



POSTGRADOS

MAESTRÍA EN TELEMÁTICA

“DISEÑO DE UNA RED DE ACCESO INALÁMBRICA PARA LAS
PARROQUIAS DEL CANTÓN LIMÓN INDANZA USANDO LA RED DE
OPERADORAS EXISTENTES.”

Trabajo de diseño de tesis previo a
la Obtención del título de Magíster
en Telemática

AUTOR:

Ing. Fabián Cárdenas Blandín

DIRECTOR:

Ing. Juan Córdova Ochoa

Cuenca – Ecuador

2013

Dedicatoria

Con afecto dedico este trabajo a mi familia

Agradecimiento

A la Universidad del Azuay por haberme brindado la oportunidad de profundizar en el ámbito de la telemática, particularmente al Ing. Juan Córdova Ochoa, quien acertadamente dirigiera el presente trabajo de graduación.

Índice de contenidos

Portada.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Resumen.....	xi
Abstract	xii
Capítulo I:	1
Introducción	1
1.1 Descripción de la Geografía y Demografía del Cantón Limón Indanza	1
1.1.1 Geografía.....	1
1.1.2 Demografía.....	2
1.1.3 Densidad.....	3
1.2 Estado de las telecomunicaciones en Morona Santiago	4
1.2.1 Principales datos estadísticos en América Latina y el Caribe: publicación de datos de la UIT, junio de 2012.....	4
1.2.2 Nivel de Penetración de los servicios de telecomunicaciones	5
1.2.3 Proveedores de servicios de telecomunicaciones.....	7
1.2.3.1 Telefonía fija a nivel de la provincia	8
1.2.3.2 Telefonía Móvil	8
1.2.3.3 Servicio de Internet	9
1.2.3.4 Transporte de Datos.....	9
1.2.3.5 Infraestructura de fibra óptica de las empresas que transportan Datos 10	
1.3 Legislación de la telecomunicaciones y entidades responsables.....	11
1.3.1 Legislación de la telecomunicaciones	11
1.3.2 Entidades de control de las telecomunicaciones	12
1.3.3 Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones.....	12
1.4 Planteamiento del problema	13
Capítulo II:	15
Objetivos	15
2.1 Objetivo principal.....	15

2.2	Objetivos Específicos	15
Capítulo III:	.....	16
Metodología de trabajo y materiales utilizados	.....	16
3.1	Etapas del proyecto	16
3.1.1	Entrevista con las autoridades de telecomunicaciones.....	16
3.1.2	Levantamiento de datos procedente de las diferentes entidades públicas y privadas	16
3.1.3	Uso de las herramientas informáticas adecuadas	17
3.1.4	Visualización y organización de la información	17
3.1.5	Sistema de información geográfica.....	17
3.1.6	Elaboración de un prototipo	17
3.1.7	Ejemplo de un diseño puntual	17
3.1.8	Análisis Económico y Modelo de Gestión.....	18
3.2	Software.....	18
3.2.1	Cartografía Digital de Morona Santiago	18
3.2.2	Software ARGIS	19
3.2.3	Software RadioMobile	19
3.2.4	Cartografía SRTM.....	20
3.2.5	Información de la infraestructura de Telecomunicaciones de la Red de Operadores Existentes	21
Capítulo IV:	.....	22
Georeferenciación de la información de las redes de telecomunicación	.....	22
4.1	Redes y Empresas Consideradas	22
4.2	Organización geográfica de la información	23
4.3	Datos Almacenados en el SIG.....	24
4.3.1	División Político Administrativa.....	24
4.3.2	Cartografía digital a escalas Mayores	25
4.4	Representación geográfica de los nodos de la red	27
4.5	Áreas de Influencia de los nodos de la red.....	29
4.5.1	Áreas de Influencia de los nodos de la red.....	29
Capítulo V:	.....	31
Diseño de un prototipo de una red de acceso inalámbrica	.....	31
5.1	Definiciones	31

5.1.1	Nodo.....	31
5.1.1	Nodo de Interconexión (NI).....	31
5.1.3	Nodo Local Principal (NLP).....	31
5.1.4	Nodo Local Secundario (NLS).....	32
5.1.5	Red de Operadores Existentes (ROE).....	32
5.1.6	Red de Backhaul (RB).....	32
5.1.7	Red Zonal (RZ).....	32
5.1.8	Red de Transporte (RT).....	32
5.1.9	Red de Distribución (RD).....	32
5.1.10	Red de Acceso (RA).....	33
5.2	Arquitectura.....	33
5.3	Estrategia de direccionamiento IP.....	35
5.4	Selección de Frecuencias.....	36
5.4.1	Frecuencias ICM.....	36
5.4.2	Selección de frecuencias.....	37
5.4.3	Detalle de las bandas ICM.....	37
5.5	Tecnología a emplear.....	40
5.6	Equipamiento.....	41
5.6.2	Equipamiento del enlace primario.....	41
5.6.3	Equipamiento del enlace secundario.....	42
5.6.4	Equipamiento de enlace de acceso y equipos de usuario.....	43
5.7	Capacidad de los enlaces.....	43
5.8	Perdidas básicas de propagación.....	45
5.8.1	Consideraciones.....	47
5.9	Mantenimiento de la Red.....	48
5.9.1	Fases del Mantenimiento.....	48
5.10	Presupuesto de una red genérica.....	49
5.10.1	Presupuesto de cada enlace.....	49
Capítulo VI:.....		53
Diseño de una red específica del repetidor Cerro Bosco a la parroquia Santa Susana de Chiviaza.....		53
6.1	Características del enlace.....	53
6.2	Descripción de la zona y justificación de su elección.....	54

6.3	Arquitectura.....	55
6.3.1.	Direccionamiento IP.....	55
6.4	Selección de frecuencias	57
6.5	Capacidad de los enlaces.....	57
6.6	Cálculo de coberturas	59
6.6.1.	Enlace de Transporte Cerro Bosco – Cerro Chiviaza	59
6.6.2	Enlace Punto Multipunto (Ap) Cerro Chiviaza – Chiviaza	61
6.6.3.	Enlace Punto Multipunto (Ap) Cerro Chiviaza – El Pescado	63
6.7	Equipamiento	66
6.7.1.	Enlace de Transporte Cerro Bosco – Cerro Chiviaza	66
6.7.2	Enlace Punto Multipunto (Ap) Cerro Chiviaza – Chiviaza	68
6.7.3.	Enlace Punto Multipunto (Ap) Cerro Chiviaza – El Pescado	69
6.8	Presupuesto de la red.....	70
Capítulo VII:	.....	81
Modelo de gestión para el proyecto	.....	81
7.1	Datos generales.....	81
7.1.1	Fin	81
7.1.2	Objeto.....	81
7.1.3	Tipo de proyecto	81
7.1.4	Localización	81
7.1.5	Beneficiarios:	81
7.1.6	Componentes del proyecto.....	82
7.1.7	Responsables	82
7.1.8	Participantes	82
7.1.9	Costo del proyecto.....	82
7.1.10	Duración del proyecto:.....	83
7.2	Gestión por fases	83
7.2.1	Fase 1: Diseño	83
7.2.2	Fase 2: Gestión Comunitaria.....	84
7.2.3	Fase 3: Implementación	85
7.2.4	Fase 4: Funcionamiento	85
7.4	Modelos de inversión amortizados.....	86
7.4.1	A mediano Plazo	86

7.4.2 A largo Plazo.....	88
7.1 Modelo de inversión en base a subsidio.....	90
7.1.1 Retorno social y económico para la comunidad.....	91
Conclusiones.....	94
Bibliografía.....	95
Anexos.....	97

Índice de Tablas

Tabla 1: Parroquias de Limón Indanza.....	2
Tabla 2: Habitanates, Superficie, Densidad.....	3
Tabla 3: Indicadores fundamentales de telecomunicaciones/ 2011.....	4
Tabla 4: Densidad del servicio de telefonía nivel nacional 2001-2009.....	5
Tabla 5: Repetidoras dela ROE, Morona Santiago.....	24
Tabla 6: Perfil Topográfico desde Cerro Bosco a Patuca.....	30
Tabla 7: Direccionamiento IP.....	35
Tabla 8: Frecuencias de Equipamiento.....	41
Tabla 9: Equipamiento enlace primario.....	42
Tabla 10: Equipamiento de enlace secundario.....	42
Tabla 11: Equipamiento de enlace de acceso y equipos de usuario.....	43
Tabla 12: Enlace Backhaul.....	50
Tabla 13: Enlace principal.....	50
Tabla 14: Enlace secundarios.....	51
Tabla 15: Enlaces de Acceso.....	52
Tabla 16: Enlace.....	54
Tabla 17: Enlace Chiviaza y El Pescado.....	58
Tabla 18: Características backbone.....	66
Tabla 19: Nano Station M5.....	69
Tabla 20: Antenas Mars sectoriales 90°.....	69
Tabla 21: Presupuestos de la red.....	71
Tabla 22: Mano Obra.....	71
Tabla 23: Materiales.....	72
Tabla 24: Mano Obra.....	73

Tabla 25: Materiales.....	73
Tabla 26: Mano Obra	74
Tabla 27: Red El pescado.....	75
Tabla 28: ManoObra	75
Tabla 29: Materiales.....	76
Tabla 30: Mano Obra	76
Tabla 31: Materiales Repetidores	76
Tabla 32: Mano Obra Repetidores	78
Tabla 33: Materiales Clientes.....	79
Tabla 34: Mano Clientes	79
Tabla 35: Resumen presupuestario	80
Tabla 36: Presupuesto	84
Tabla 37: Retorno socioeconómico a Corto Plazo.....	91

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Cantones de Morona Santiago	1
Ilustración 2: Parroquias Cantón Limón	2
Ilustración 3: Telefonía móvil.....	6
Ilustración 4: Red de Fibra Óptica: Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT.....	10
Ilustración 5: Ubicación de repitidoras dentro Morona Santiago	23
Ilustración 6: Cantones ARCGIS	25
Ilustración 7: Cartografía	26
Ilustración 8: Mapa de Elevaciones Morona Santaigo.....	27
Ilustración 9: Distancia entre la Repetidora "Cerro Bosco" con las repitidoras restantes.....	28
Ilustración 10: Arquitectura Red de Distribución	34
Ilustración 11: Arquitectura red de Acceso.....	34
Ilustración 12: Frecuencias ICM.....	36
Ilustración 13: Frecuencias utilizadas	39
Ilustración 14: Tabla de Erlang B	45
Ilustración 15: Enlace.....	53

