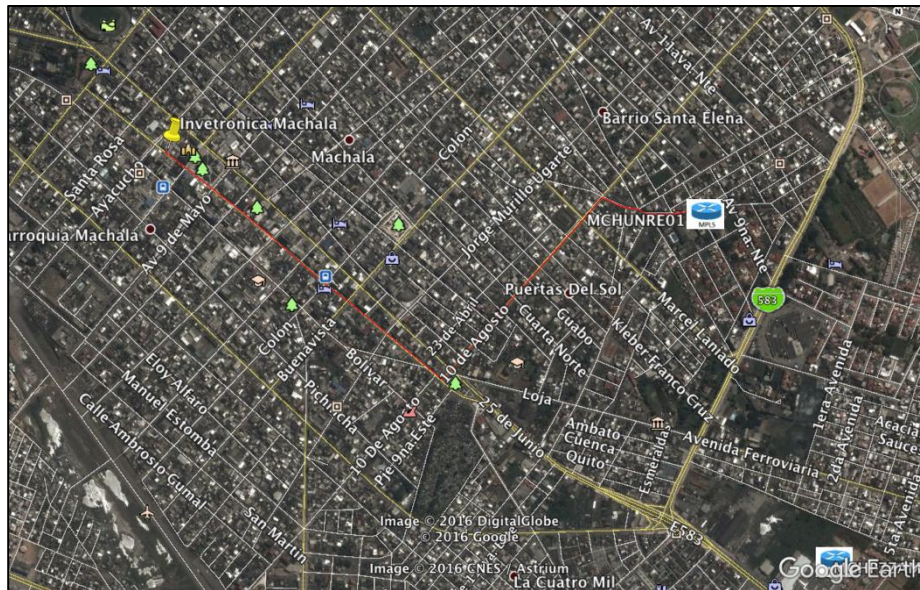


Figura 34. Tendido de fibra redundante localidad Machala

Fuente: La autora

3.11.6 Localidad Esmeraldas

Tabla 18. Diseño última milla principal Esmeraldas

Calle Mejía y Colón.	
Tipo de UM:	Fibra óptica
Nodo de distribución cercano:	Nodo CNT Esmeraldas
Nomenclatura	ESMESME04
Ubicación:	0° 57' 18.0'' N 79° 39' 8.0'' W
Distancia:	0.97 Km.
Tipo de tendido	Aéreo
Fibra óptica	Monomodo

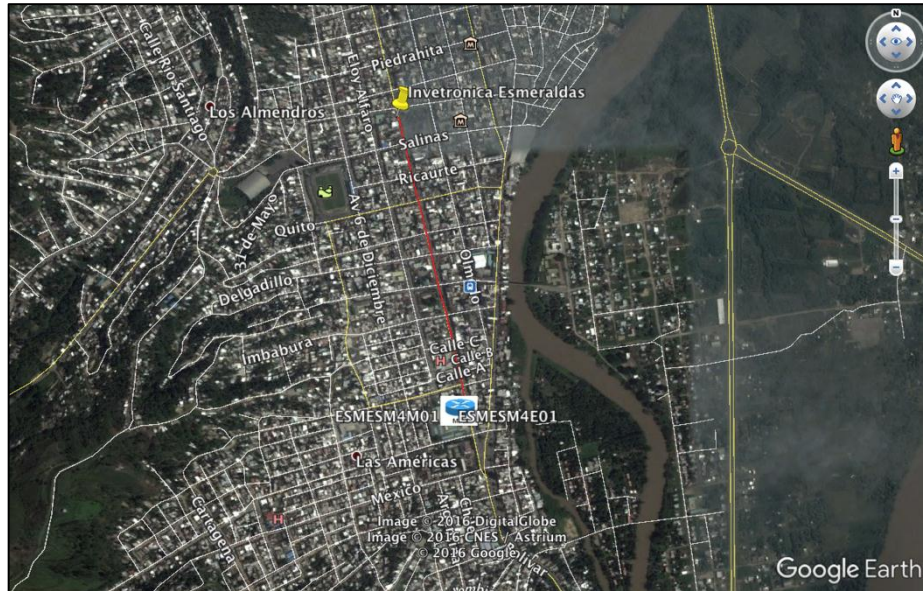


Figura 35. Tendido de fibra principal localidad Esmeraldas

Fuente: La autora

Tabla 19. Diseño última milla principal Esmeraldas

Calle Mejía y Colón.	
Tipo de UM:	Fibra óptica
Nodo de distribución cercano:	Nodo CNT Esmeraldas Las Palmas
Nomenclatura	ESMPALE04
Ubicación:	0° 58' 29.0'' N 79° 39' 13.0'' W
Distancia:	1.56 Km.
Tipo de tendido	Aéreo
Fibra óptica	Monomodo

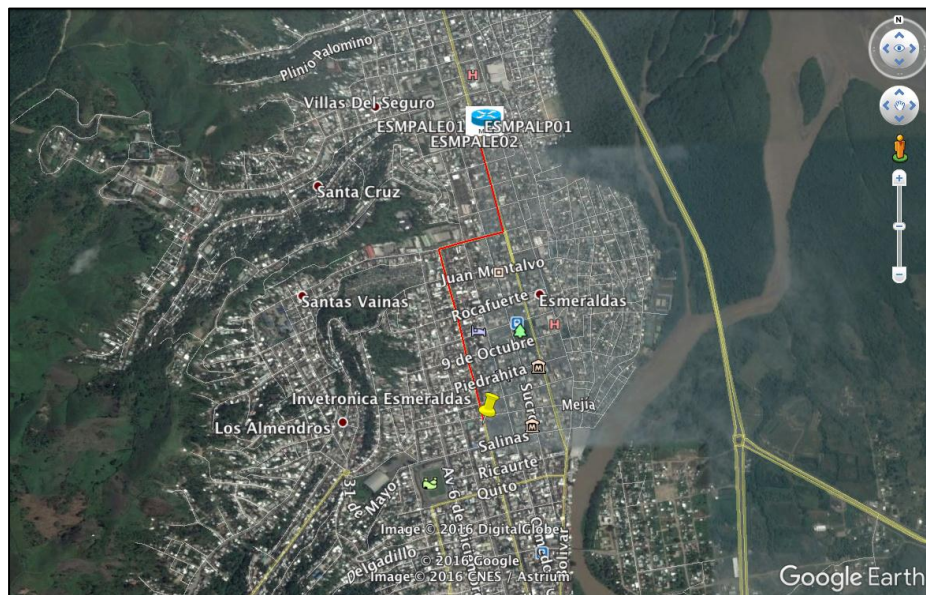


Figura 36. Tendido de fibra redundante localidad Esmeraldas

Fuente: La autora

3.11.7 Localidad Guayaquil

Tabla 20. Diseño última milla principal Guayaquil

Av. 9 de Octubre entre Chimborazo y Gregorio Escobedo	
Tipo de UM:	Fibra óptica
Nodo de distribución cercano:	Nodo CNT Guayaquil Centro
Nomenclatura	GYECNTE01
Ubicación:	2° 11' 38.44" S 79° 52' 56.6" W
Distancia:	0.41 Km.
Tipo de tendido	Canalizado
Fibra óptica	Monomodo

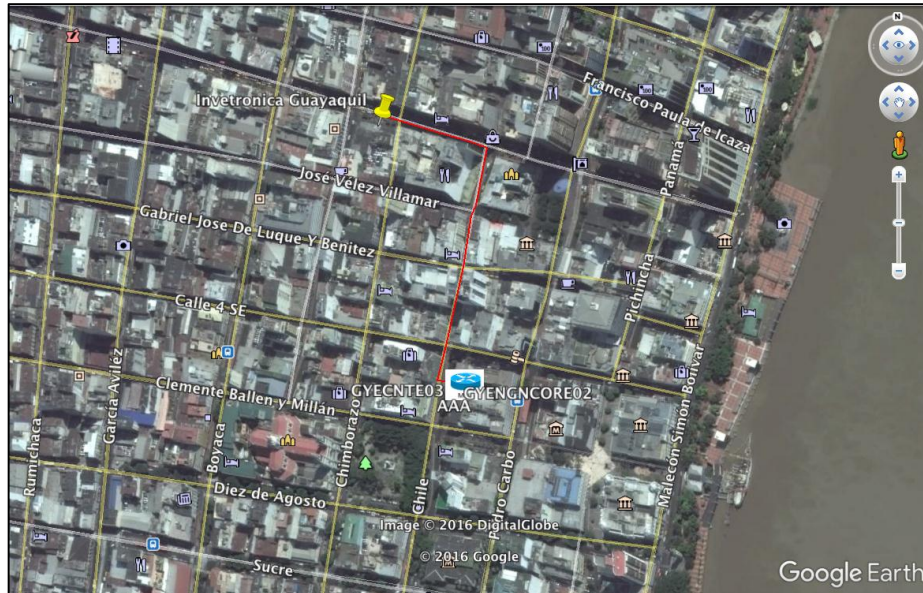


Figura 37. Tendido de fibra principal localidad Guayaquil

Fuente: La autora

Tabla 21. Diseño última milla redundante Guayaquil

Av. 9 de Octubre entre Chimborazo y Gregorio Escobedo	
Tipo de UM:	Fibra óptica
Nodo de distribución cercano:	Nodo CNT Boyacá
Nomenclatura	GYEBOYCE01
Ubicación:	2° 11' 38.44" S 79° 52' 56.6" W
Distancia:	0.41 Km.
Tipo de tendido	Canalizado
Fibra óptica	Monomodo

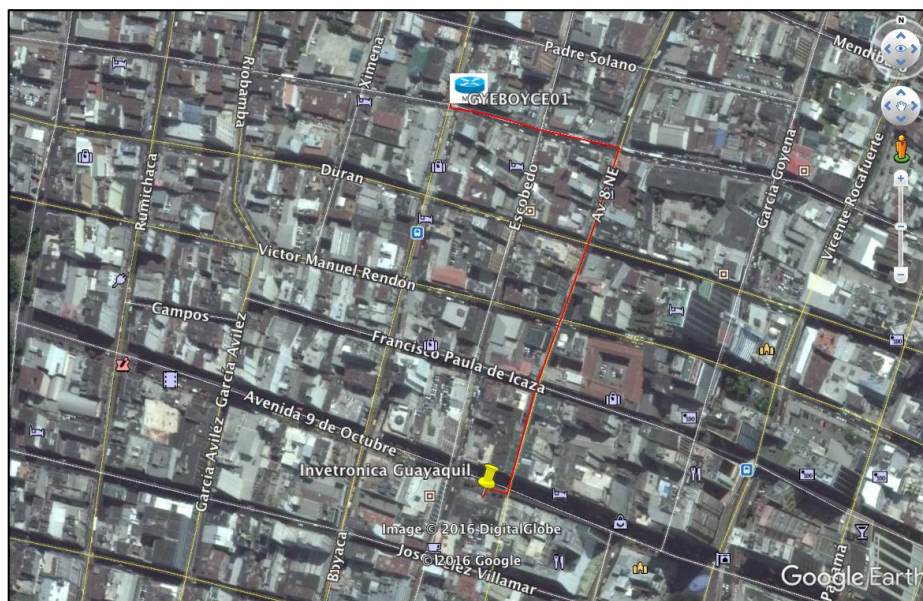


Figura 38. Tendido de fibra redundante localidad Guayaquil

Fuente: La autora

3.11.8 Localidad Loja

Tabla 22. Diseño última milla principal Loja

José Antonio Eguiguren y Simón Bolívar.	
Tipo de UM:	Fibra óptica
Nodo de distribución cercano:	Nodo CNT Loja
Nomenclatura	LOJCNTE01
Ubicación:	3° 59' 47.0'' S 79° 12' 3.0'' W
Distancia:	0.2 Km.
Tipo de tendido	Canalizado
Fibra óptica	Monomodo