Ilustración 16: Zona	54
Ilustración 17: Tabla VLANS	56
Ilustración 18: Dirección IP	56
Ilustración 19: Enlace Cerro Bosco- Cerro Chiviaza.....	59
Ilustración 20: Potencia de umbral de recepción	60
Ilustración 21: Enlace Punto Multipunto	61
Ilustración 22: Margén de enlace	62
Ilustración 23: Cobertura de antena sectorial.....	63
Ilustración 24: Enlace cerro Chivaiza- El Pescado	64
Ilustración 25: Alcance receptor	65
Ilustración 26:Cobertura El Pescado.....	66
Ilustración 27: Antena Parabólica	67
Ilustración 28AP Lobometric 954TS:	68
Ilustración 29: Características equipo Miura Five	70
Ilustración 30: Localización.....	81
Ilustración 31: IDH antes y después del proyecto.....	93

Resumen

En la actualidad las redes de conectividad se han expandido en las principales urbes del Ecuador, sin embargo, su incursión ha sido muy baja en las zonas rurales, especialmente en la región amazónica. El presente estudio se propone diseñar una alternativa para llegar a estos espacios mediante un prototipo aplicable para comunidades de escasos recursos que podrían ser financiados por fondos destinados a fomentar en desarrollo rural. De este modo, la presente investigación se orienta a la obtención de información sobre la infraestructura de telecomunicaciones, procedente de las instituciones que administran, regulan y/o utilizan el espectro radioeléctrico. Para ello, se ha colocado los datos en un sistema de información geográfica para así plantear soluciones aplicables a las comunidades rurales de la provincia de Morona Santiago. Como propuesta puntual, se ha diseñado y presupuestado una red de telecomunicaciones entre el repetidor Cerro Bosco y la parroquia Santa Susana de Chiviaza, lo que permite aprovechar la infraestructura existente y crear una red de acceso a las comunidades rurales El Pescado y Chiviaza. Finalmente, se ha elaborado un Modelo de Gestión en base a un análisis económico y social que justifica la propuesta y que facilita la gestión por parte de la propia comunidad ante del FODETEL, a fin de hacer realidad este servicio.

ABSTRACT

Nowadays connectivity nets have expanded in the main cities of Ecuador. However, in the rural areas their incursion is very low, especially in the Amazon region. The present study proposes to design an alternative in order to reach these areas through a prototype for poor communities that could be financed by funds destined to encourage rural development. Therefore, the present research was aimed at obtaining information of the infrastructure of telecommunications. This data was acquired from the institutions that manage, regulate, and/or use the radio spectrum. In order to achieve this, we have placed the data in a geographical information system so as to propose solutions for the rural communities of *Morona Santiago*. The particular proposal was to design and make a budget of a telecommunications net between the *Cerro Bosco* repeater and the Parish of *Santa Susana de Chiviaza*, which will allow us to take advantage of the existing infrastructure to create a network of access to the rural communities of *El Pescado* and *Chiviaza*. Finally, we have created a Management Model based on an economic and social analysis, which will justify the proposal and facilitate the management by the community members towards FODETEL, in order to make this service a reality.



UNIVERSIDAD DEL
AZUAY
DPTO. IDIOMAS



Translated by,
Diana Lee Rodas

Capítulo I:

Introducción

El hecho primordial que ha motivado el progreso de este trabajo es la dificultad de cierta minoría, habitante de pequeños núcleos urbanos, para acceder a las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones. Dicho grupo representa el 66,43% del total de la población, en un país en vías de desarrollo, como lo es el Ecuador. Los factores relevantes en nuestro problema responden a la geografía y a la falta de infraestructura por lo que el presente capítulo introduce aspectos notables sobre la geografía, demografía y la situación actual de las telecomunicaciones de la provincia de Morona Santiago, perteneciente a la minoría descrita con antelación.

1.1 Descripción de la Geografía y Demografía del Cantón Limón Indanza

1.1.1 Geografía

El cantón Limón Indanza limita: al Norte con el cantón Santiago, al Sur con los cantones San Juan Bosco y Gualaquiza, al Este con los cantones Santiago, Tiwintza y la república del Perú y al Oeste con la provincia del Azuay. Está dentro de la provincia de Morona Santiago en los paralelos: por el Norte 9°689.821 y por el Sur 9°633.584 y en los meridianos: por el Este 831.234 y por el Oeste 757.871.

Ilustración 1: Cantones de Morona Santiago

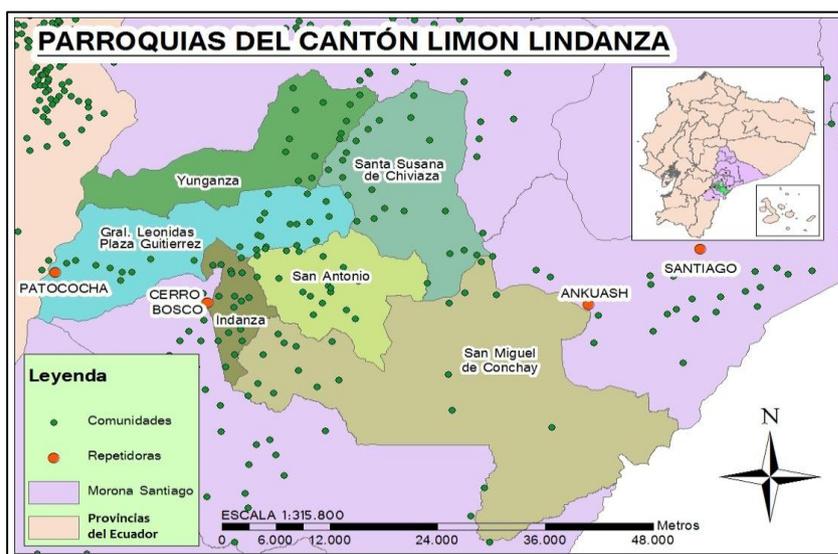


Fuente: GAD Limón Indanza (2012)

1.1.2 Demografía

El cantón Limón Indanza cuenta con 6 parroquias, a lo largo de las cuales se encuentran 70 comunidades. (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Limón Indanza, 2012)

Ilustración 2: Parroquias Cantón Limón



Fuente: GAD Limón Indanza (2012)

Como se puede observar la parroquia más poblada es General Plaza con 3.981 habitantes, por encontrarse asentada aquí la cabecera cantonal y la menos poblada es la parroquia San Antonio con 666 habitantes. (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Limón Indanza, 2012). Dicha población, está distribuida por parroquias de la siguiente manera:

Tabla 1: Parroquias de Limón Indanza

Parroquia	Hombres	Mujeres	Total
General Plaza	1920	2061	3981
Indanza	704	659	1363
San Antonio	331	335	666
San Miguel de Conchay	969	927	1896

Santa Susana de Chiviaza	386	386	772
Yunganza	522	522	1044

Fuente: GAD Limón Indanza (2012)

Todos los centros poblados del cantón, a excepción de la ciudad de General Plaza, son de carácter rural, es decir 6454 habitantes que representan el 69,39% viven en estas áreas.(Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Limón Indanza, 2012).

En lo que respecta al área de intervención del presente proyecto, éste se ubica dentro de la parroquia Santa Susana de Chiviaza y las comunidades a las que directamente se beneficia son la comunidad Chiviaza cuyos habitantes suman 199 y la comunidad de El Pescado que suma un total de 95 habitantes.

1.1.3 Densidad

El cantón posee dos zonas; una urbana, en la cual se ubica la ciudad de General Plaza, que cuenta con un área urbana de 3.32 Km² y con una densidad poblacional de 1061.14 Hab./Km²; finalmente una rural, que tiene como más alta densidad poblacional a la parroquia San Miguel de Indanza con 18.98 Hab./Km² y la más baja la tiene la parroquia General Plaza con 1.60 Hab./Km². Para lo cual, la densidad poblacional del cantón es de 5.38 habitantes por Kilómetro cuadrado.

Tabla 2: Habitanates, Superficie, Densidad

NOMBRE DE JURISDICCIÓN	Nº. HABITANTES	SUPERFICIE Km².	DENSIDAD Hab./Km².
General Plaza (Urbano)	3523	3.32	1061.14
General Plaza (Rural)	458	286.63	1.60
General Plaza (Total)	3981	289.95	13.73
Indanza	1363	71.81	18.98
San Antonio	666	179.34	3.71
San Miguel de Conchay	1896	755.60	2.51
Santa Susana de Chiviaza	772	284.55	2.71
Yunganza	1044	224.47	4.65
Cantón Limón Indanza	9722	1805.72	5.38

Fuente: GAD Limón Indanza (2012)

1.2 Estado de las telecomunicaciones en Morona Santiago

1.2.1 Principales datos estadísticos en América Latina y el Caribe: publicación de datos de la UIT, junio de 2012

Tabla 3: Indicadores fundamentales de telecomunicaciones/ 2011

Cada 100 habitantes	Ecuador	América Latina Y el Caribe	Países en Desarrollo	En el Mundo
Abonados a la telefonía fija	15.45	18.2	11.6	17.3
Abonados al servicio móvil-celular	104.5	106.9	77.8	85.7
Abonados a la banda ancha fija (alámbrica)	4.4	7.3	4.9	8.5
Abonados a la banda ancha móvil activa	11.97	10.6	8.0	15.7
Usuarios de internet (%)	32.71	38.8	24.4	32.5
Hogares con Internet (%)	17.54	28.6	20.5	34.1
Hogares con computadora (%)	31.7	35.9	24.8	38.4
Ancho de banda Internacional de Internet (en bits/s) por usuario	28000	8009	3531	10976

1.2.2 Nivel de Penetración de los servicios de telecomunicaciones

El abasto de operadores privados y públicos de servicios de telecomunicaciones y transporte de datos en las zonas rurales de la provincia se ha visto afectado, debido a que las instituciones concentran sus energías en la infraestructura existente en las ciudades con mayor densidad poblacional. Este hecho se da por el alto costo de la implementación de infraestructura (fibra óptica, cable de cobre o construcción de sitios de repetición para redes de radio), por las bajas tasas de retorno de la inversión, además de la falta de servicios como vías de acceso, electricidad, etc.

Según la CNT operador estatal que está posicionado en la provincia, las estadísticas de telecomunicaciones actualizadas proporcionan datos sobre los siguientes indicadores

- . El nivel de penetración de la Telefonía fija en la provincia alcanza 8,72
- . El acceso a internet alcanza el 4.7%
- . La penetración del servicio de telefonía móvil es de 56,1% (INEC, 2010)

El descuido de inversión en temas prioritarios de desarrollo por parte del estado ha provocado que los servicios de Telecomunicaciones se provean únicamente a las principales ciudades del cantón; mientras que, en la zona rural se observa la ausencia de servicios básicos y de telecomunicaciones, que darían acopio a otras actividades como: agricultura, salud, turismo, educación, seguridad, administración de justicia, etc. Gracias a estos factores no se han satisfecho las necesidades de la población.