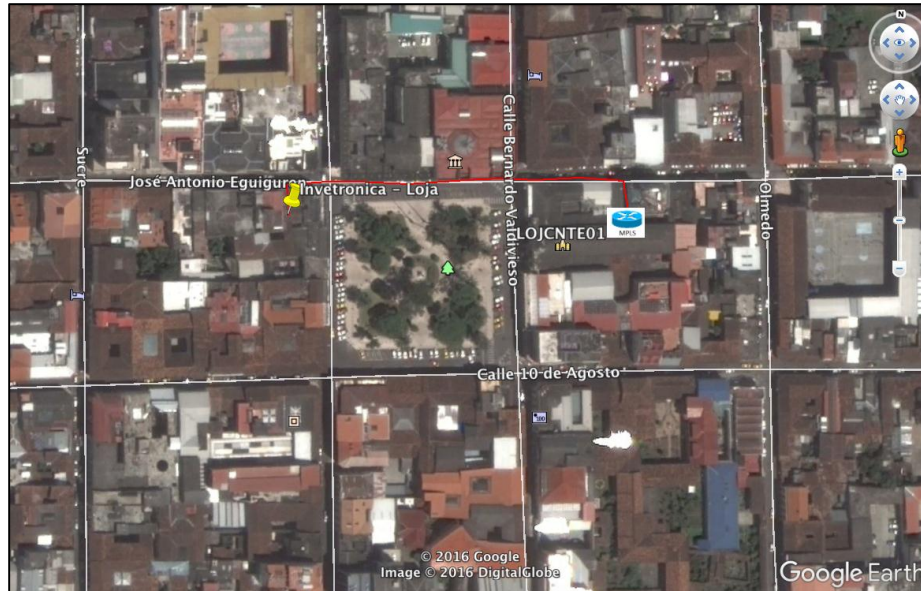


Figura 39. Tendido de fibra principal localidad Loja

Fuente: La autora

Tabla 23. Diseño última milla redundante Loja

José Antonio Eguiguren y Simón Bolívar.

Tipo de UM:	Radio Enlace
Nodo de distribución cercano:	Nodo CNT Loja Sur
Ubicación:	4° 0' 25.40" S 79° 12' 8.00" W
Tipo de servicio:	Inalámbrico
Banca de Frecuencia:	5.8 GHz

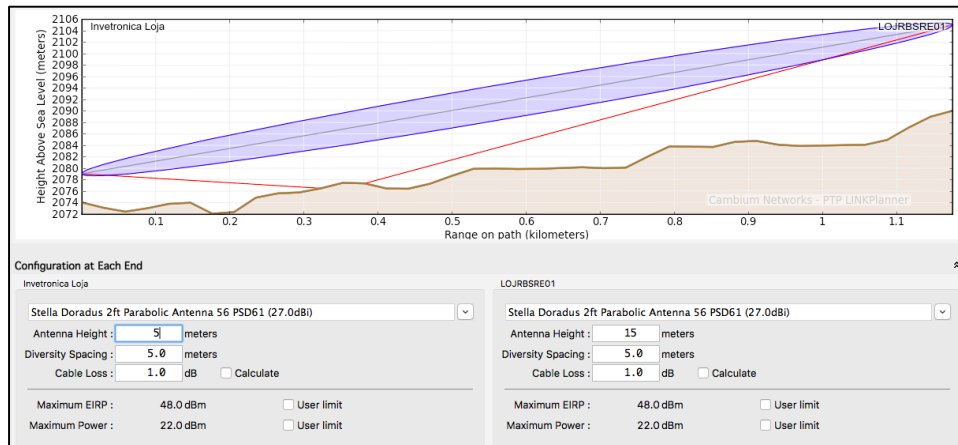


Figura 40. Características técnicas del radioenlace Loja

Fuente: La autora

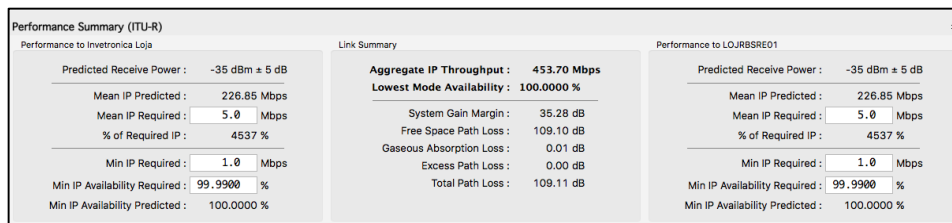


Figura 41. Disponibilidad del radioenlace Loja

Fuente: La autora

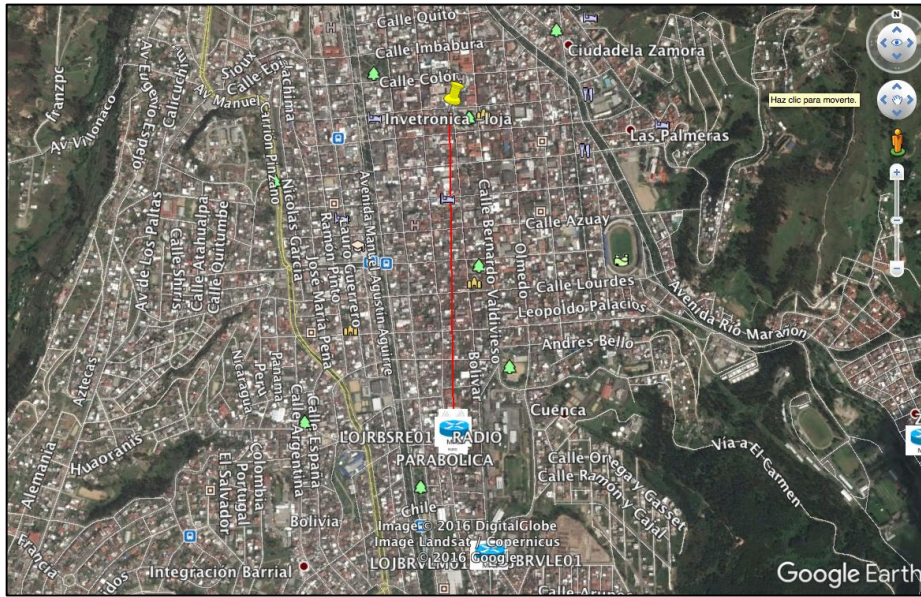


Figura 42. Alineación del radioenlace Loja

Fuente: La autora

3.11.9 Localidad Babahoyo

Tabla 24. Diseño última milla principal Babahoyo

5 de Junio y Sucre esquina.	
Tipo de UM:	Fibra óptica
Nodo de distribución cercano:	Nodo CNT Babahoyo
Nomenclatura	BBHCNTE01
Ubicación:	1° 48' 6.92" S 79° 31' 58.19" W
Distancia:	0.43 Km.
Tipo de tendido	Canalizado
Fibra óptica	Monomodo

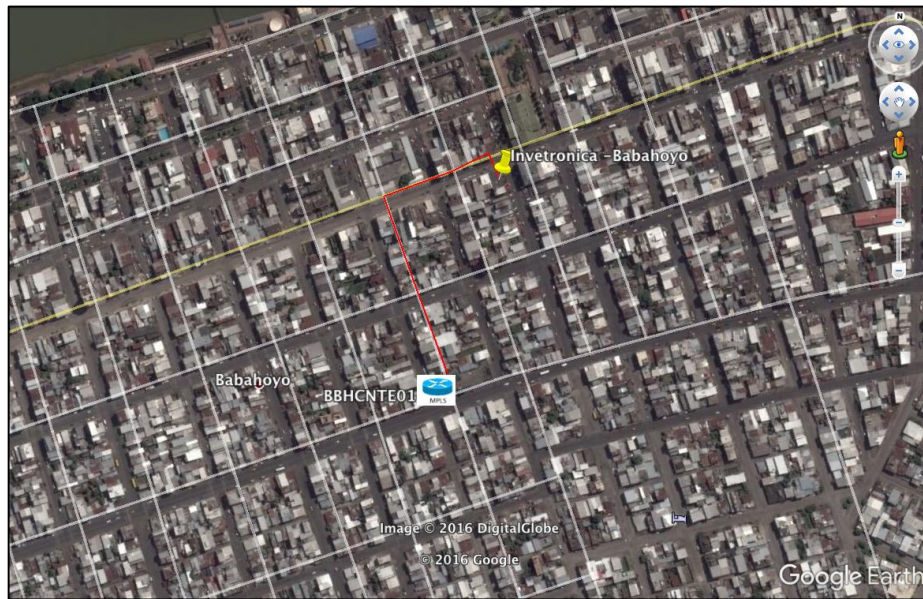


Figura 43. Tendido de fibra principal localidad Babahoyo

Fuente: La autora

Figura 25. Características técnicas del radioenlace Babahoyo

5 de Junio y Sucre esquina.

Tipo de UM:	Radio Enlace
Nodo de distribución cercano:	Nodo CNT Pimococha
Ubicación:	1° 49' 48.00" S 79° 36' 25.00" W
Tipo de servicio:	Inalámbrico
Banca de Frecuencia:	5.8 GHz

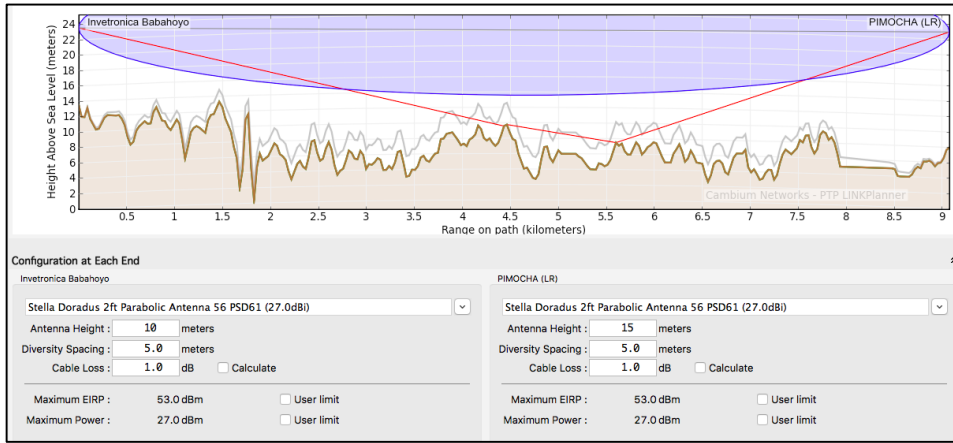


Figura 44. Características técnicas del radioenlace Babahoyo

Fuente: La autora

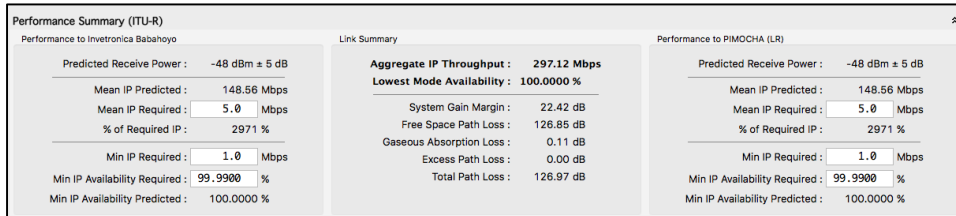


Figura 45. Disponibilidad del radioenlace Babahoyo

Fuente: La autora

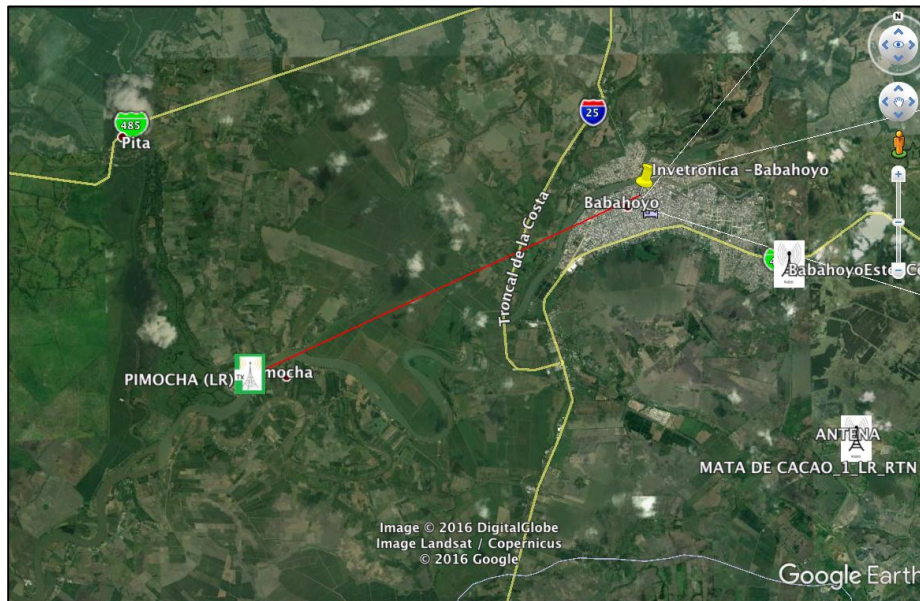


Figura 46. Alineación del radioenlace Babahoyo

Fuente: La autora

3.11.10 Localidad Puyo

Tabla 26. Diseño última milla principal Puyo

Bolívar Feicán y Consuelo Benavides	
Tipo de UM:	Fibra óptica
Nodo de distribución cercano:	Nodo CNT El Camal
Nomenclatura	PUYECMM01
Ubicación:	1° 29' 46.0'' S 78° 00' 43.00'' W
Distancia:	1.20 Km.
Tipo de tendido	Aéreo
Fibra óptica	Monomodo

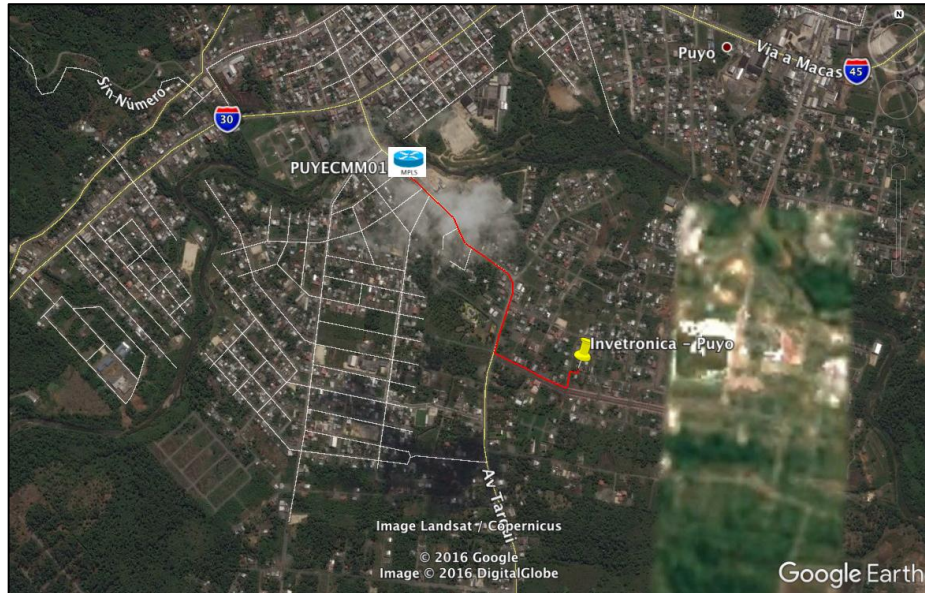


Figura 47. Tendido de fibra principal localidad Puyo

Fuente: La autora

Tabla 27. Diseño última milla redundante Puyo

Bolívar Feicán y Consuelo Benavides	
Tipo de UM:	Radio Enlace
Nodo de distribución cercano:	Cerro Calvario
Ubicación:	1° 31' 15.00" S 77° 54' 30.00" W
Tipo de servicio:	Inalámbrico
Banca de Frecuencia:	5.8 GHz

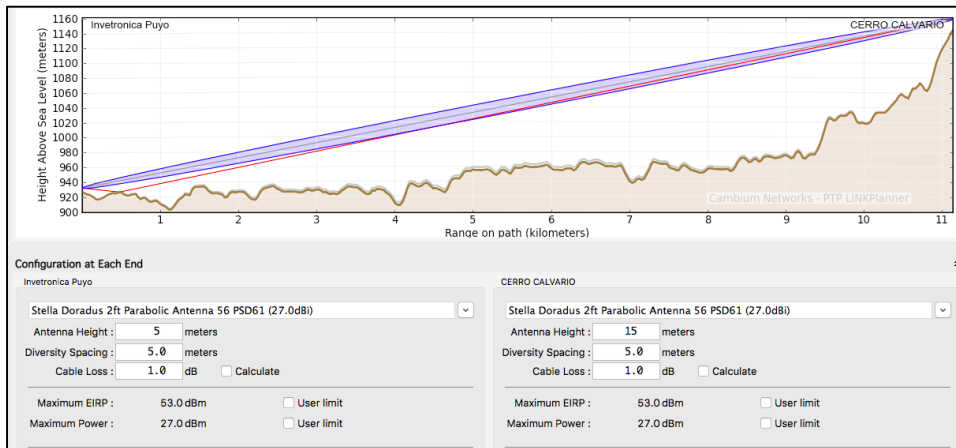


Figura 48. Características técnicas del radioenlace Puyo

Fuente: La autora

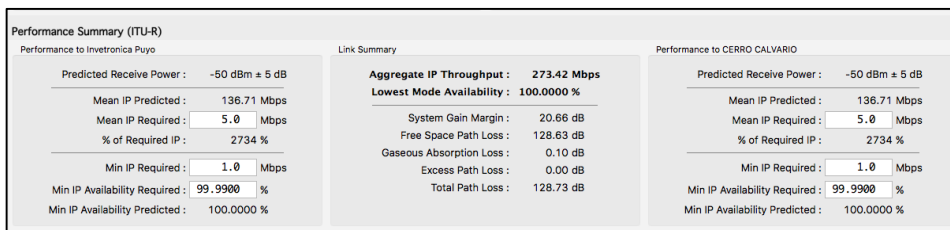


Figura 49. Disponibilidad del radioenlace Puyo

Fuente: La autora

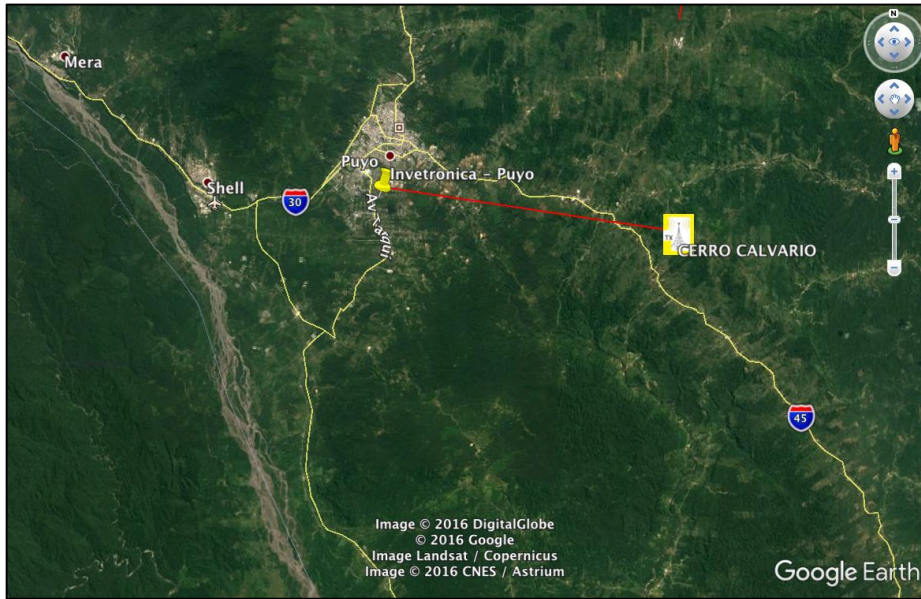


Figura 50. Alineación del radioenlace Puyo

Fuente: La autora

3.11.11 Localidad Salinas

Tabla 28. Diseño última milla principal Salinas

Guayaquil y Av. 5	
Tipo de UM:	Fibra óptica
Nodo de distribución cercano:	Nodo CNT La Libertad
Nomenclatura	LBTCNTE01
Ubicación:	2° 13' 12.84'' S 80° 54' 26.86'' W
Distancia:	0.85 Km.
Tipo de tendido	Aéreo
Fibra óptica	Monomodo

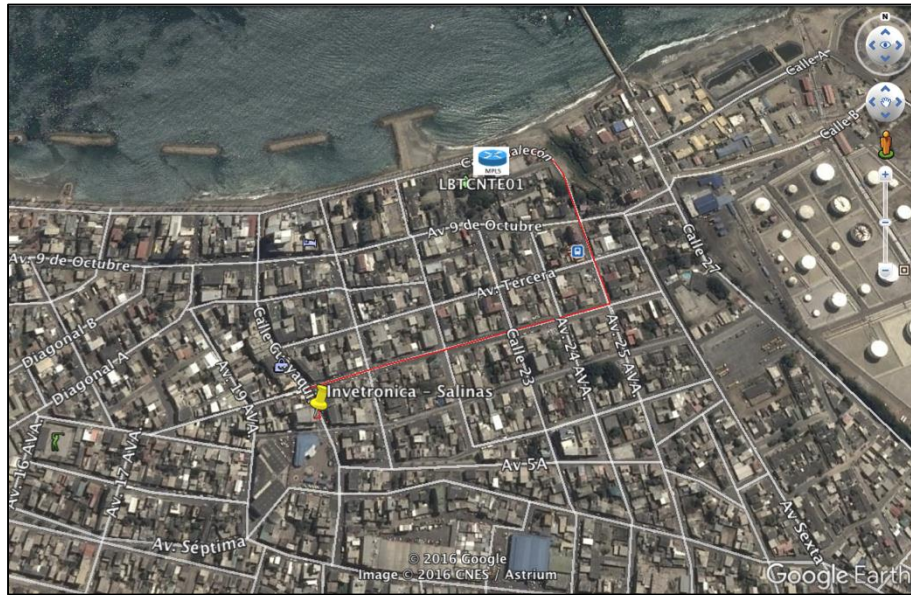


Figura 51. Tendido de fibra principal localidad Salinas

Fuente: La autora

Tabla 29. Diseño última milla redundante Salinas

Guayaquil y Av. 5	
Tipo de UM:	Radio Enlace
Nodo de distribución cercano:	Nodo CNT Salinas
Ubicación:	2° 13' 37.50'' S 80° 56' 6.20'' W
Tipo de servicio:	Inalámbrico
Banca de Frecuencia:	5.8 GHz