Tabla 4: Densidad del servicio de telefonía nivel nacional 2001-2009

Densidad del servicio de telefonía fija a nivel nacional por el periodo 2001-octubre 2009					
Período	Líneas de abonado	Líneas para terminales de uso público	Total Líneas en operación	Población	Densidad
Hasta Nov 2009	1.983.456	12725	1.988.642	13.988.642	14,27%

Fuente: SENATEL,

Autor: Corral De Witt, 2010, pág. 18,

El incremento del indicador de penetración de la telefonía móvil tiene como explicación la adquisición de más de una línea telefónica por parte de los usuarios, que habitan las principales ciudades, además debemos tomar en cuenta las campañas publicitarias de las operadoras para comercializar nuevos equipos y líneas mediante planes mensuales o anuales.

El servicio de acceso a internet banda ancha (BA) es exclusivo para las cabeceras cantonales; sin embargo, la situación es diferente en las parroquias que tan solo cuentan con un telecentro comunitario centralizado, el cual no abastece las necesidades de toda la población, además las estadísticas indican que el OJO de la provincia tiene acceso a esta tecnología, pero, únicamente un pequeño porcentaje del total de la población accede al servicio de BA, con una conexión de 1024kbps, mucho menor de los estándares de la UIT o la adecuada en otros países.

1.2.3 Proveedores de servicios de telecomunicaciones

Mediante la investigación en las entidades públicas de regulación del sector, se podrán compilar datos sobre las empresas proveedoras de servicios de telecomunicaciones, nivel de penetración actual y área de cobertura.

Gracias a esa información, a las estadísticas de la distribución de la población y a las redes de telecomunicaciones de entidades públicas de la provincia, se han podido establecer las regiones, en las cuales no existe infraestructura de acceso, también se ha determinado cuáles son las parroquias beneficiaras y qué impacto tendrá el proyecto dentro de los cantones de la provincia.

Los servicios a tomarse en cuenta son:

- Servicio de Internet
- Telefonía Móvil
- Telefonía Fija
- Transporte de Datos

1.2.3.1 Telefonía fija a nivel de la provincia

Las empresas de telefonía fija que tiene concesión para prestar servicios en Morona Santiago son:

- Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT E.P.

Abonados: 2'011.339

Servicio: 7.421

Teléfonos Públicos: 9.312

Total: 2.028.072

(Corporación Nacional de Telecomunicaciones, 2010)

CNT E.P. es la fusión de Andinatel S.A. y Pacifictel S.A., empresa de propiedad del estado Ecuatoriano, que mediante Decreto Ejecutivo No. 218, el 14 de enero del 2010 paso a ser empresa pública del Ecuador - CNT EP. Su máxima autoridad es el Gerente General, el cual es nombrado directamente por el presidente de la república. Su área de cobertura comprende todo el territorio Ecuatoriano.(Corporación Nacional de Telecomunicaciones, 2010)

1.2.3.2 Telefonía Móvil

Las empresas de telefonía móvil que tienen concesión y frecuencias para prestar servicios en Morona Santiago son:

- CNT E.P.
- Conecel S.A.
- Otecel S. A.

En el año de 1992 se inicia el proceso de concesión de las bandas en 850 MHz para la operación de las primeras empresas de telefonía móvil en Ecuador. El 26 de agosto de 1993 Conecel, dueña de la marca comercial Claro, recibe la concesión por parte del Estado, y el 29 de noviembre del 1993 se firma el contrato de concesión con la empresa Otecel, dueña de la marca comercial Movistar. Las concesiones tiene un tiempo de vigencia de 16 años, renovables por igual periodo de tiempo, previo el

pago de los valores que acuerden, por un lado el Estado representado por los organismos de regulación y por otro las empresas operadoras.(Corporación Nacional de Telecomunicaciones, 2010)

1.2.3.3 Servicio de Internet

Los principales proveedores del servicio de internet son las compañías de telefonía fija, móvil y por cable.

La ley de telecomunicaciones nos habla de cómo las empresas de telefonía fija, móvil y por cable, que posean el título habilitante de portador y que cuenten con una infraestructura habilitada para proveer servicios finales de telecomunicaciones, pueden manejar los datos de los usuarios, de acuerdo con el reglamento para la prestación de Servicios de Valor Agregado. (Corporación Nacional de Telecomunicaciones, 2010)

1.2.3.4 Transporte de Datos

En esta sección se hace referencia a las empresas que poseen la concesión para ofrecer el servicio de transporte de datos a nivel de la provincia. Al respecto, la “Ley especial de Telecomunicaciones” del Ecuador, a través del “Reglamento para otorgar concesiones de los servicios de telecomunicaciones” señala lo siguiente:

Art. 3.- La concesión es la delegación del Estado para la instalación, prestación y explotación de los servicios finales y portadores de telecomunicaciones y la asignación de uso de frecuencias del espectro radioeléctrico correspondiente, mediante la suscripción de un contrato autorizado por el CONATEL y celebrado por la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones, con una persona natural o jurídica domiciliada en el Ecuador y que tenga capacidad legal, técnica y financiera.(Congreso Nacional del Ecuador, 2001)

El “Reglamento general a la Ley de Telecomunicaciones reformado” define los servicios portadores.

Art. 7.- Son servicios portadores aquellos que proporcionan a terceros la capacidad necesaria para la transmisión de signos, señales, datos, imágenes y sonidos entre puntos de terminación de una red definidos, usando uno o más segmentos de una red. Estos servicios pueden ser administrados a través de redes públicas conmutadas o no conmutadas integradas por medios físicos, ópticos y electromagnéticos.(Congreso Nacional del Ecuador, 2001)

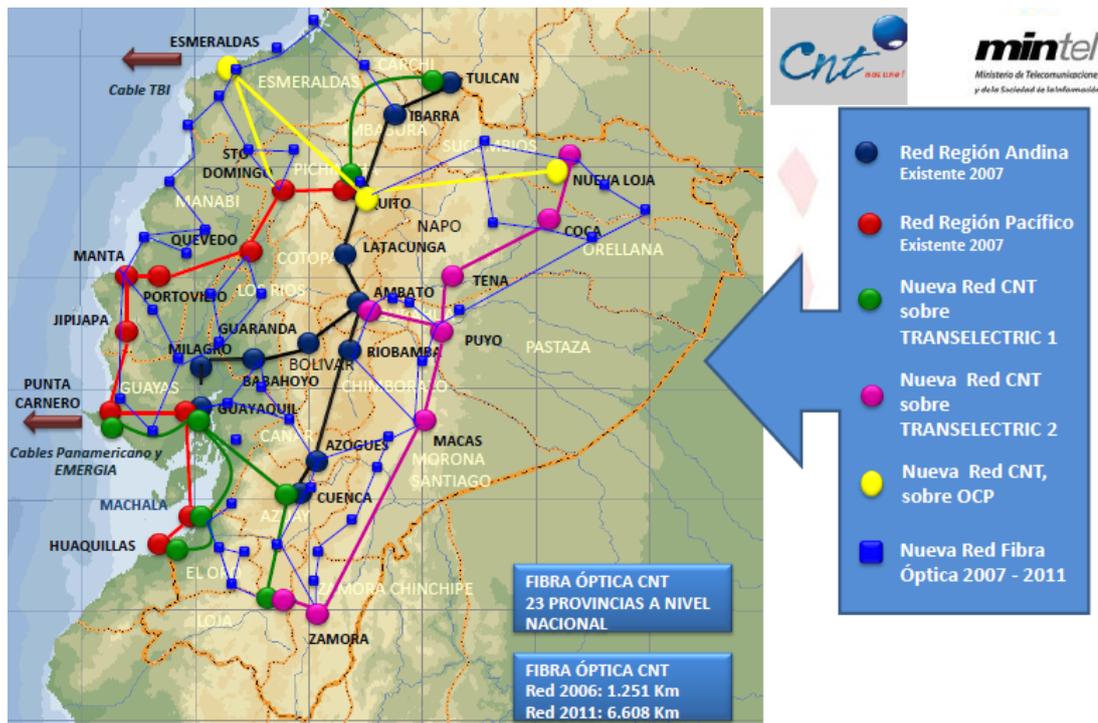
las compañías dedicadas a la transmisión de datos en la provincia, las pertenecientes al Estado son: Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT S.A, y Transelectric S.A.,(Congreso Nacional del Ecuador, 2001)

1.2.3.5 Infraestructura de fibra óptica de las empresas que transportan Datos

En la provincia, las compañías habilitadas para el servicio de transporte de datos y que cuentan con infraestructura propia de fibra óptica son:

- Conecel S.A. (Privada)
- Telconet S.A (Privada)
- Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT S.A (El Estado)
- Transelectric S.A. (El Estado)
- Otecel S.A. (Privada)

Ilustración 4: Red de Fibra Óptica: Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT



Fuente: MINTEL, 2012

En forma puntual dentro de la provincia de Morona Santiago, se ha insertado dentro de la capital de la provincia el sistema de Nueva Red CNT y Nueva Red Fibra Óptica 2007-2011.

1.3 Legislación de la telecomunicaciones y entidades responsables

1.3.1 Legislación de la telecomunicaciones

Actualmente, es efectiva la Ley especial de Telecomunicaciones publicada en el registro oficial 770 de 1995.

El objetivo de La ley especial de telecomunicaciones es la regulación de la utilización, operación, instalación, desarrollo de toda transmisión y de la emisión o recepción de imágenes, señales, signos, sonidos e información de cualquier naturaleza por radioelectricidad, medios ópticos, hilo u otros sistemas electromagnéticos para controlar.

Dicha ley abarca los requisitos para la obtención de los títulos habilitantes (concesiones o permisos), expedidos para proveer estos servicios, también se habla de servicios públicos, redes privadas, servicios finales, portadores y servicios de valor agregado; además, norma la reventa de servicios y establece el régimen de libre

competencia, de servicio universal, de conexión e interconexión y uso del espectro radioeléctrico.

Los sectores incluidos en la ley alcanzan a la telefonía fija, servicios móviles avanzados, portadores, servicios de valor agregado, implementación y uso de redes privadas y operación de cibercafés para acceso a internet.

1.3.2 Entidades de control de las telecomunicaciones

En nuestro país, el Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información (MINTEL) son los organismos reguladoras de Telecomunicaciones.

MINTEL nace por medio de decreto ejecutivo n°8 firmado por el Presidente de la República, con fecha 13 de agosto del 2009. La principal función de esta entidad es la coordinación de asesoría para alcanzar el acceso igualitario a los servicios del área de telecomunicaciones, además aporta a elevar el nivel de vida de la población ecuatoriana y asegura el avance hacia la Sociedad de la Información y el Conocimiento de las Tecnologías de la Información y Comunicación.

La regulación del sector de Telecomunicaciones es realizada por parte del estado a través del Consejo Nacional de Telecomunicaciones CONATEL y la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones SENATEL. Los servicios de radiodifusión y televisión son regulados por el Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión CONARTEL.

El control tanto de los servicios de telecomunicaciones como de radiodifusión y televisión lo realiza la Superintendencia de Telecomunicaciones SUPTEL.