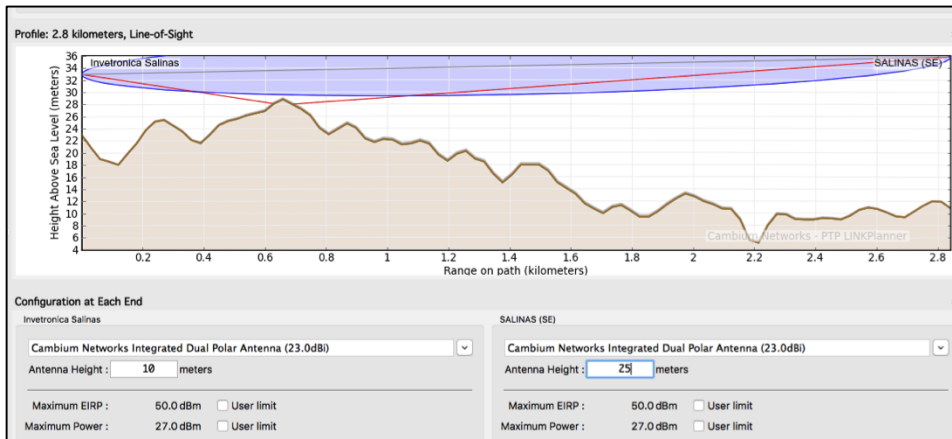


Figura 52. Características técnicas del radioenlace Salinas

Fuente: La autora

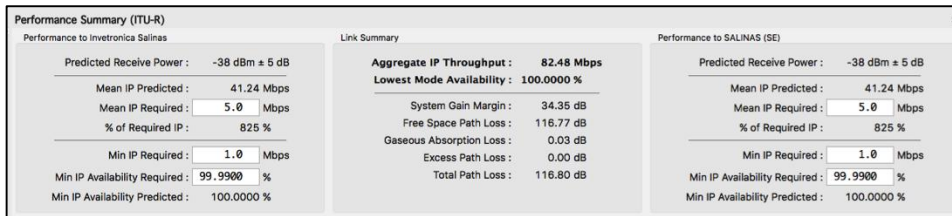


Figura 53. Disponibilidad del radioenlace Salinas

Fuente: La autora

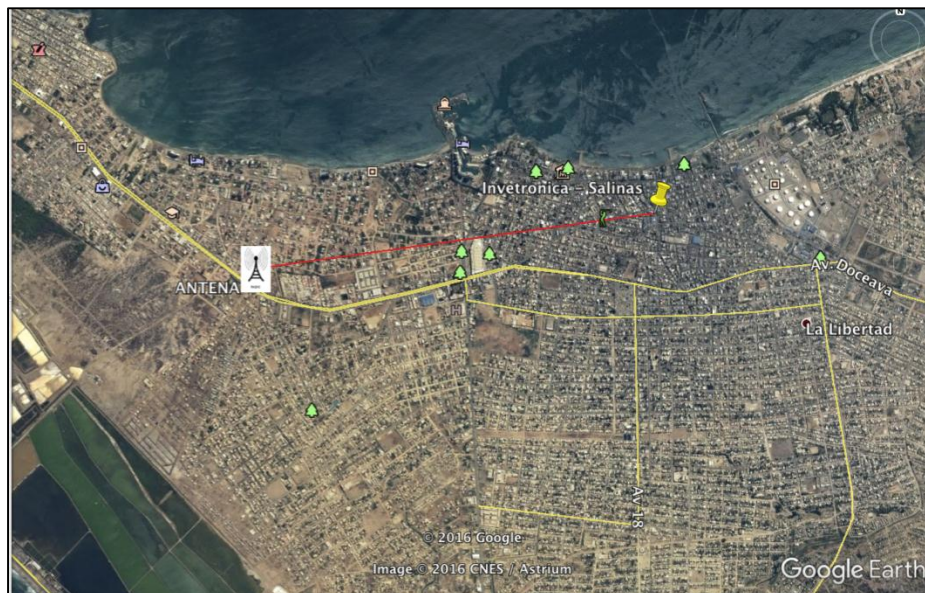


Figura 54. Alineación del radioenlace Salinas

Fuente: La autora

3.11.12 Localidad Ibarra

Tabla 30. Diseño última milla principal Ibarra

Mosquera Narváez y Jaime Roldós Aguilera.	
Tipo de UM:	Fibra óptica
Nodo de distribución cercano:	Nodo CNT Ibarra
Nomenclatura	LBTCNTE01
Ubicación:	0° 21' 7.16'' N 78° 7' 1.56'' W
Distancia:	1.06 Km.
Tipo de tendido	Aéreo
Fibra óptica	Monomodo

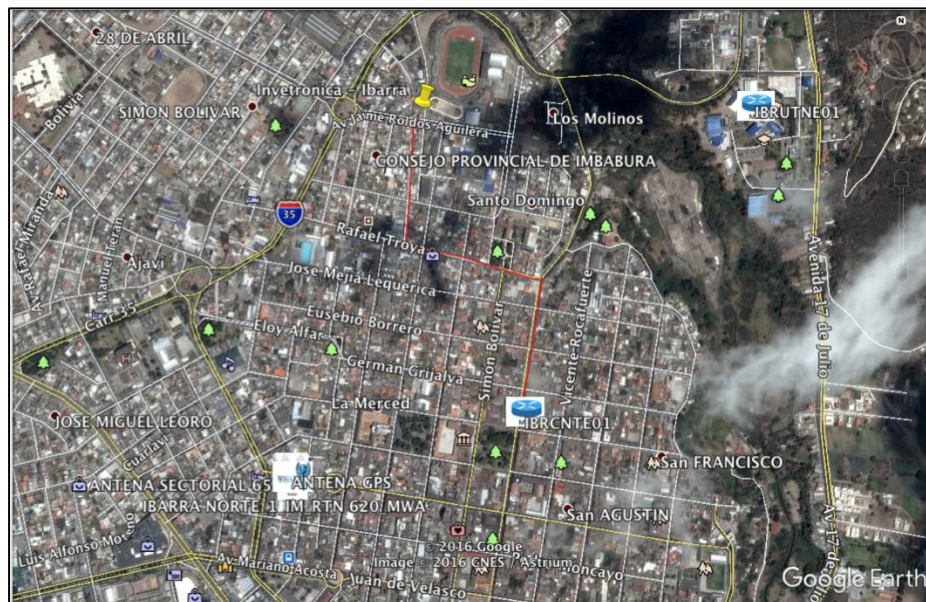


Figura 55. Tendido de fibra principal localidad Ibarra

Fuente: La autora

Tabla 31. Diseño última milla redundante Ibarra

Mosquera Narváez y Jaime Roldós Aguilera.	
Tipo de UM:	Fibra óptica
Nodo de distribución cercano:	Nodo CNT Azaya
Nomenclatura	IBRAZYM01
Ubicación:	0° 21' 59.0'' N 78° 7' 8.0'' W
Distancia:	1.03 Km.
Tipo de tendido	Canalizado
Fibra óptica	Monomodo



Figura 56. Tendido de fibra redundante localidad Ibarra

Fuente: La autora

3.11.13 Localidad Santo Domingo

Tabla 32. Diseño última milla principal Santo Domingo

Anillo Vial Av. Abraham Calazacon y Rio Toachi.	
Tipo de UM:	Fibra óptica
Nodo de distribución cercano:	Nodo CNT Santo Domingo
Nomenclatura	STDCNTE01
Ubicación:	0° 15' 14.0" S 79° 9' 59.0" W
Distancia:	1.15 Km.
Tipo de tendido	Aéreo
Fibra óptica	Monomodo

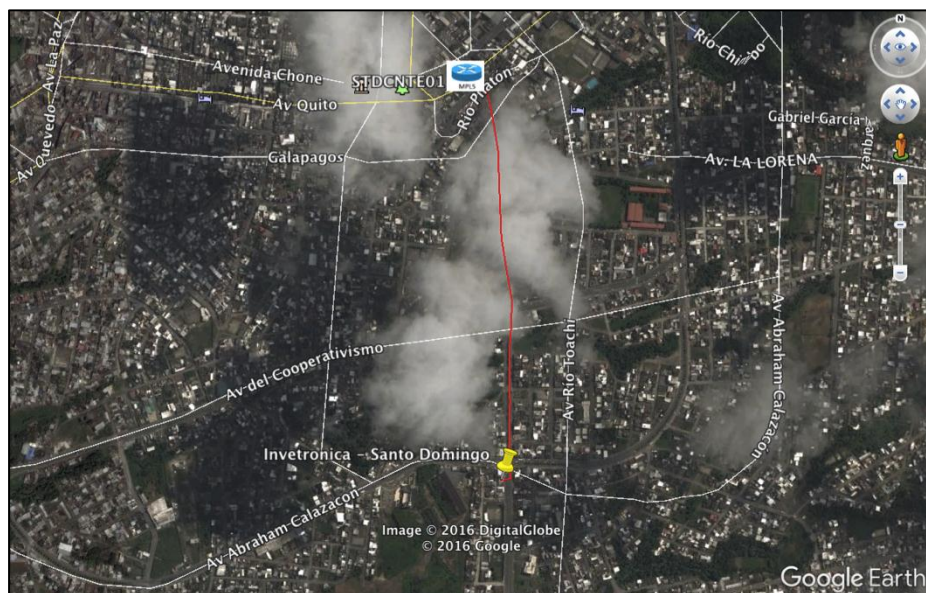


Figura 57. Tendido de fibra principal localidad Santo Domingo

Fuente: La autora

Tabla 33. Diseño última milla redundante Santo Domingo

Anillo Vial Av. Abraham Calazacon y Rio Toachi.	
Tipo de UM:	Radio Enlace
Nodo de distribución cercano:	Nodo CNT Libertad
Ubicación:	0° 15' 43.70" S 79° 9' 10.20" W
Tipo de servicio:	Inalámbrico
Banca de Frecuencia:	5.8 GHz