1.3.3 Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones

El FODETEL, que se crea con la Resolución n° 394-18-COANTEL-2000, sería uno de los socios estratégicos para nuestro proyecto en cuestión, ya que aporta económicamente a los proyectos de desarrollo de telecomunicaciones en las zonas

rurales y urbanas marginales del país con el objeto de la prestación del servicio universal.

Sus objetivos son:

- a. El financiamiento de proyectos y programas, así como estudios, seguimiento, supervisión y fiscalización respectivos, con el fin de mejorar el acceso a los servicios de telecomunicaciones de los habitantes de las áreas rurales y urbanas marginales, que conforman parte del Plan de Servicio Universal.
- b. Incremento del acceso a la población en áreas rurales y urbano marginales a los servicios de telecomunicaciones, con miras a la universalización en la prestación de estos servicios para favorecer la integración nacional, mejorar el acceso de la población al conocimiento y la información, cooperar con la prestación de los servicios de educación, salud y emergencias, así como crear facilidades para el comercio y la producción.
- c. Prestar atención a las áreas rurales y urbanas marginales que presenten un bajo índice de penetración de servicios de telecomunicaciones.
- d. Promoción de la participación del sector privado en la ejecución de sus programas y proyectos

La institución FODETEL se financia del cobro del 1% de la facturación de los operadores del país, fin por el cual pueden lograrse soluciones de telecomunicaciones en zonas rurales.

1.4 Planteamiento del problema

En Morona Santiago, la población de las cabeceras cantonales gozan de los servicios de telecomunicaciones como telefonía fija, móvil acceso a internet, banda ancha y transporte de datos; en contraste con las parroquias y caseríos del sector, que carecen de los servicios ya mencionados.

Las estadísticas señalan el bajo porcentaje de acceso a los servicios de telecomunicaciones, que muestran los habitantes de los centros rurales, motivo por el

cual estos sitios han quedado apartados y se han visto afectados al no recibir beneficios relacionados a: salud, seguridad, gestión pública y educación.

Varias entidades del Estado ecuatoriano han construido infraestructura propia para así, acceder con redes de voz y datos en apoyo a sus actividades específicas.

Dicha infraestructura física se convierte en una ventaja, ya que se puede aprovechar para conseguir una solución práctica al problema de la falta de servicios de telecomunicaciones en las parroquias rurales, reduciendo precios y escogiendo tecnologías que proporcionen un servicio pertinente para el transporte de voz y datos de los usuarios.

Para este fin, es de vital importancia hacer un inventario de las operadoras, que cuentan con infraestructura física de telecomunicaciones a nivel provincial, mediante la geo referencia. Durante el desarrollo de este proceso podremos aprovechar esta información para solventar las necesidades.

El proyecto propone la realización de ese levantamiento de información, para así poder exponer una propuesta viable y competente para solucionar el problema de acceso a las nuevas tecnologías con fines sociales en las parroquias rurales del cantón Limón Indanza.

Capítulo II:

Objetivos

2.1 Objetivo principal

Usar la infraestructura física de telecomunicaciones de las operadoras presentes en el cantón Limón Indanza para proponer una solución eficaz y de tinte social, que brinde el acceso a las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones a las parroquias de dicho cantón.

2.2 Objetivos Específicos

- a.** Realizar un levantamiento para conocer los datos de las redes de telecomunicaciones de los operadores existentes en el sector, usando un sistema de información geográfico SIG, para así identificar las estaciones repetidoras de los operadores y a su vez las poblaciones rurales que serán las potenciales beneficiarias del proyecto propuesto, además de otra información relevante para realizar los cálculos específicos del diseño de las redes.
- b.** Elaborar un Modelo Tipo que de conectividad y servicios de telecomunicaciones a unidades educativas, subcentros, centros, puntos de salud, gobiernos seccionales y telecentros comunitarios de las parroquias del sector, dentro del área de cobertura de la red de los operadores existentes.
- c.** Presentar un diseño puntual que conecte el repetidor “CERRO BOSCO” con la parroquia Santa Susana de Chiviaza provincia de Morona Santiago, el proyecto será el encargado de aportar conectividad a la población adyacente y de tomar en cuenta las características que puedan tomarse en cuenta para que la red pueda ser replicada en otras comunidades en condiciones similares.
- d.** Elaborar el Análisis Económico y un modelo de Gestión con la comunidad con el objeto de proceder a la recomendación de operadores de telecomunicaciones.

Capítulo III:

Metodología de trabajo y materiales utilizados

3.1 Etapas del proyecto

Las siete etapas recorridas para la realización del presente proyecto, serán descritas a continuación:

3.1.1 Entrevista con las autoridades de telecomunicaciones

Para el avance de nuestro proyecto fue importante la entrevista con varias autoridades competentes dentro del área de las telecomunicaciones, las entidades visitadas fueron: EMPRESA ELECTRICA REGIONAL CENTRO SUR, SENATEL, CONATEL, SUPERTEL, CNT EP.

El propósito de estos acercamientos se centra en la búsqueda de información de soporte para el desarrollo de nuestro propósito y para la posibilidad de aportes brindados por parte de entidades del gobierno como el FODETEL.

3.1.2 Levantamiento de datos procedente de las diferentes entidades públicas y privadas

Pasos efectuados para la realización del levantamiento de información:

- Revisión de estadísticas emitidas por las entidades oficiales del estado.
- Recopilación de información de los involucrados en el área de telecomunicaciones, como empresas del sector y las entidades de regulación
- Documentación expuesta por los organismos de control de las telecomunicaciones
- Artículos científicos publicados sobre las TIC (tecnologías de la información y la comunicación) en apoyo al desarrollo de las telecomunicaciones en zonas rurales.

- Entrevistas relacionadas con el diseño de redes, con personal de las empresas proveedoras de servicios de telecomunicaciones.

3.1.3 Uso de las herramientas informáticas adecuadas

Fue indispensable la identificación de las herramientas informáticas existentes para la representación de la información, así como la simulación de los enlaces propuestos en la propuesta. Se utilizó el software ARGIS que representa geográficamente los datos, también se trabajó con el Software Radio Mobile en lo que respecta a la simulación de enlaces radioeléctricos.

3.1.4 Visualización y organización de la información

La información obtenida proviene de dos afluentes: la lograda después del proceso de levantamiento de datos de la infraestructura de telecomunicaciones y la brindada por el Instituto Geográfico Militar (IGM), que recopila datos de ciudades, vías, cartografía y demás información del país. Los datos se presentan gráficamente para observar las relaciones que hay entre ellos.

3.1.5 Sistema de información geográfica.

En el software ARGIS, se ha realizado un Sistema de Información Geográfica SIG, que logra hacernos visualizar los datos procedentes de la provincia y de las estaciones repetidoras. Es posible combinar información de diferente índole, para tener los suficientes elementos y así tomar decisiones sobre el diseño de enlaces de radio.

3.1.6 Elaboración de un prototipo

Para permitir el paso de las TIC's a las poblaciones rurales de los cantones, se ha elaborado un prototipo de solución que pueda replicarse en las diferentes repetidoras de los operadores existentes en la provincia.

3.1.7 Ejemplo de un diseño puntual

Para el caserío El Pescado dentro de la provincia de Morona Santiago se ha diseñado un enlace inalámbrico (con sus respectivos cálculos, equipos y costos) entre el repetidor “Cerro Bosco” y la parroquia de Santa Susana de Chiviaza.

3.1.8 Análisis Económico y Modelo de Gestión

Se ha realizado un análisis sobre el valor total de la implementación del enlace inalámbrico puntual y se elaboró un Modelo de Gestión, que abarca a la población beneficiaria del proyecto para que este pueda ser expuesto a las operadoras existentes en la zona.

3.2 Software

La información de la infraestructura de telecomunicaciones se ha relacionado directamente con la geográfica, ya que el objetivo principal se centra en la obtención de una visión global para alcanzar soluciones específicas en las zonas rurales de Morona Santiago. A continuación, se describe el software empleado.

3.2.1 Cartografía Digital de Morona Santiago

El Instituto Geográfico Militar (IGM) ha elaborado la cartografía digital de la provincia de Morona Santiago a gran escala, sus cantones, y demás. Dicha información ha sido proporcionada por el departamento de planificación del Consejo Provincial de Morona Santiago.

El IGM (institución técnica y científica) se ocupa de la elaboración de la Cartografía Nacional y del archivo de datos geográficos del país para velar por el progreso del país, en cuanto a viabilidad, obras de ingeniería, exploración petrolera, planificación urbana, educación, catastros, turismo, entre otros. Además, su actividad se enmarca en la ley de la Cartografía Nacional, elabora mapas, cartas y demás documentos cartográficos oficiales del territorio ecuatoriano.

El SHP es un formato de archivo informático de datos especiales, además es un formato vectorial de almacenamiento digital que almacena la ubicación de los elementos geográficos y los atributos asociados a ellos, ha sido desarrollado por ESRI (Environmental Systems Research Institute), quienes crean y comercializan

software para sistemas de información geográfica (SIG). Este formato es el encargado de contener la cartografía, que comprende la división política de la provincia, la ubicación de los cantones, parroquias, cuencas hidrográficas, información vial, relieve y otros datos.

3.2.2 Software ARGIS

ARGIS nos facilita el manejo de información geográfica. Su interfaz presenta un ambiente gráfico, lo que hace posible su uso. Además, completa vistas de datos locales y remotos.

Esta herramienta permite que realicemos sistemas de información geográfica de uso profesional para varios fines que favorecen a las entidades públicas o privadas de cualquier país del mundo.

3.2.3 Software RadioMobile

Se maneja en telecomunicaciones para analizar enlaces radioeléctricos.

Es un software gratuito que facilita:

- El análisis y simulación del área de cobertura en un sistema inalámbrico y traza el perfil de las trayectorias potenciales.
- La elección de la primera zona y su comportamiento durante el trayecto.
- La delimitación del área de cobertura desde una estación fija, en relación con los usuarios fijos o móviles.
- RadioMobile utiliza datos de elevación del terreno en sus cálculos, esta información se guarda en cartas digitales de varios formatos que pueden obtenerse de internet, muchas de las veces en forma gratuita.

Radio Mobile realiza cálculos de potencia recibida utilizando el modelo de Longley Rice y los datos anteriormente mencionados. Longley Rice es un formato estadístico que valora varios parámetros para calcular pérdidas, entre los que se pueden mencionar:

- Conductividad y permisividad del suelo
- Perfiles del terreno
- Altura del Terreno
- Refracción de la troposfera
- Clima

Este software ofrece intervalos de confianza para las pérdidas medianas de propagación y para calcularlas se usa la teoría de la difracción, la refracción troposférica y el escattering del terreno. Las pérdidas adicionales provienen de medidas tomadas en diferentes casos.

Es indispensable detallar las características de los equipos a utilizarse y los parámetros requeridos, debido a que son necesarios para simular enlaces con el software.