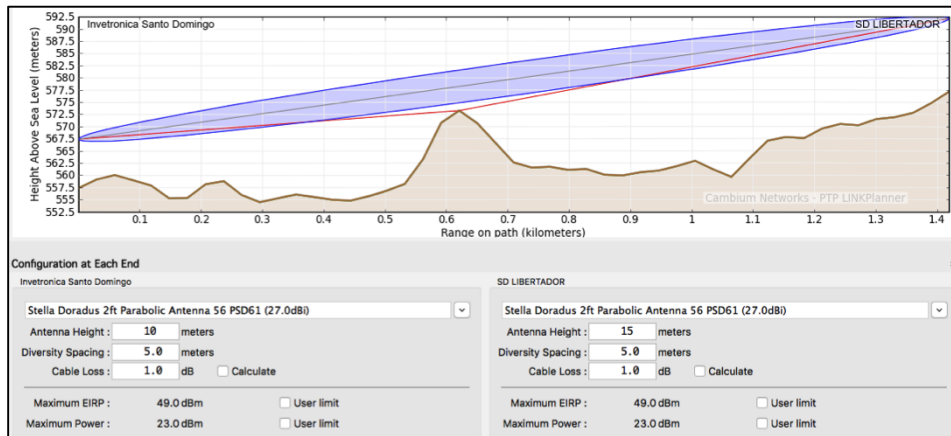


Figura 58. Características técnicas del radioenlace Santo Domingo

Fuente: La autora

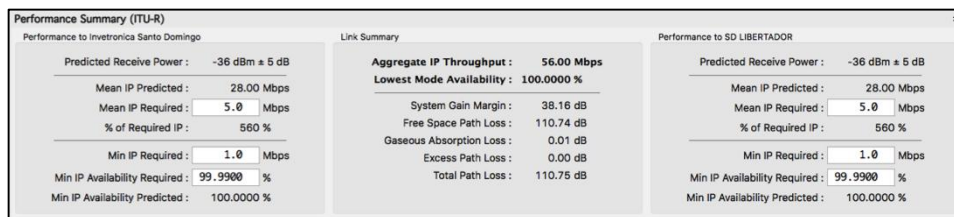


Figura 59. Disponibilidad del radioenlace Santo Domingo

Fuente: La autora

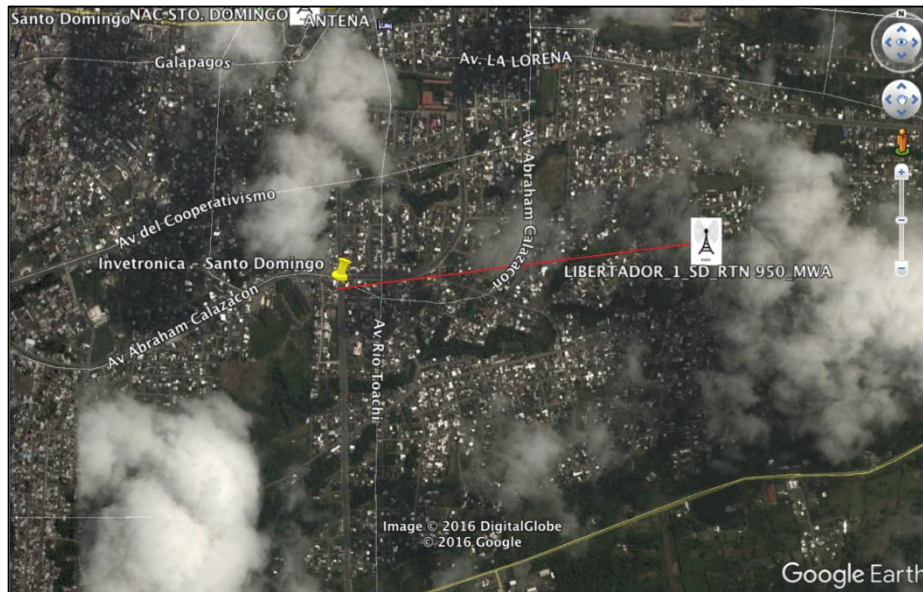


Figura 60. Alineación del radioenlace Santo Domingo

Fuente: La autora

3.11.14 Localidad Ambato

Tabla 34. Diseño última milla principal Ambato

Calle Miguel Cervantes 0 Y Manuelita Sáenz

Tipo de UM:	Fibra óptica
Nodo de distribución cercano:	Nodo CNT Santa Catalina
Nomenclatura	AMBSCT1M01
Ubicación:	1° 16' 57.13" S 78° 38' 29.5" W
Distancia:	0.88 Km.
Tipo de tendido	Aéreo
Fibra óptica	Monomodo

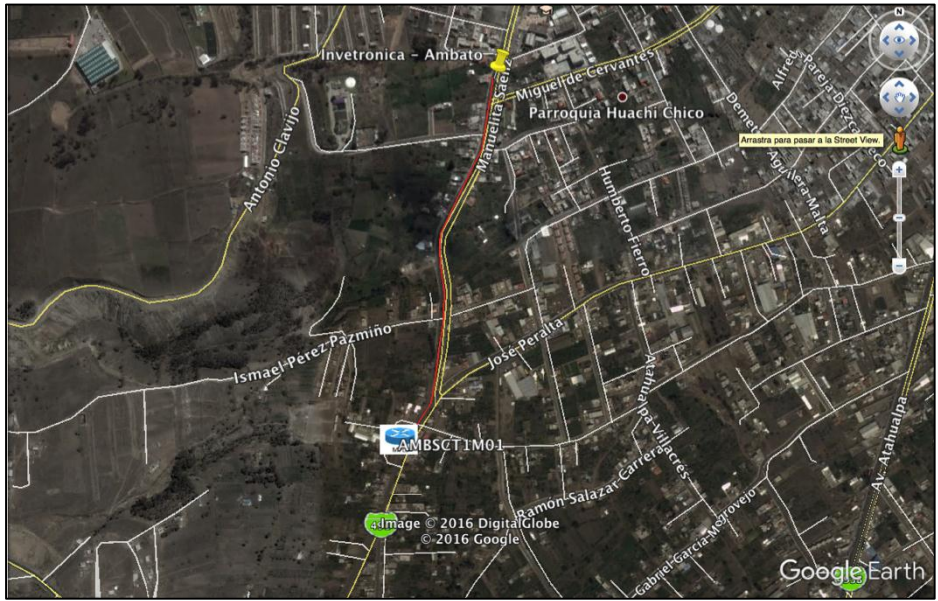


Figura 61. Tendido de fibra principal localidad Ambato

Fuente: La autora

Tabla 35. Diseño última milla redundante Ambato

Anillo Vial Av. Abraham Calazacon y Rio Toachi.	
Tipo de UM:	Radio Enlace
Nodo de distribución cercano:	Nodo Ambato Sur
Ubicación:	1° 15' 18.97" S 78° 37' 49.22" W
Tipo de servicio:	Inalámbrico
Banca de Frecuencia:	5.8 GHz

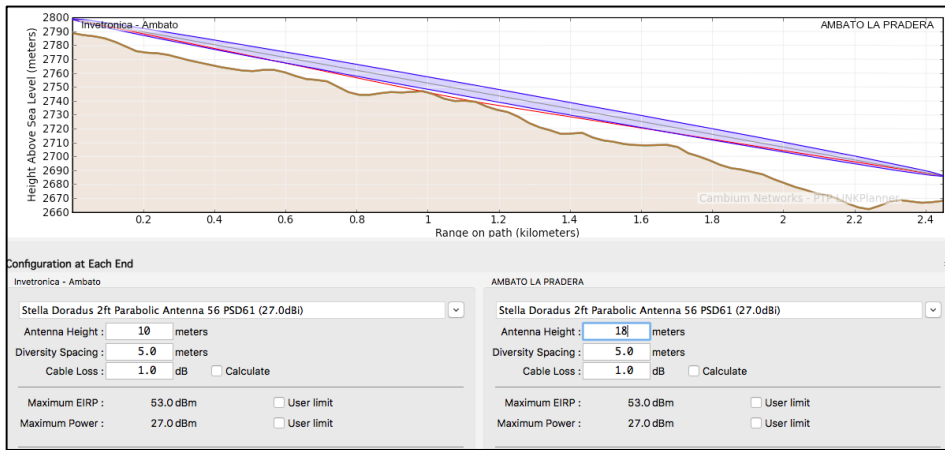


Figura 62. Características técnicas del radioenlace Ambato

Fuente: La autora

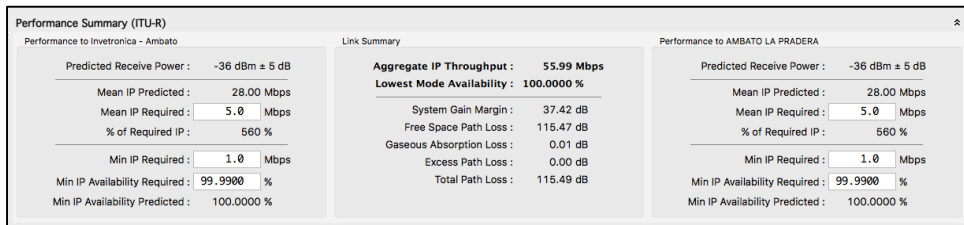


Figura 63. Disponibilidad del radioenlace Ambato

Fuente: La autora

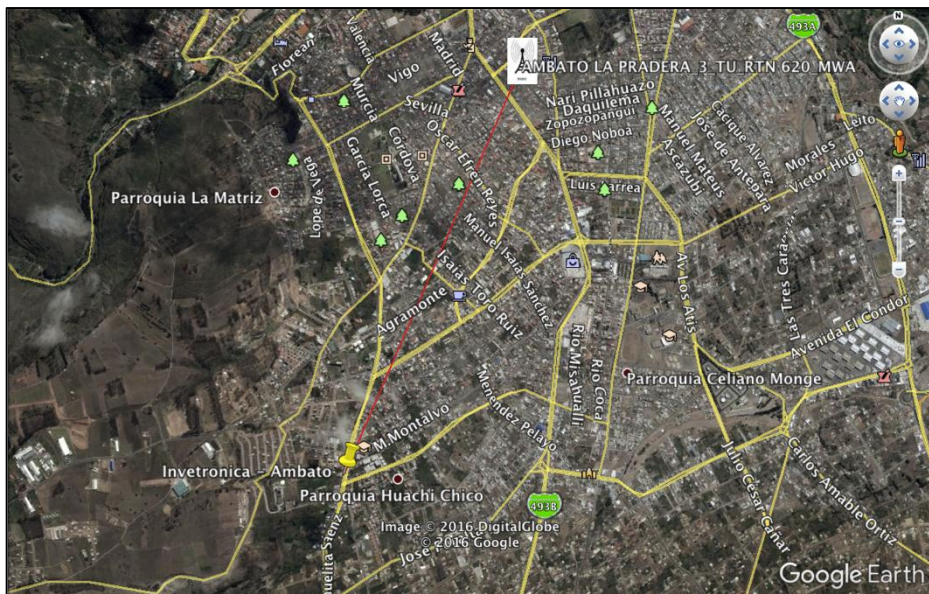


Figura 64. Alineación del radioenlace Ambato

Fuente: La autora

3.11.15 Localidad Zamora

Tabla 36. Diseño última milla principal Zamora

Diego de Vaca y Luis Tamayo.	
Tipo de UM:	Fibra óptica
Nodo de distribución cercano:	Nodo CNT Zamora
Nomenclatura	ZMRCNTE01
Ubicación:	4° 3' 58.0'' S 78° 57' 23.0'' W
Distancia:	0.18 Km.
Tipo de tendido	Aéreo
Fibra óptica	Monomodo

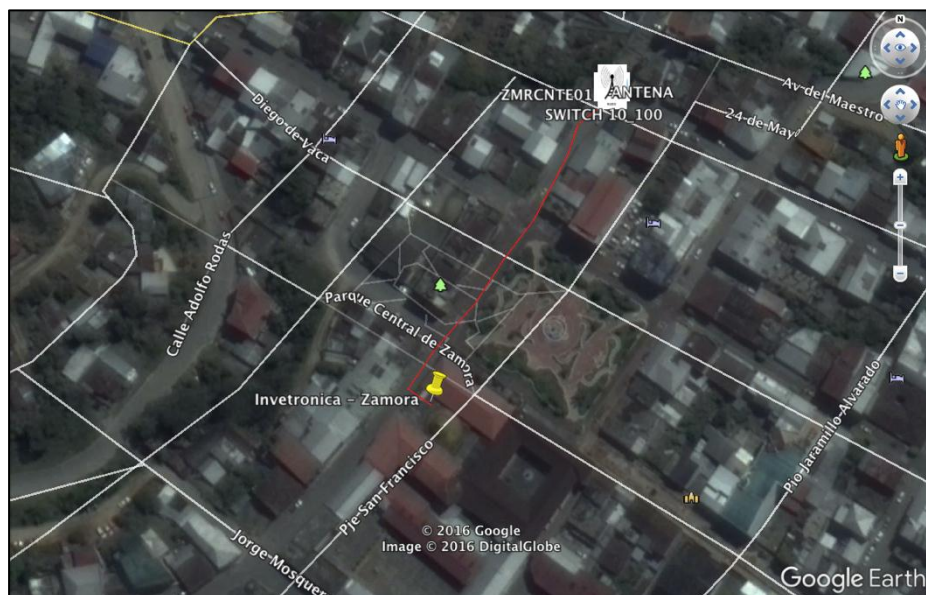


Figura 65. Tendido de fibra principal localidad Zamora

Fuente: La autora

Tabla 37. Diseño última milla redundante Zamora

Diego de Vaca y Luis Tamayo.