3.2.4 Cartografía SRTM

RadioMobile hace uso de mapas SRTM (misión Shuttle Radar Topographic Mission) para las simulaciones. Dicha misión tenía como propósito la obtención de un modelo digital de elevación del globo terráqueo entre 56°S a 60°N, para crear una base de cartas topográficas digitales de alta resolución de la Tierra.

El levantamiento de información se realizó por zonas, así Los mapas de América del Norte y Europa cuentan con una mayor calidad, debido a que la información se levantó con un intervalo de 1 arcosegundo, por lo que se observa una alta resolución en esta zona. En Ecuador, la realidad es diferente, ya que aquí existe un intervalo de adquisición de información de 3 arcosegundo, esto permite llegar a resoluciones máximas de 92.8m por 92.8m, motivo por el cual son de menor calidad.

La Agencia de Inteligencia Geoespacial Nacional, NGA y la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio, NASA originan un proyecto internacional llamado: La Misión Topográfica Shuttle Radar.

3.2.5 Información de la infraestructura de Telecomunicaciones de la Red de Operadores Existentes

Se ha podido geolocalizar la infraestructura en el SIG y conocer información técnica como la altura de las torres, obra civil y disponibilidad de energía eléctrica gracias a los datos encontrados mediante las entidades de control, de proveedores y de los demás participantes en el mercado de las telecomunicaciones de Morona Santiago.

Capítulo IV:

Georeferenciación de la información de las redes de telecomunicación

Se describen los pasos que se han seguido para representar las redes de telecomunicaciones de los operadores existentes en el sistema de información geográfica y como se emplea estas datos en la planificación de enlaces de telecomunicaciones

4.1 Redes y Empresas Consideradas

Las empresas públicas han invertido grandes cantidades de su presupuesto anual de funcionamiento para implementar redes de datos y telecomunicaciones; de esta manera, pueden acceder a un correcto desempeño en sus funciones.

Algunas empresas abastecen de servicios de telecomunicaciones a terceros, mediante redes para dicho fin, esta es la situación de la CNT EP, o Transelectric, que presta sus servicios de telefonía fija, y transporte de datos respectivamente.

Otras instituciones públicas cuentan con redes privadas e infraestructura de repetidores, que únicamente funcionan para sus funcionarios, en tópicos referidos a la actividad específica de la institución, y que concuerden con la Ley Especial de Telecomunicaciones.

En ambos casos los repetidores son parte de la ROE (Red de Operadores Existentes), que atiende a fines específicos.

La infraestructura que usan las operadoras existentes en la provincia, se caracteriza por estar asentada en elevaciones, donde el Ministerio de Obras Públicas construyó vías de acceso y las empresas eléctricas regionales tendieron redes de distribución de energía eléctrica, este fenómeno ha causado que se edifique una gran cantidad de

torres y casetas, que alojan equipos para la comunicación entre las diferentes ciudades, con el fin de utilizarlos tanto en sectores públicos como en privados.

Con el fin de utilizar esta información en la red propuesta, es necesario organizarla, levantando un inventario de los repetidores de redes, además, se deben contemplar aspectos como ubicación por cantones y características técnicas adicionales.

4.2 Organización geográfica de la información

Para organizar la información de los repetidores de la ROE, se ha dividido a la provincia por sus cantones correspondientes

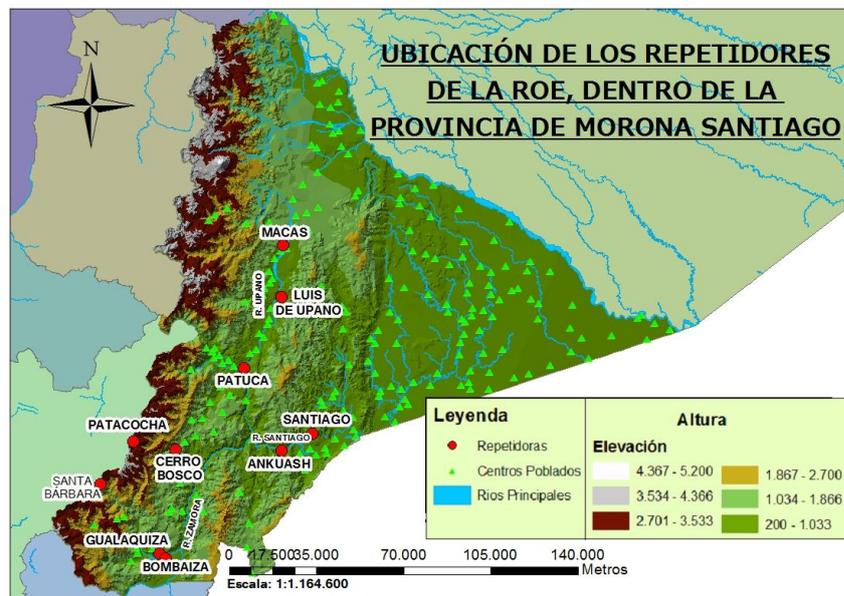


Ilustración 5: Ubicación de repitidoras dentro Morona Santiago

Se ha elaborado un listado conteniendo los repetidores de la ROE, con sus respectivos nombres, el código asignado, el cantón al cual pertenecen y las coordenadas UTM, todo este proceso se da gracias a la realización del levantamiento. Dicha información se muestra en la tabla:

Tabla 5: Repetidoras dela ROE, Morona Santiago

Ord	Nombre	Código	Provincia	Coord. X	Coord. Y
1	Macas	MSA1	Morona Santiago	820530	9745364
2	Luis de Upano	MSA2	Morona Santiago	820047	9724245
3	Patuca	MSA3	Morona Santiago	805013	9695579
4	Ankuash	MSA4	Morona Santiago	819877	9662268
5	Santiago	MSA5	Morona Santiago	832321	9669031
6	Cerro Bosco	MSA6	Morona Santiago	777436	9662564
7	Patococha	MSA7	Morona Santiago	760412	9666192
8	Santa Bárbara	MSA8	Morona Santiago	747235	9648920
9	Gualaquiza	MSA9	Morona Santiago	770836	9620600
10	Bomboiza	MSA10	Morona Santiago	773432	9618906

4.3 Datos Almacenados en el SIG

Para el planteamiento de soluciones se recolectan datos específicos de las relaciones existentes en la combinación de capas, que pueden contener información de las redes de telecomunicaciones del estado o también información de población, relieve, vial u otro que se haya ingresado. Así mismo, los datos de la ROE, se han esquematizado e ingresado en el SIG (Sistema de Información Geográfica, 2013), que a su vez los representa geo posicionándolos en un superficie plana.

Se ha utilizado el formato SHP para ingresar los datos geográficos de la Provincia, los puntos que precisan las repetidoras sobre infraestructura de telecomunicaciones de la ROE se han introducido en una hoja electrónica con formato .CSV.

Los datos geográficos del ARCGIS se especifican a continuación.

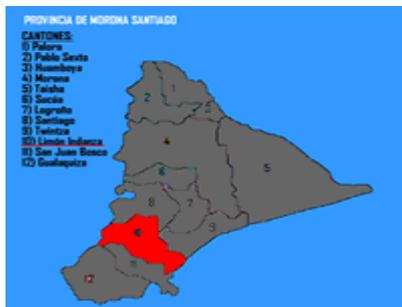
4.3.1 División Político Administrativa

Comprende datos sobre la provincia, sus cantones y parroquias, mismas que pueden ser representadas en modo gráfico geo referenciado.

- **Ciudades.-** Identifica las ciudades y centros urbanos de la provincia sus coordenadas UTM o geográficas, perímetro y nombre.
- **Poblados.-** Son las parroquias rurales y caseríos de la provincia.
- **Red Vial.-** Hace referencia a las vías de primero, segundo y tercer orden sin hacer diferencia entre ellas, únicamente son representadas como líneas con un nombre genérico.
- **Ríos.-** Muestra las cuencas hidrográficas de la provincia, representadas con un nombre genérico.

Las necesidades específicas de cada caso son evaluadas mediante ARCGIS, ya que nos ayuda a identificar las ciudades, cantones e información que contiene a diferentes escalas, de las cuales el usuario puede beneficiarse.

Ilustración 6: Cantones ARCGIS



Fuente: GAD Limón Indanza 2012

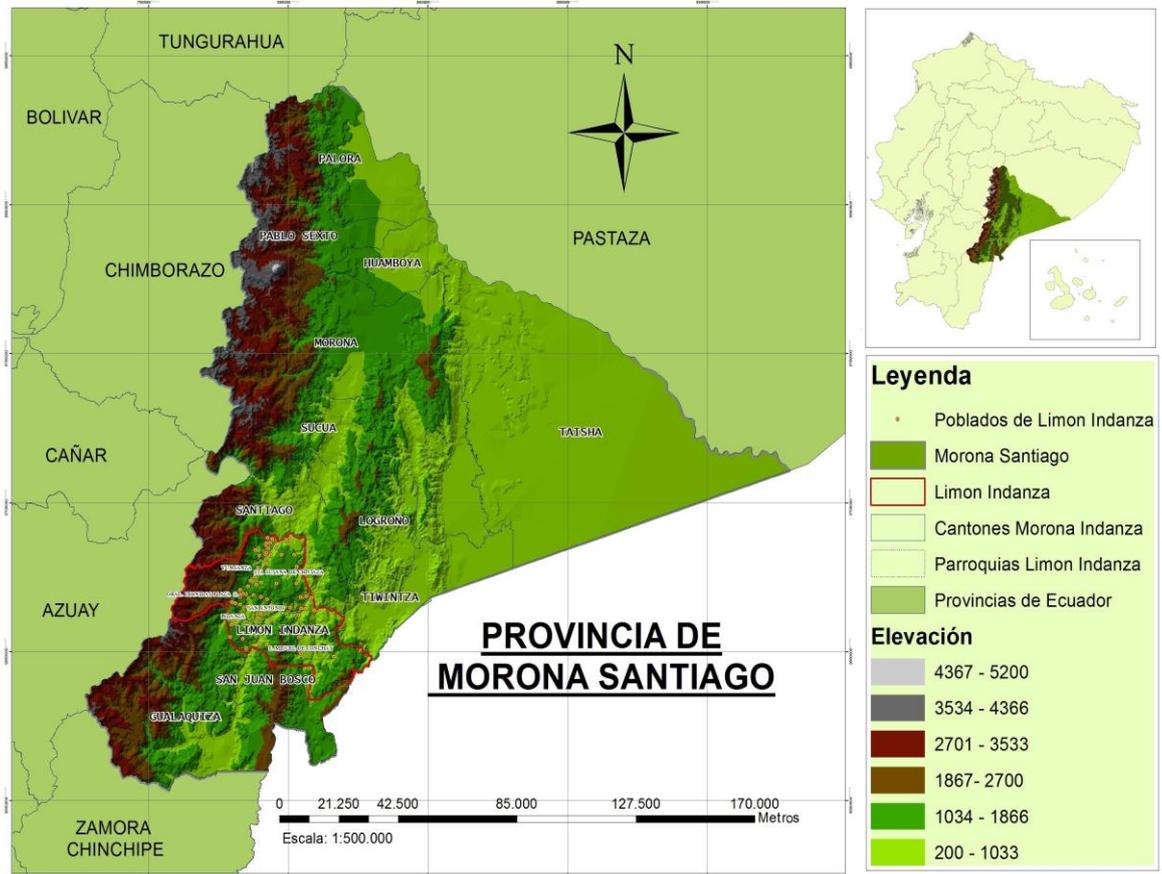
Se observa al Cantón Limón Indanza y las poblaciones aledañas.(Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Limón Indanza, 2012)

4.3.2 Cartografía digital a escalas Mayores

Podemos trabajar con cartas digitales a escala 1:50.000, que nos permitirán tener mayor detalle, por ello son comercializadas por el Instituto Geográfico Militar, aquí encontramos especificaciones como nombres de calles, poblaciones, accidentes

hidrográficos, vías, caseríos, puntos geo referenciados, edificios públicos, callejeros, etc.