Tipo de UM:	Radio Enlace
Nodo de distribución cercano:	Cerro El Cuello
Ubicación:	4° 4' 3.7'' S 78° 56' 23.7'' W
Tipo de servicio:	Inalámbrico
Banca de Frecuencia:	5.8 GHz

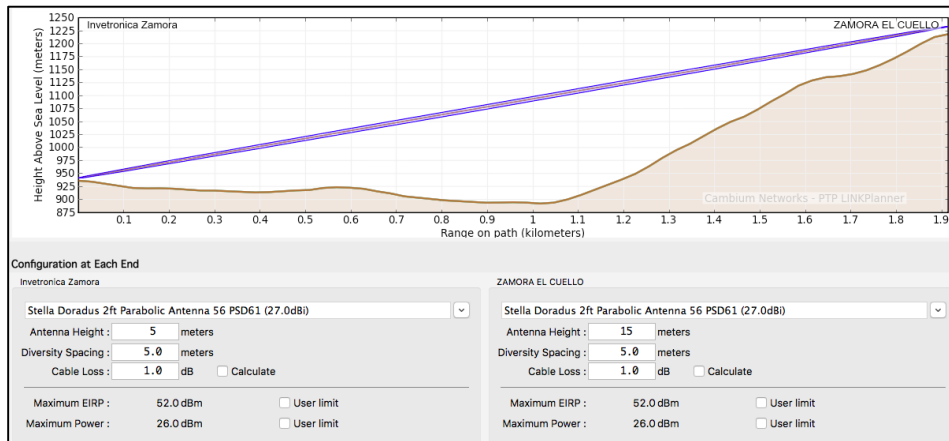


Figura 66. Características técnicas del radioenlace Zamora

Fuente: La autora

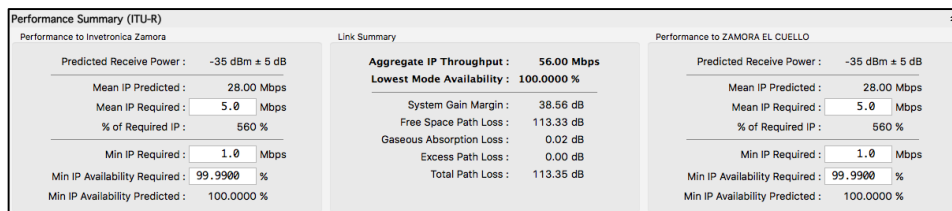


Figura 67. Disponibilidad del radioenlace Zamora

Fuente: La autora

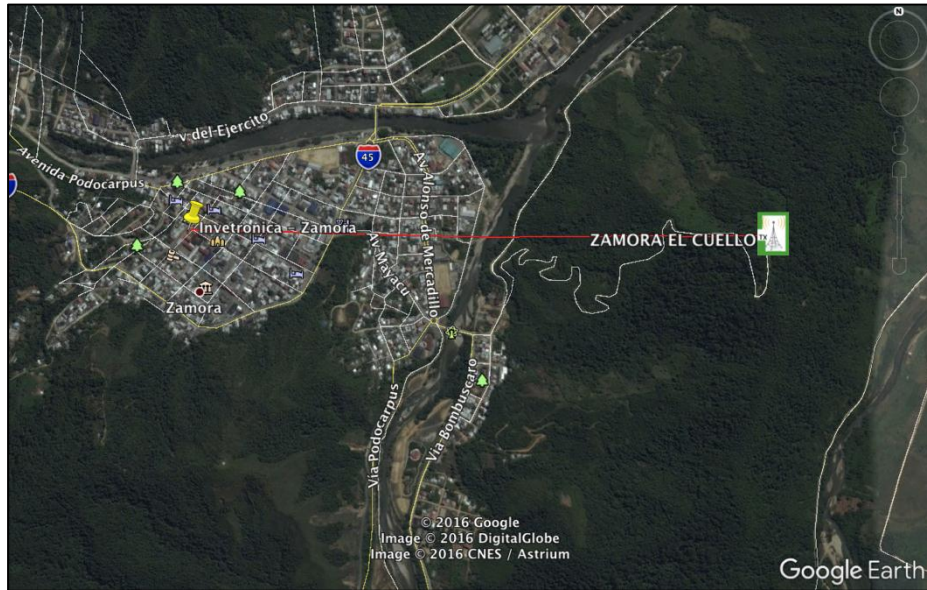


Figura 68. Alineación del radioenlace Zamora

Fuente: La autora

3.12 Configuración del protocolo de redundancia

A continuación se presenta el modelo de configuración a implementarse para implementar la conmutación automática mediante el protocolo OSPF.

3.12.1 Localidad concentradora Quito

- Configuración del Equipo de distribución principal CE

```
#sh run int GigabitEthernet0/7/0/3.531
Thu Jul 21 12:07:21.277 GMT
interface GigabitEthernet0/7/0/3.531
vrf dat2536
ipv4 address 10.70.0.1 255.255.255.252
encapsulation dot1q 531
!
```

```
#sh run router ospf 50 vrf dat2536

router ospf 50

vrf dat2536

router-id 10.1.1.5

redistribute static route-policy OSPF_TRACK_IP_dat2536

redistribute bgp 28006 metric-type 1

address-family ipv4 unicast

area 0

authentication message-digest

message-digest-key 1 md5 encrypted 13574143525B537D

interface GigabitEthernet0/7/0/3.531

network point-to-point

mtu-ignore disable

!
```

```
#sh run router bgp 28006 vrf dat2536

router bgp 28006

vrf dat2536

rd 28006:202536

default-information originate

address-family ipv4 unicast

redistribute connected

redistribute static

redistribute ospf 50 match internal external
```

➤ Configuración del equipo de acceso principal CPE

```
ipvrfcomrex
rd 4:4
route-target export 4:4
route-target import 4:4
!
track 3 ip route 192.0.2.1 255.255.255.255 reachability
ipvrfcomrex
delay up 180
!
interface GigabitEthernet0/0.531
encapsulation dot1Q 531
ipvrf forwarding comrex
ip address 10.70.0.2 255.255.255.252
ipospf message-digest-key 1 md5 2619777
ipospf network point-to-point
ipospf mtu-ignore
!
interface Vlan20
ipvrf forwarding comrex
ip address 192.168.0.2 255.255.255.0
standby 1 ip 192.168.0.1
standby 1 timers msec 250 1
standby 1 priority 120
standby 1 preempt delay minimum 60
```

```
standby 1 track 3 decrement 30
!
routerospf 3 vrfcomrex
router-id 10.1.1.6
ispf
log-adjacency-changes
capabilityvrf-lite
area 0 authentication message-digest
timers throttle spf 50 50 5000
timers throttle lsa 0 20 5000
timerslsa arrival 15
timers pacing flood 15
redistribute static subnets
passive-interface default
no passive-interface GigabitEthernet0/0.531
network 10.70.0.0 0.0.0.3 area 0
network 192.168.0.0 0.0.0.255 area 0
default-information originate
!
address-family ipv4 vrfcomrex
    no synchronization
    bgp dampening
exit-address-family
!
ip route vrfcomrex 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.0.5
```

➤ Configuración del Equipo de distribución redundante CE

```
#sh run intvlan 429

interface Vlan429

ipvrfforwarding dat2536

ipaddress 10.70.1.1 255.255.255.252

ipospf message-digest-key 1 md5 7 13574143525B537D14757A6061

ipospf network point-to-point

ipospfcost 20

End

#sh run vrf dat2536

ipvrf dat2536

rd 28006:202536

route-target export 28006:202536

route-target import 28006:202536

!

interface Vlan429

ipvrfforwarding dat2536

ipaddress 10.70.1.1 255.255.255.252

ipospf message-digest-key 1 md5 7 13574143525B537D14757A6061

ipospf network point-to-point

ipospfcost 20

!

router bgp 28006

!
```

```
address-family ipv4 vrf dat2536
redistributeconnected
redistributestatic
redistribute ospf 40 match internal external 1 external 2
default-informationoriginate
exit-address-family
!
router ospf 40 vrf dat2536
router-id 10.1.1.7
Ispf
area 0 authenticationmessage-digest
redistribute bgp 28006 metric-type 1 subnets
network 10.70.1.1 0.0.0.0 area 0
!
End
```

➤ Configuración del equipo redundante CPE:

```
ipvrffcomrex
rd 4:4
route-target export 4:4
route-target import 4:4
interface GigabitEthernet0/0.429
encapsulation dot1Q 429
ipvrff forwarding comrex
ip address 10.70.1.2 255.255.255.252
ipospf message-digest-key 1 md5 2619777_1234
```

```
ipospf network point-to-point
!
interface Vlan20
ipvrf forwarding comrex
ip address 192.168.0.3 255.255.255.0
standby 1 ip 192.168.0.1
standby 1 timers msec 250 1
standby 1 preempt
!
routerospf 3 vrfcomrex
router-id 10.1.1.8
ispf
capabilityvrf-lite
area 0 authentication message-digest
timers throttle spf 50 50-- 5000
timerslsa arrival 15
timers pacing flood 15
redistribute static subnets
passive-interface default
no passive-interface GigabitEthernet0/0.429
network 10.70.1.0 0.0.0.3 area 0
network 192.168.0.0 0.0.0.255 area 0
default-information originate
ip route vrfcomrex 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.0.5
```

3.12.2 Localidades a nivel nacional

- Configuración del equipo de distribución principal PE

```
#sh run int GigabitEthernet0/6/0/8.922
interface GigabitEthernet0/6/0/8.922
vrf dat2536
ipv4 address 10.70.0.21 255.255.255.252
encapsulation dot1q 922
!
#sh run router ospf 40 vrf dat2536
router ospf 40
vrf dat2536
router-id 10.1.1.1
default-information originate
redistribute static route-policy
OSPF_TRACK_IP_dat2536
redistribute bgp 28006 metric-type 1
address-family ipv4 unicast
area 0
authentication message-digest
message-digest-key 1 md5 encrypted
03560D59555A761E71584B5643
network point-to-point
interface GigabitEthernet0/6/0/8.922
network point-to-point
```

```
#sh run router bgp 28006 vrf dat2536
router bgp 28006
vrf dat2536
rd 28006:202536
address-family ipv4 unicast
 redistributeconnected
 redistributestatic
 redistribute ospf 40 match internal external
```

➤ Configuración del equipo de acceso principal CPE

```
ipvrfcomrex
rd 2:2
route-target export 2:2
route-target import 2:2
!
track 3 ip route 192.0.2.1 255.255.255.255 reachability
ipvrfcomrex
!
interface FastEthernet4/41
 encapsulation dot1Q 41
 ipvrf forwarding comrex
 ip address 10.70.0.22 255.255.255.252
 ipospf message-digest-key 1 md5 2623572_1234
 ipospf network point-to-point
 ipospf mtu-ignore
!
```

```
interface Vlan30
ipvrfr forwarding comrex
ip address 192.168.5.2 255.255.255.0
standby 1 ip 192.168.5.1
standby 1 timers msec 250 1
standby 1 priority 120
standby 1 preempt delay minimum 60
standby 1 track 3 decrement 30
!
router ospf 2 vrfcomrex
router-id 10.1.1.2
ispf
log-adjacency-changes
capabilityvrf-lite
area 0 authentication message-digest
timers throttle spf 50 50 5000
timers throttle lsa all 0 20 5000
timerslsa arrival 15
timers pacing flood 15
redistribute static subnets
passive-interface default
no passive-interface FastEthernet4.41
network 10.70.0.20 0.0.0.3 area 0
network 192.168.5.0 0.0.0.255 area 0
!
```