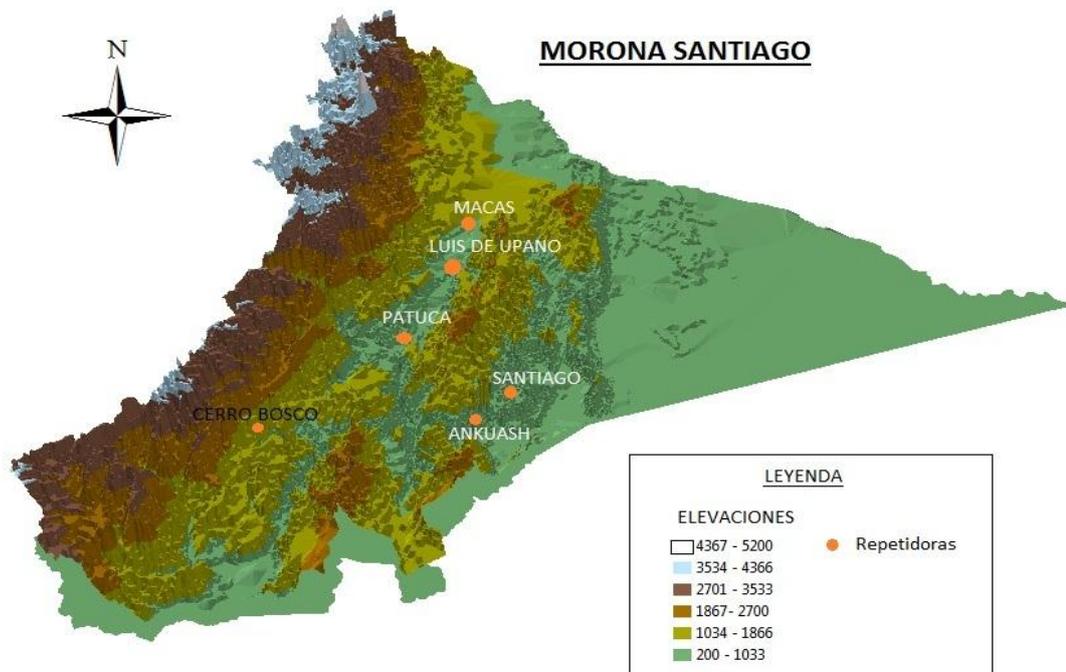
Ilustración 7: Cartografía



Fuente: SIG

La planificación de enlaces de telecomunicaciones específicos se puede hacer mediante dichas cartas digitales, además nos permiten localizar puntos de salud unidades educativas y los posibles beneficiarios de la propuesta, de la misma manera podemos establecer las redes de acceso y realizar las simulaciones y cálculos.

Ilustración 8: Mapa de Elevaciones Morona Santaigo



Fuente: SIG

La figura anterior muestra en 3D como está compuesta la provincia de Morona Santiago y de manera particular las repetidoras que se encuentran en la provincia.

4.4 Representación geográfica de los nodos de la red

En esta propuesta se ha almacenado la información pertinente a los repetidores ROE gracias a que la información geográfica puede introducir nuevos elementos en el SIG, geo referenciarlos e incrementar cualquier tipo de información, que se crea oportuna. La información correspondiente a cada repetidor se detalla a continuación:

- . Nombre del Repetidor
- . Coordenadas UTM X e Y para geo posicionarlos

- . Fotografías del Repetidor
- . Cantón en la que se Encuentra
- . Altura de la Torre
- . Registro de Mantenimientos
- . Cuadros de Mantenimiento
- . Listado de los activos fijos de la estación
- . Otros Datos de Interés

A continuación se complementa la distribución que tiene las imágenes de las torres de la provincia en relación a la Repetidora Cerro Bosco.

Ilustración 9: Distancia entre la Repetidora "Cerro Bosco" con las repetidoras restantes



En esta fase de la propuesta observamos que los datos especificados sobre cada nodo de la ROE resultan funcionales para la planificación e implementación de los enlaces. Además es posible añadir cualquier información técnica o de otro tipo que se puede considerar útil.

4.5 Áreas de Influencia de los nodos de la red

El fin de esta proyecto contempla la viabilidad de la implementación de una red inalámbrica alternativa de telecomunicaciones rurales en el cantón Limón Indanza, motivo por el cual es menester identificar las poblaciones beneficiarias a futuro, mismas que serán aledañas de los nodos de la ROE. Estas zonas están representadas en la figura siguiente y para su cálculo, se ha utilizado un radio de 40km. Valor elegido conforme el criterio, correspondiente a una distancia que podría cubrirse con equipos de telecomunicaciones para enlaces punto a punto con las poblaciones beneficiarias. Además, se pueden determinar áreas de cobertura de 40km para así emplear tecnología que brinde mejores prestaciones y costos más bajos.

La superposición de todas las áreas de influencia (unión de los círculos verdes de la gráfica) representa la zona que quedaría cubierta al utilizar los nodos de la ROE para proporcionar conectividad a las zonas cercanas. El área que cubre un repetidor es de 5.026 Km², suponiendo, en base a observaciones en el SIG, un nivel de superposición del 80% entre áreas adyacentes.

4.5.1 Áreas de Influencia de los nodos de la red

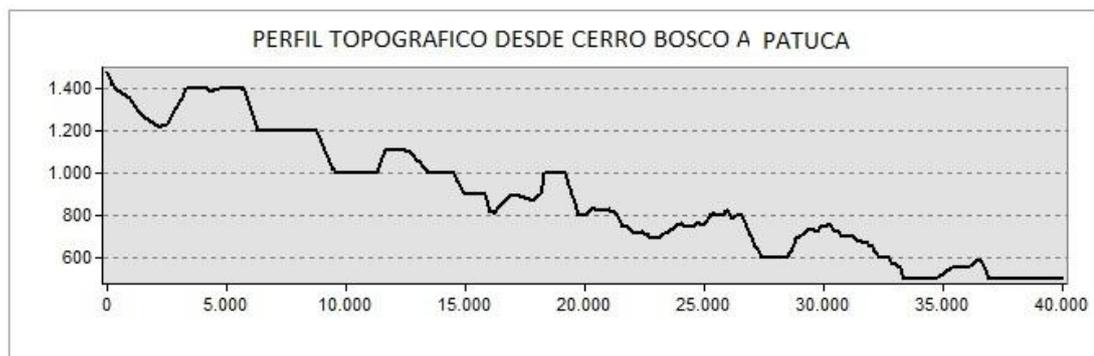
Para lograr el respectivo levantamiento de información desde un punto específico es necesario visualizar los ROE, identificar uno y determinar si la población escogida está en la zona de influencia del mismo.

En la provincia de Morona Santiago, el repetidor electo ha sido el del Cerro Bosco, para lo cual se grafica una área de influencia alrededor del repetidor, el diámetro cambia con respecto a las necesidades y a la condiciones geográficas del terreno.

Es imprescindible aumentar la escala para que la zona seleccionada indique más detalles y así podamos identificar la población específica con la que se hará el levantamiento de información para el diseño de un radio enlace.

Para ello, es de vital importancia revisar las elevaciones que interconectan a las repetidoras más cercanas a la parroquia Santa Susana de Chiviaza dentro del cantón Limón Indanza. Se observa entonces la relación existente entre Cerro Bosco y la Repetidora Patuca.

Tabla 6: Perfil Topográfico desde Cerro Bosco a Patuca



Como se puede observar, de acuerdo al perfil topográfico, es mucho más conveniente trabajar desde el Cerro Bosco para comunicar a la parroquia Santa Susana de Chiviaza que se encuentra en la mitad del transcurso del perfil expuesto en el mapa anterior pues con mucho le supera en altura al Cerro de Patuca.

Capítulo V:

Diseño de un prototipo de una red de acceso inalámbrica

El presente capítulo toma en cuenta los aspectos fundamentales para hacer posible una red zonal tipo en las localidades rurales del cantón, dentro del área de influencia de la ROE, para de esta manera permitir la comunicación entre usuarios locales y externos. También, aborda los lineamientos generales para crear un prototipo de red de acceso inalámbrica, para usarlas posteriormente en zonas concretas.

5.1 Definiciones

En seguida, se definirán y enumerarán elementos básicos de la arquitectura de red.

5.1.1 Nodo

Estaciones localizadas en las repetidoras o en las poblaciones a beneficiarse de la propuesta se denominarán nodos.

5.1.1 Nodo de Interconexión (NI)

Es el punto, en el cual se encuentra la red del proveedor de servicios de Internet o servicios portadores que se unen con la Red de Backhaul.

El NI se ha implementado por el proveedor de servicios de telecomunicaciones que proporcionan el acceso a Internet u otros servicios de telecomunicaciones y su ubicación tiene que ver con el trayecto de la red del proveedor

5.1.3 Nodo Local Principal (NLP)

Estación localizada en la población cabecera de red y que se une directamente con el ROE. Se denomina así, debido a que otro nodo cercano se conecta a la ROE, por medio de este.

5.1.4 Nodo Local Secundario (NLS)

Dicha estación se encuentra en una población beneficiaria cercana, que no es cabecera de red y se conecta a través del NLP para salir a la ROE.

5.1.5 Red de Operadores Existentes (ROE)

Grupo de repetidores usados para el presente proyecto, estos forman parte de las entidades del Estado y conforman los ejes de transmisión para esta propuesta.

5.1.6 Red de Backhaul (RB)

Es el enlace de Backhaul es el encargado de transmitir información entre el nodo de interconexión y el ROE.