➤ Configuración del equipo de distribución redundante PE

```
#sh run intvl 609
```

```
interface Vlan609
```

```
ip address 10.70.1.21 255.255.255.252
```

```
ipospf message-digest-key 1 md5 7 00564554570E5C5430701E1D5D
```

```
ipospf network point-to-point
```

```
ipospf cost 20
```

```
end
```

```
#sh run vrf dat2536
```

```
ipvrf dat2536
```

```
rd 28006:202536
```

```
route-target export 28006:202536
```

```
route-target import 28006:202536
```

```
!
```

```
interface Vlan609
```

```
ipvrf forwarding dat2536
```

```
ip address 10.70.1.21 255.255.255.252
```

```
ipospf message-digest-key 1 md5 7 00564554570E5C5430701E1D5D
```

```
ipospf network point-to-point
```

ipospf cost 20

routerospf 40 vrf dat2536

router-id 10.1.1.3

ispf

log-adjacency-changes

area 0 authentication message-digest

redistribute connected

redistributebgp 28006 metric-type 1 subnets

network 10.70.1.21 0.0.0.0 area 0

default-information originate

!

routerbgp 28006

address-family ipv4 vrf dat2536

no synchronization

redistribute static

redistribute connected

redistributeospf 40 vrf dat2536 match internal external 1 external 2

exit-address-family

➤ Configuración del equipo de acceso redundante CPE

```
Ipvrcomrex
rd 3:3
route-target export 3:3
route-target import 3:3
!
interface FastEthernet4/609
encapsulation dot1Q 609
ip vrf forwarding comrex
ip address 10.70.1.21 255.255.255.252
ip ospf message-digest-key 1 md5 2623572_1234
ip ospf network point-to-point
!
interface Vlan30
description comrex
ip vrf forwarding comrex
ip address 192.168.5.3 255.255.255.0
standby 1 ip 192.168.5.1
standby 1 timers msec 250 1
standby 1 preempt
ip ospf network point-to-point
!
router ospf 2 vrf comrex
router-id 10.1.1.4
ispf
```

```
capabilityvrf-lite
area 0 authentication message-digest
timers throttle spf 50 50 5000
timers throttle lsa 0 20 5000
timerslsa arrival 15
timers pacing flood 15
redistribute static subnets
network 10.70.1.20 0.0.0.3 area 0
network 192.168.5.0 0.0.0.255 area 0
!
```

3.13 Configuración de calidad de servicio

Al implementarse una red con alta disponibilidad, se puede realizar una optimización de uso de los canales de datos permitiendo que se transfieran servicios tales como internet, voz y video con alta calidad; y de esta manera disminuir el costo de llamadas internas, navegación y traslados para asistencia a reuniones.

En primera instancia se realiza la clasificación de los aplicativos que utilizarán el canal por su criticidad en la operación dentro del negocio.

Tabla 38. Definición de prioridades

Aplicación	Prioridad
VoIP	Crítica
Video	Crítica
Bases de datos	Alta
WEB	Media
Aplicativos internos	Baja

La transmisión de voz y video requiere un ancho de banda garantizado ya que debe transmitirse en tiempo real, las características mínimas para una buena calidad en la transmisión son:

- Jitter < 30 ms
- Latencia < 150 ms
- Pérdida de paquetes < 1%
- Ancho de banda entre 21,9 y 87 Kbps por llamada para VoIP
- Ancho de banda de 460 Kbps para una sesión de videoconferencia

Las aplicaciones que intervienen directamente en el funcionamiento de la empresa son consideradas de prioridad alta pero no requieren de un ancho de banda definido, sin embargo se deben considerar sensibles y generan impacto al usuario final.

Las aplicaciones de prioridad media y baja no afectan directamente a la operación diaria del negocio y pueden ser tolerantes al retardo de la red.

La implementación del QoS se realizará mediante el modelo de servicios diferenciados (DiffServ) que se basa en el marcado de paquetes, los paquetes saldrán con priorización desde los equipos CPE y la red WAN IP MPLS de CNT EP está en la capacidad de respetar el marcado, garantizando el correcto funcionamiento de la configuración.

La identificación del tráfico se realizará mediante el uso de ACLs debido a la compatibilidad con toda marca de equipos proporcionando un nivel básico de seguridad de acceso a la red.

La definición de valores DSCP y ancho de banda asignados a cada tipo de tráfico se encuentran descritos en la Tabla 36:

Tabla 39. Valores DSCP de QoS

Aplicación	Prioridad	Valor DSCP	Ancho de banda
VoIP	Crítica	EF	20%
Video	Crítica	AF41	20%
Bases de datos	Alta	AF21	20%
WEB	Media	AF11	10%
Aplicativos internos	Baja	default	5%

3.13.1 Modelo de Configuración

El proceso de configuración es el siguiente:

- Creación de las listas de acceso:

```
ip access-list extended QOS
```

```
permitip any anydscp af41
```

```
permitip any anydscpef
```

```
permitip any anydscp af21
```

```
permitip any anydscp af11
```

```
permitip any anydscp cs3
```

➤ Determinación de lasclases

```
class-map match-all BULK-DATA
```

```
match dscp af11
```

```
class-map match-all MULTIMEDIA-CONFERENCING
```

```
match dscp af41
```

```
class-map match-all SIGNALING
```

```
match dscp cs3
```

```
class-map match-all VVLAN-VOIP
```

```
match dscpef
```

```
class-map match-all TRANSACTIONAL-DATA
```

```
match dscp af21
```

➤ Asignación de políticas

```
policy-map 1P7Q1T
```

```
class VVLAN-VOIP
```

```
police rate percent 20
```

```
priority
```

```
class SIGNALING
```

```
bandwidth percent 5
```

```
class MULTIMEDIA-CONFERENCING
bandwidth percent 20
class BULK-DATA
bandwidth percent 20
class TRANSACTIONAL-DATA
bandwidth percent 10
```

➤ Configuración de las interfaces:

```
interface FastEthernet4
noip address
duplex auto
speed auto
!
service-policy output 1P7Q1T
!
interface FastEthernet4.979
description WAN_HACIA_UIO
encapsulation dot1Q 979
ip address 10.70.0.138 255.255.255.252
ip access-group QOS in
!
```

3.14 Presupuesto Referencial

Para determinar el costo referencial del sistema portador de Telecomunicaciones, se ha tomado en cuenta la capacidad que se requiere en cada sucursal y el costo del enlace redundante a nivel de última milla.

Tabla 40. Pago único del servicio portador de datos

Servicio	Unidad De Medida	Tarifa Usd	Cantidad	Total Mensual
Instalación servicio interurbano portador de datos	1 Mbps	350,00	14	4.900,00
			TOTAL	4.900,00

Tabla 41. Pago mensual del servicio portador de datos

Servicio	Unidad De Medida	Tarifa Usd	Cantidad	Total Mensual
Servicio interurbano portador de datos	1 Mbps	150,00	14	2.100,00
			TOTAL	2.100,00

CONCLUSIONES

- Las telecomunicaciones forman parte integral en el desarrollo económico y social de una empresa, volviéndola competitiva en el mercado global y permitiendo que los recursos tecnológicos efectivicen su gestión administrativa; de esta manera se obtienen mejores tiempos de entrega, producción o servicio.
- Se analiza el estado actual de 15 localidades de Invetrónica Cía. Ltda. evidenciando que con el continuo crecimiento del mercado, las soluciones de comunicación deben ir evolucionando y permitiendo que la gestión de las redes sean flexibles y escalables.
- Los parámetros a considerarse para brindar servicios portadores de datos con alta disponibilidad se sustentan en canales redundantes que permiten manejar protocolos de enrutamiento dinámico con el fin de responder a activación del servicio de manera automática.
- La red WAN IP-MPLS diseñada para Invetrónica Cia. Ltda. brinda un porcentaje de disponibilidad del 99.9% utilizando la infraestructura de red de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones mediante el uso de servicios redundantes a través de toda la infraestructura.
- El tráfico IP que cursa por la red diseñada, permite optimizar el tráfico que el cliente envíe por el canal de datos mediante el uso de técnicas de calidad de servicio.
- Los servicios portadores de telecomunicaciones han sido una gran herramienta para empresas, sean públicas o privadas, que requieren compartir información entre puntos geográficamente distantes, sin necesidad de adquirir infraestructura propia; con este modelo de operación se disminuye considerablemente el costo de operación y las organizaciones enfocan sus inversiones en sectores estratégicos para el negocio que desempeñan.

- Las corporaciones que proveen servicios portadores están en la obligación de brindar a los usuarios, una transmisión de alta calidad y gran capacidad; con el fin de transportar la información de cada cliente de manera privada y segura; para los usuarios es totalmente transparente el tipo de infraestructura tecnológica que se utilice siempre que cumpla las características del servicio que la empresa requiera.
- Para asegurar una alta disponibilidad de los servicios portadores de datos las redes de comunicaciones deben soportar tolerancia a fallos, para esto es necesario implementar diseños redundantes a nivel de toda la infraestructura que permitan manejar la información de forma segura y sencilla.
- La Corporación Nacional de Telecomunicaciones permite proveer servicios portadores de datos utilizando tecnología de última generación IP MPLS, NG SDH y DWDM, ofreciendo a los clientes alta capacidad, calidad y eficiencia dentro de su empresa y configurando los requerimientos de acuerdo a sus necesidades.

RECOMENDACIONES

- Al ser el modo de operación independiente para cada empresa, se recomienda realizar un diseño personalizado acorde al tipo de tráfico que el cliente considere crítico para el desarrollo y operación administrativa; tomando en cuenta todo el comportamiento de la información especialmente en las horas pico de uso de la red.
- Al realizar diseños que contemplen canales redundantes, es necesario considerar que todo el trayecto de la última milla (nodo de distribución de la red IP MPLS, tipo de transmisión y ruta sean diferentes a las características del canal principal, ya que de esta manera se aseguran la disponibilidad del servicio portador.
- Una vez implementado el diseño redundante en una red, se recomienda realizar mínimo dos ventanas de mantenimiento al año con el fin de verificar el correcto funcionamiento de la conmutación automática entre los canales principal y redundante ya que la red de distribución está expuesta a actividades de O&M que pueden alterar la configuración inicial.

BIBLIOGRAFÍA

Conatel Resolución 282, 2002, *Requisitos técnicos y especificaciones de calidad para la prestación de servicios portadores de telecomunicaciones (norma técnica)*.

Conatel Resolución 388, Oct. 2001, *Reglamento para la prestación de servicios portadores*.

RFC 3031, Née 2001, *Multiprotocol Label Switching architecture*

Conatel Resolución 560, Oct 2010, *Sistemas de modulación digital de banda ancha*.

Oscar M. Santa Cruz, Módulo introductorio principios generales del sistema de fibra óptica.

ANEXO 1

Especificaciones técnicas de los equipos terminales CPE

Cisco 880VA Series Integrated Services Routers

Product Overview

The new Cisco 880VA Series Integrated Services Routers (ISRs) are part of the Cisco Integrated Services Routers Generation 2 (ISR G2) portfolio. The Cisco 880VA Series Routers support DSL multimode, including very-high-speed DSL 2 (VDSL2) and asymmetric DSL 2+ (ADSL2+). The routers support VDSL2 and ADSL2+ on a single WAN interface, thus providing secure, cost-effective connectivity to small businesses, enterprise small branch offices, and teleworker sites (Figure 1).

Features and Benefits

Cisco 880VA Series ISRs are fixed-configuration routers that provide collaborative business solutions for secure voice and data communications to small businesses and enterprise teleworkers. They offer concurrent broadband services over multiple DSL technologies to provide business continuity. The routers provide the performance required for concurrent services, including firewall, intrusion prevention, content filtering, and encryption for VPNs; and quality-of-service (QoS) features for optimizing voice and video applications. In addition, the web-based Cisco Configuration Professional configuration tool simplifies setup and deployment. Centralized management capabilities give network managers visibility and control of the network configurations at the remote site.