La capacidad del enlace se distribuye a las redes de transporte, distribución y acceso, que ponen en contacto a los beneficiarios. Además, este enlace tiene la capacidad de transportar datos de una o más RZ has el ROE

5.1.7 Red Zonal (RZ)

Se alude a los enlaces y redes de menor complejidad que conectan la ROE, el NLP, los NLS y los usuarios finales.

5.1.8 Red de Transporte (RT)

El enlace principal que se evidencia entre el ROE más cercano a la comunidad beneficiaria y el NLP situado en la misma.

Su característica principal alude se relaciona a un enlace de capacidad correcta para el soporte de todas las necesidades de las redes de distribución que se conectan al NLP.

5.1.9 Red de Distribución (RD)

Enlaces secundarios que conectan el NLP con los NLS situados en las poblaciones cercanas a la población considerada como cabecera de red

Estos enlaces se dimensionan su capacidad, en función del número de usuarios y los servicios que se habiliten.

5.1.10 Red de Acceso (RA)

Dicho enlace determina la zona de cobertura de los usuarios locales que pueden conectarse a la red en un NLP o NLS situado en las poblaciones beneficiarias

Cumple su función en bandas de frecuencia ICM y da paso a que varios usuarios accedan de manera simultánea a la estación base del NLS o NLP, de forma inalámbrica desde dispositivos localizados en el área de cobertura.

Este enlace está dimensionado de acuerdo al número de abonados permitidos y la capacidad o ancho de banda de cada uno.

5.2 Arquitectura

La arquitectura propuesta obedece a la de Red Zonal (RZ) que interconectará los ROE con grupos de poblaciones, que necesitan tener acceso a los servicios de telecomunicaciones y que se organizan en zonas geográficas.

La RZ abarca las redes de menor jerarquía desde el ROE hasta el usuario final en la población rural

Estas Redes Son:

- Red de Transporte materializada por el enlace principal.
- Red de Distribución materializada por los enlaces secundarios
- Red de Acceso materializada por los enlaces de acceso

Ilustración 10: Arquitectura Red de Distribución

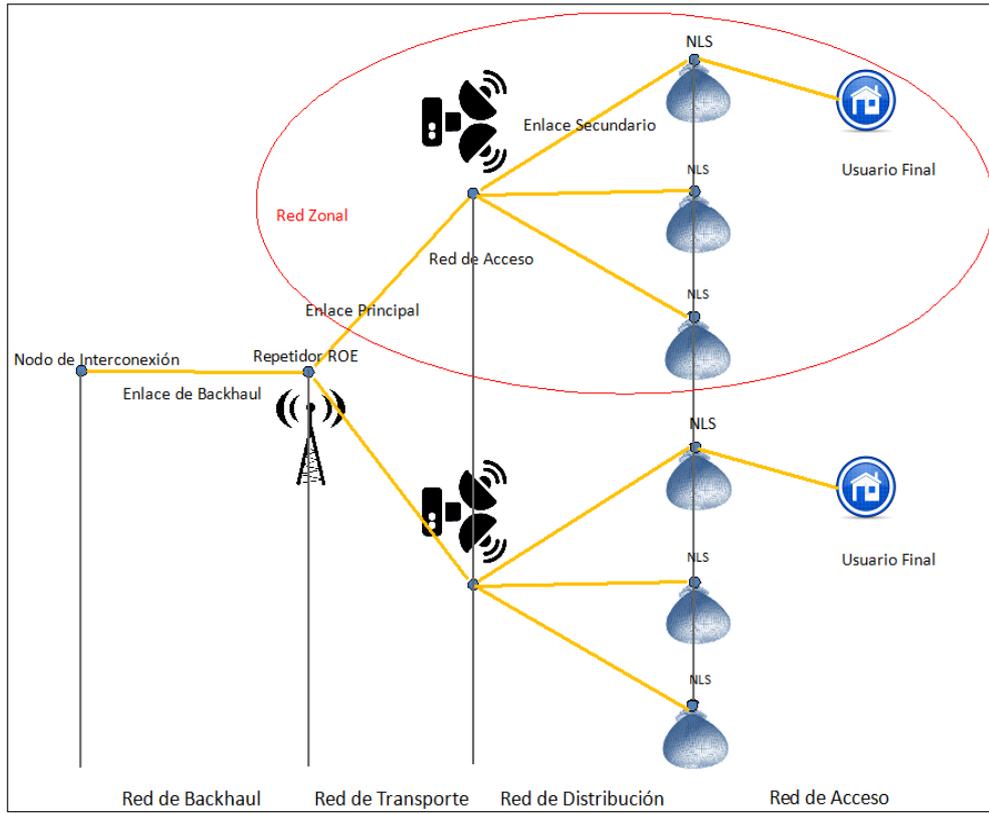
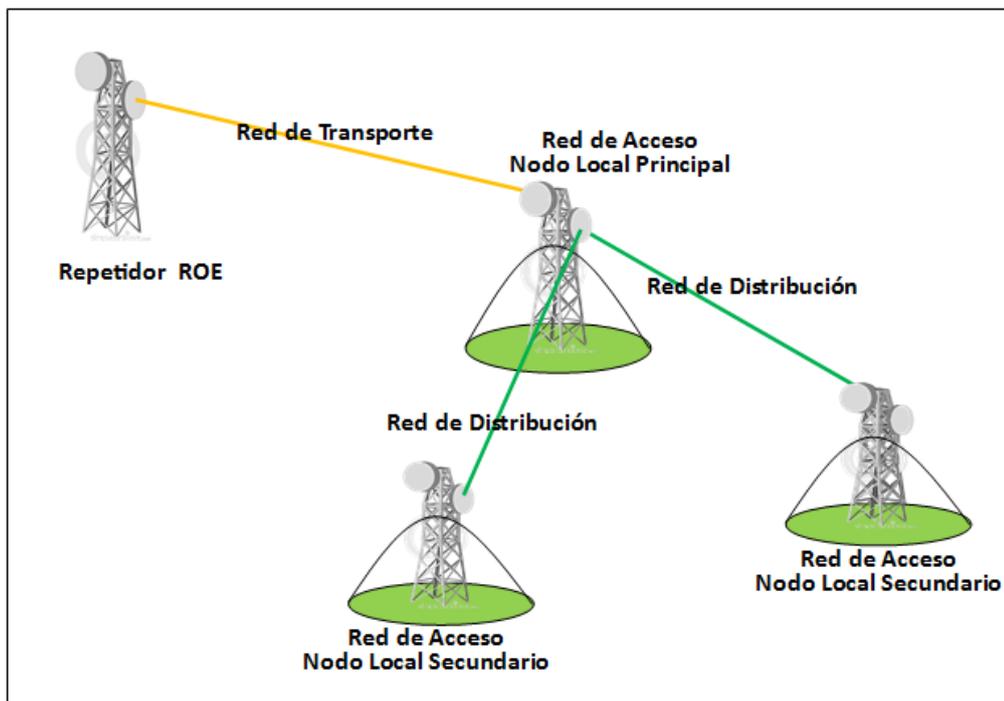


Ilustración 11: Arquitectura red de Acceso



El gráfico representa un ROE, su NI y poblaciones rurales dentro de su zona de dominio. La RZ agrupa a las poblaciones cercanas entre si y contiene el enlace principal entre el repetidor y el NLP. De esta manera, podemos notar los enlaces secundarios en el NLP y los NLS ubicados en las poblaciones aledañas. Los enlaces delimitan las redes de Backhaul, de transporte, de distribución representados en la figura.

En la figura podemos ver la RZ y las redes que la componen, estas son: red de transporte, red de distribución, además en cada NLP y NLS se observa la red de acceso que define el área de cobertura para los usuarios. En consecuencia, los usuarios estarán conectados, a los nodos principales y a los secundarios, razón por la cual los primeros hacen la función de estación base y también cumplen la función de repetidor

5.3 Estrategia de direccionamiento IP

Para obtener una referencia dentro de la asignación de direcciones IP, respetando un orden preestablecido, la propuesta presenta la normativa *guifinet*. Los criterios imprescindibles a cerca de direccionamiento IP se han revisado y adaptado a este diseño. Las direcciones utilizadas son IPv4 privadas (RFC 1597).

La decisión de emplear varios rangos de direcciones IP para las redes, se ha tomado diferenciar las principales de las secundarias y regular su aplicación en los RROE pertinentes para este tipo de soluciones.

Tabla 7: Direccionamiento IP

Red	Rango de direcciones IP	Mascar IP	Observaciones
Red de Backhaul	10.0.0.0-10.255.255.255	255.0.0.0	IP entre diferentes Redes Zonales
Red de Transporte	10.0.0.0-10.255.255.255	255.0.0.0	Enlaces principales dentro de RZ
Red de Distribución	172.16.0.0-172.16.255.255	255.255.0.0	Enlaces secundarios dentro de RZ
Red de Acceso	172.16.0.0-	255.255.	Enlaces de Acceso dentro

	172.16.255.255	0.0	de RZ
Red de Usuario	192.168.0.0- 192.168.255.255	255.255. 0.0	Red interna de cada usuario

Fuente: (Corral De Witt, 2010)

5.4 Selección de Frecuencias

5.4.1 Frecuencias ICM

Para implementar esta propuesta es menester emplear las frecuencias en las bandas ICM (Investigación, Ciencia, Medicina).

La resolución 417-15-CONTALE-2005 se aprobó en el año 2005 y permite la operación de sistemas de radiocomunicaciones que emplean técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha. La tabla evidencia rangos de frecuencia asignados a las bandas ICM e INI en el Ecuador.

Ilustración 12: Frecuencias ICM

Ord	Banda MHz	Asignación
1	902 - 928	ICM
2	2400 - 2483.5	ICM
3	5150 – 5250	INI
4	5250 – 5350	INI
5	5470 – 5725	INI
6	5725 - 5850	ICM, INI

Fuente: (Corral de Witt, 2010)

Las bandas no licenciadas deben ser registradas en la SENATEL para pagar un costo por su uso.

Dicha disposición restringe el funcionamiento de estas bandas de frecuencias a la mayoría de la población; sin embargo, en otros países es de uso libre, respetando los niveles máximos de potencia de transmisión y ganancia de las antenas.

5.4.2 Selección de frecuencias

Se debe verificar que las bandas ICM no sean utilizadas por otros usuarios en el momento, mediante un análisis de ellas y del nivel de ocupación presente.

Es preponderante analizar el nivel de ocupación de las bandas ICM en estos puntos para seleccionar cuál se deberá usar. Este proceso se da en la etapa de Levantamiento al visitar las RROE. Además, debemos informarnos sobre las ventajas de cada una y así sabremos el número de canales no interferentes con los que cuenta y los enlaces cercanos que cubrirían cada una para asegurar un desempeño óptimo.

Existen herramientas muy útiles para elaborar un análisis correcto. Entre ellas encontramos al software Net Stumbler OJO, aplicación de descarga libre desde la página web, lugar donde observamos otras herramientas para el diseño de redes inalámbricas.