Cisco 880 Series Integrated Services Routers offer:

- High performance for broadband access in small offices and small branch-office and teleworker sites
 - Collaborative services with secure analog, digital voice, and data communications
 - Business continuity with redundant WAN links: Multimode DSL (VDSL2 and ADSL2 and 2+) over telephone service and ISDN
 - Enhanced security, including:
 - Firewall with advanced application and control for email, Instant Messaging (IM), and HTTP traffic
 - Site-to-site remote-access and dynamic VPN services: IP Security (IPsec) VPNs (Triple Data Encryption Standard [3DES] or Advanced Encryption Standard [AES]), Dynamic Multipoint VPN (DMVPN), Group Encrypted Transport VPN with onboard acceleration, and Secure Sockets Layer (SSL) VPN
 - Intrusion prevention system (IPS): An inline, deep-packet inspection feature that effectively mitigates a wide range of network attacks
 - Content filtering: A subscription-based integrated security solution that offers category-based reputation rating; keyword blocking; and protection against adware, malware, spyware, and URL blocking
 - Four-port 10/100 Fast Ethernet managed switch with VLAN support; two ports support Power over Ethernet (PoE) for powering IP phones or external access points
 - CON/AUX port for console or external modem
 - One USB 1.1 port for security eToken credentials, booting from USB, and loading configuration
 - Easy setup, deployment, and remote-management capabilities through web-based tools and Cisco IOS[®] Software
-

Figure 1 shows a Cisco 880VA Integrated Services Router, and Table 1 lists the data models.

Figure 1. Cisco 880VA Integrated Services Router



Table 1. Cisco 880VA Series Data Models

Models	WAN Interface	LAN Interfaces	802.11g/n Option	Integrated Third-Generation (3G) WAN Capabilities	Integrated ISDN Dial Backup
Cisco 886VA	Multimode VDSL2/ADSL2 and 2+ over ISDN	4-port 10/100-Mbps managed switch	No	No	Yes
Cisco 887VA	Multimode VDSL2/ADSL2 and 2+ over basic telephone service	4-port 10/100-Mbps managed switch	No	No	No
Cisco 887VA-M	Multimode VDSL2/ADSL2 and 2+ over basic telephone service Annex M (extended upstream band)	4-port 10/100-Mbps managed switch	No	No	No
Cisco 888VA-J	Multimode VDSL2/ADSL2 and 2+ over ISDN Annex J, all-digital ISDN band	4-port 10/100-Mbps managed switch	No	No	No

Features and Benefits

Table 2 lists the features and benefits of the Cisco 880VA Series Integrated Services Routers.

Table 2. Features and Benefits of Cisco 880VA Series Routers

Feature	Benefit
Increased performance to run concurrent services	<ul style="list-style-type: none"> Performance allows customers to take advantage of broadband network speeds while running secure, concurrent data, voice, video, and wireless services.
Enhanced security	<ul style="list-style-type: none"> An integrated stateful and application inspection firewall provides network perimeter security. High-speed IPsec 3DES and AES encryption offers data privacy over the Internet. Intrusion prevention enforces security policy in a larger enterprise or service provider network. Content filtering offers category-based URL classification and blocking, thus providing increased productivity and better use of company resources.
WAN	<ul style="list-style-type: none"> DSL Multimode VDSL2 and ADSL2 and 2+ provide for business continuity.
Redundant WAN links	<ul style="list-style-type: none"> Redundant WAN links provide business continuity and WAN diversity (Cisco 886VA only).
Four-port 10/100-Mbps managed switch	<ul style="list-style-type: none"> The Cisco 880 Series allows for connection of multiple devices in a small office, with the ability to designate a port as the network edge. An optional external PoE adapter powers IP phones and external access points to avoid individual power supplies or power injectors. VLANs allow for secure segmentation of network resources.
CON/AUX port	<ul style="list-style-type: none"> A single dual-purpose port provides direct connection to a console or external modem for management or backup access points.

Feature	Benefit
Real-time clock	<ul style="list-style-type: none"> A built-in real-time clock maintains an accurate date and time for applications that require an accurate time stamp, such as logging and digital certificates.
Cisco Configuration Professional	<ul style="list-style-type: none"> Cisco Configuration Professional uses smart wizards and task-based tutorials, which resellers and customers can use to quickly and easily deploy, configure, and monitor a Cisco access router without requiring knowledge of the Cisco IOS Software command-line interface (CLI).

Summary

Cisco 880VA Series Integrated Services Routers combine increased network performance with advanced security to allow small-office customers to get the most from their broadband connections. You can deploy Cisco 880VA Series Routers at any small-office location. With the Cisco 880VA Series, enterprise IT managers and service providers can take advantage of a solution that they can easily set up at the remote site and centrally manage to reduce ongoing operating costs.

Product Specifications

Cisco IOS Software Support

Table 3 lists the minimum Cisco IOS Software releases and the default Cisco IOS Software feature sets.

Table 3. Cisco IOS Software Releases and Default Cisco IOS Software Feature Sets

Models	Universal Image	Default Feature Set	First Cisco IOS Software Release
Cisco 888VA, 887VA, and 887VA-M	Data	Advanced Security	15.1(2)T
Cisco 888VA and 887VA SEC	Data	Advanced IP	15.1(2)T
Cisco 888VA-J	Data	Advanced Security	15.1(4)M
C888VA-K8, C888VAJ-K8, C887VA-K8, C887VAM-K8	Data	Advanced Security	15.3(3)M2, 15.4(1)T

Tables 4 and 5 list software features of the Cisco 880VA Series.

Table 4. Cisco IOS Software Features on Cisco 880 Series: Advanced Security Feature Set (Default)

Feature	Description
IP and IP services features	<ul style="list-style-type: none"> Routing Information Protocol Versions 1 and 2 (RIPv1 and RIPv2) Generic routing encapsulation (GRE) and Multipoint GRE (MGRE) Cisco Express Forwarding Standard 802.1d Spanning Tree Protocol Layer 2 Tunneling Protocol (L2TP) Network Address Translation (NAT) Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) server, relay, and client Dynamic Domain Name System (DNS) DNS Proxy DNS Spoofing Access control lists (ACLs)
ATM features	<ul style="list-style-type: none"> ATM Variable Bit Rate real-time (VBR-rt) ATM Unspecified Bit Rate (UBR), Constant Bit Rate (CBR), and Variable Bit Rate non-realtime (VBR-nrt) ATM operations, administration, and maintenance (OAM) support for F5C continuity Check; segment and end-to-end loopback; and Integrated Local Management Interface (ILMI) support TX/ring adjustment Virtual-circuit (VC) bundling Per-VC queuing Per-VC traffic shaping Four ATM virtual circuits (RFCs 1483 and 2684) Point-to-Point Protocol over ATM (PPPoA) PPP over Ethernet (PPPoE)

Feature	Description
Switch features	<ul style="list-style-type: none"> • Auto Media Device In/Media Device Cross Over (MD-MDX) • Eight 802.1Q VLANs • MAC filtering • Two-port 802.3af and Cisco compliant PoE • Switched Port Analyzer (SPAN) • Storm Control • Smartports
Security features	<p>Secure connectivity:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SSL VPN for secure remote access • Hardware-accelerated DES, 3DES, and AES 128, 192, and 256 • Public-key-infrastructure (PKI) support • Twenty IPsec tunnels • Cisco Easy VPN Client and Server • Network Address Translation (NAT) transparency <p>Zone-based policy firewall:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stateful Inspection transparent firewall • Advanced application inspection and control • Secure HTTP (HTTPS), FTP, and Telnet authentication proxy • Dynamic and static port security
QoS features	<ul style="list-style-type: none"> • Low-Latency Queuing (LLQ) • Weighted Fair Queuing (WFQ) • Class-Based WFQ (CBWFQ) • Class-Based Traffic Shaping (CBTS) (on Fast Ethernet/WAN ports and DSL ports in Packet Transport Mode [PTM] only) • Class-Based Traffic Policing (CBTP) • Policy-Based Routing (PBR) • Class-Based QoS MIB • Class of service (CoS)-to-differentiated services code point (DSCP) mapping
Management features	<ul style="list-style-type: none"> • Cisco Configuration Professional • Cisco Configuration Express • Cisco Configuration Engine support • Cisco Auto Install • IP service-level agreement (SLA) • Cisco IOS Embedded Event Manager (EEM) • CiscoWorks • Cisco Security Manager • Telnet, Simple Network Management Protocol Version 3 (SNMPv3), Secure Shell (SSH) Protocol, CLI, and HTTP management • RADIUS and TACACS+ • Out-of-band management with ESDN S/T port or external modem through virtual auxiliary port
High-availability features	<ul style="list-style-type: none"> • Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) (RFC 2338) • Hot Standby Router Protocol (HSRP) • Multigroup HSRP (MHSRP) • Dial backup with external modem through virtual auxiliary port • Dial backup with ESDN S/T port (CISCO886VA only)
Number of recommended users	20

System Specifications

Table 6 lists the system specifications for the Cisco 880 Series Routers.

Table 6. System Specifications

Feature	Description
Default DRAM	<ul style="list-style-type: none"> 256 MB on Cisco 880 Series data models
Maximum DRAM	768 MB
Default and maximum flash memory	<ul style="list-style-type: none"> 128 MB on Cisco 880 Series data models
WAN	<ul style="list-style-type: none"> Multimode VDSL2 and ADSL2 and 2+ over ISDN with ISDN backup Multimode VDSL2 and ADSL2 and 2+ over basic telephone service
LAN switch	Managed 4-port 10/100BASE-T with autosensing MDI/MDIX for auto crossover
Console or auxiliary port	RJ-45
One USB 1.1 port for advanced security features such as security tokens or USB flash memory	<ul style="list-style-type: none"> One USB 1.1 port on Cisco 880 Series Routers USB devices supported: <ul style="list-style-type: none"> USB eTokens USB flash memory <p>Note: USB 1.1 port cannot be used for connecting external devices other than those specified at: http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/modules/ps6247/product_data_sheet0900aecc80232473.html</p>
ISDN Basic Rate Interface (BRI) BT	Available on: <ul style="list-style-type: none"> Cisco 886VA for out-of-band management and dial backup or primary
External power supply	Universal 100- to 240-VAC input; 60W, 12-VDC output
Physical dimensions and weight	<p>Product dimensions, nonwireless models:</p> <ul style="list-style-type: none"> H x W x D = 1.9 x 12.8 x 9.8 in. (48 x 325 x 249 mm) (includes rubber feet) H x W x D = 1.75 x 12.8 x 9.8 in. (44 x 325 x 249 mm) (without rubber feet) <p>Product dimensions, wireless models:</p> <ul style="list-style-type: none"> H x W x D = 1.9 x 12.8 x 10.4 in. (48 x 325 x 264 mm) (includes rubber feet) H x W x D = 1.75 x 12.8 x 10.4 in. (44 x 325 x 264 mm) (without rubber feet; excludes antennas) Weight: 5.5 lb (2.5 kg) maximum
Power	<p>Product power specifications:</p> <ul style="list-style-type: none"> AC input voltage: 100 to 240 VAC Frequency: 50 to 60 Hz Maximum output power: 60W Output voltages: 12 VDC <p>Optional internal PoE with external adapter:</p> <ul style="list-style-type: none"> Maximum output power: 80W External output voltage: 48 VDC
Approvals and compliance	<p>Emissions:</p> <ul style="list-style-type: none"> 47 CFR Part 15: 2006 CISPR22: 2005 EN300388: V1.3.3: 2005 EN55022: 2006 EN61000-3-2: 2000 (inc amd 1 and 2) EN61000-3-3: 1995 (+ amd 1: 2001) ICES-003 Issue 4: 2004 KN 22: 2005 VCCI: V-3/2006.04 <p>Immunity:</p> <ul style="list-style-type: none"> CISPR24: 1997 (+ amd 1 and 2) EN300388: V1.3.3: 2005 EN50062-1: 1992 EN50062-1: 1997