5.4.3 Detalle de las bandas ICM

El estudio se diseñará a partir de las bandas ICM, debido a su mayor facilidad para el registro dentro de la Senatel, esto nos permitirá ser independiente del proveedor del servicio o del portador con el cual se vaya a llegar al usuario final. Además, las bandas ICM han tenido un gran desarrollo de tecnología, pues sus equipos se han estandarizado y homologado previamente en la Senatel debido a su amplio uso.

Otro punto importante a considerar es que estas bandas permiten el desarrollo de tecnologías como la del EE (Espectro Ensanchado). Tecnología que se populariza con rapidez ya que maximiza el uso del ancho de banda del canal, permitiendo a múltiples señales, utilizar el mismo canal sin colisiones. Además, el desarrollo de esta tecnología es más asequible económicamente para el usuario final debido a que permite obtener ventajas cruciales en cuanto a los costos de los aparatos.

En la Ley Reformatoria a la Ley Especial de Telecomunicaciones (CONATEL, 2005), de acuerdo a la resolución 538-20-CONATEL-2000, se destaca la importancia

de una buena administración del espectro radioeléctrico. A propósito, se indica que la tecnología EE utiliza baja densidad de potencia, minimizando el riesgo de interferencias desde o hacia sistemas convencionales o de la misma tecnología; de tal forma que, se puede compartir la misma banda de frecuencias con sistemas de banda angosta, aumentando la eficiencia en la utilización del espectro.

Por otro lado, la Senatel (CONATEL, 2013), aprobará los sistemas de Espectro Ensanchado en las siguientes configuraciones.

- Sistemas fijos punto a punto
- Sistemas fijos punto-multipunto
- Sistemas móviles
- Sistemas de Explotación
- Configuraciones que el CONATEL defina

Es indispensable conocer las características de cada banda para saber cuál usaremos.

-Banda de 900MHz.- Nodemanda de línea de vista, es una banda con una baja tasa de utilización en enlaces punto a punto o punto multipunto, una de sus falencias es que varios aparatos electrónicos trabajan en esta banda, entre ellos tenemos: teléfonos inalámbricos, controles remotos, razón por la que puede llegar a degradar la calidad del enlace. Cuenta con tres canales no interferentes.

-Banda de 2.4GHz.- Está dotada de tres canales no interferentes, que son usados simultáneamente. Las aplicaciones urbanas han saturado que la banda, en las zonas rurales se observa lo contrario.

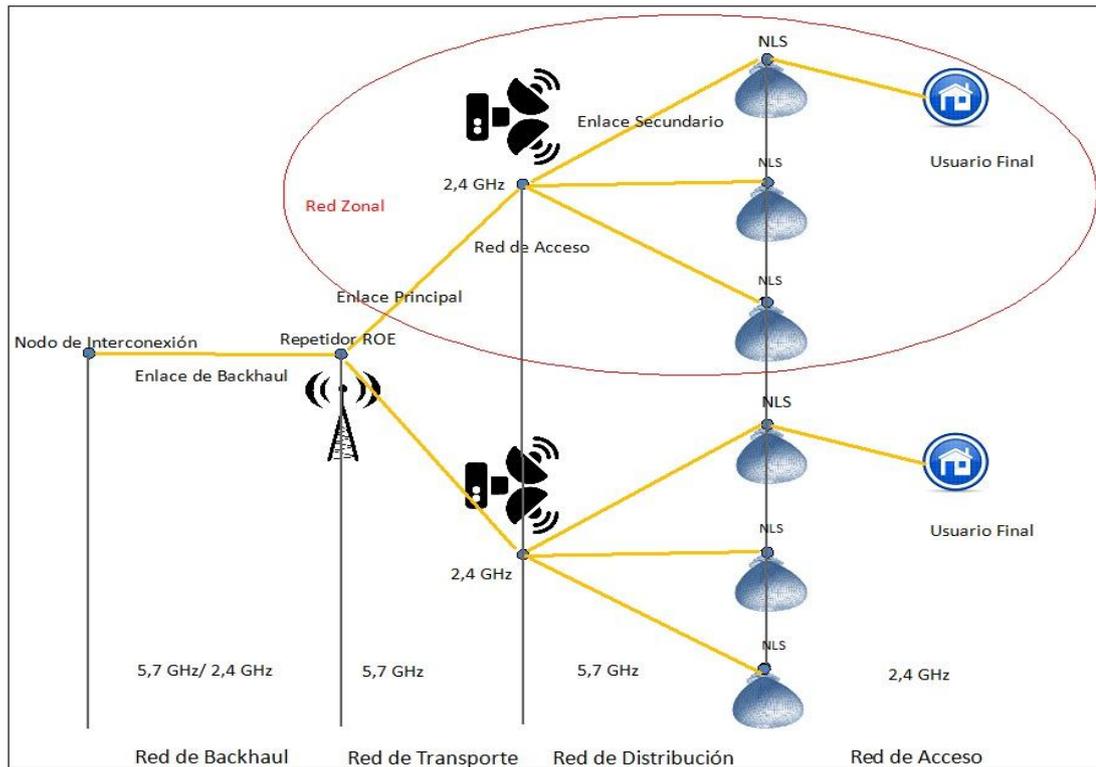
-Banda de 5.8 GHz.- Muestra pérdidas de propagación, cuenta con un nivel de ocupación similar a la banda d 2.4GHz en Ecuador, su alcance es menor, necesita de línea de vista y de más repetidores. Tiene ocho canales no interferentes para acceso de usuarios y 4 canales para enlaces punto a punto.

. Cobertura.- Las bandas de frecuencias más altas tienen un menor alcance.

Interferencia.- Puede ser co-canal y de canal adyacente, para lo que se necesita separar al máximo los canales de las frecuencias de la banda usada en el mismo nodo.

. **Disponibilidad.-** Los equipos con los que se implemente la solución, deberán funcionar en las bandas electas.

Ilustración 13: Frecuencias utilizadas



Especificación de las Frecuencias ha ser utilizadas.

Emplearemos la banda de 5.8GHZ para los enlaces de *Backhaul* nodos que soporten mayor tráfico, y para aquellos donde se debe evidenciar más de un enlace punto a punto como en los NLP. No se descarta la reutilización de frecuencias, ni la inclusión de enlaces en banda de 900MHz si el caso lo amerita.

La RB operará en 5.8GHz o en 2.4GHz, la RT y la RD trabajará en 5.8GHz, para finalizar la RA funcionará en 2.4GHz.

5.5 Tecnología a emplear

Se han revisado las múltiples tecnologías existentes, que podrían utilizarse para trabajar con los enlaces previstos para la propuesta (ANEXO). Después de considerar las características técnicas de Wimax 802.16, de WiFi 802.11 a/b/g y tecnología de los fabricantes, se requiere emplear equipos de calidad probada acordes a las necesidades de los beneficiarios del proyecto y a la topología a implementar, para que de esta manera, existan distribuidores locales, que brinden calidad a un precio competitivo.

Después de un análisis, se ha decidido trabajar con tecnología propietaria del fabricante, debido a las siguientes premisas:

- Los equipos tanto de marca Alvari3n, marca Lobometrics, como Ubiquiti, son dispositivos homologados por la Senatel. Adem3s, el desarrollo constante de su tecnolog3a, ha permitido que los equipos sean econ3micamente accesibles para el usuario final.
- Los dispositivos permiten el ajuste variable de banda, pudiendo tener as3 mayor facilidad de configuraci3n cuando exista alguna interferencia dentro de la banda. Adem3s, estos equipos permiten realizar barridos de frecuencia para verificar que el uso del espectro se realice de manera eficiente.
- Se observa varios distribuidores autorizados en el pa3s, por lo que, se puede acceder al servicio de soporte t3cnico, capacitaci3n, postventa y repuestos.
- Existe mayor variedad para equipos que operan en las bandas ICM, para enlaces punto a punto o punto multipunto; en consecuencia, se accede a una mayor flexibilidad al momento de implementar la soluci3n en los nodos y ROE.
- Los equipos cuentan con antenas integradas en las cajas de exteriores, hecho que facilita las operaciones de instalaci3n, tambi3n , al colocar dichos equipos en torres de operadores previos, logramos ocupar el m3nimo espacio posible en cuartos de equipos y espacio efectivo en torre.

- Los puntos de acceso en los NLP y NLS se forman con uno o más equipos de AP, agrupándolos en arreglos o clúster, lo que permite la configuración física en los nodos.

5.6 Equipamiento

Cada nodo necesita equipos específicos para los requerimientos técnicos del enlace. También, se debe definir la arquitectura, las frecuencias de operación, seleccionada.

5.6.1 Equipamiento del enlace de Backhaul y del enlace principal

Los enlaces de Backhaul y principal son enlaces punto a punto, para largas distancias en la banda de 5.8GHz, necesitan del equipamiento detallado en la tabla:

Tabla 8: Frecuencias de Equipamiento

Ord	Equipo	Cant	Observación
1	Alvarion BU/RB-B14 5.4-D	2	Velocidad de Tx 28Mbps, distancia máxima 50Km
2	Antena	2	Antena plana de 21 dBi, 11° x 7° Vertical/Horizontal, Conector Tipo N 50 ohmios
3	Cable FTP	2	Hasta 90m, categoría 5e, conector RJ 45
4	PoE 110/220 V, 1.75/9A	2	Distancia hasta 100m
5	Kit de montaje SMMBIA	2	
6	Kit de montaje antena exterior	2	Herrajes
7	Cable conector para antena exterior	2	LMR 200 54.2 dB/100m a 2.4 GHz LMR 200 86.5dB/100m a 5.8GHz

5.6.2 Equipamiento del enlace primario

Este enlace es de menor alcance que el enlace de Backhoul por lo que solo se puede hacer uso de la antena Interna del dispositivo a distancias menores a 20Km.

Tabla 9: Equipamiento enlace primario

Ord	Equipo	Cant	Observación
1	Alvarion BU/RB-B14 5.4-D	2	Velocidad de Tx 28Mbps, distancia máxima 50Km
2	Cable FTP	2	Hasta 90m, categoría 5e, conector RJ 45
3	PoE 110/220 V, 1.75/9A	2	Distancia hasta 100m
4	Kit de montaje SMMBIA	2	
5	Kit de montaje antena exterior	2	Herrajes
6	Cable conector para antena exterior	2	LMR 200 54.2 dB/100m a 2.4 GHz LMR 200 86.5dB/100m a 5.8GHz

5.6.3 Equipamiento del enlace secundario

Los enlaces secundarios funcionan a menor distancia, 3Km solamente con la antena plana, 16km con un plato reflector y 56km con dos platos reflectores, una en cada extremo y son enlaces punto a multipunto.

Tabla 10: Equipamiento de enlace secundario

Ord	Equipo	Cant	Observación
1	Lobometrics 954 TS	1	Velocidad de Tx efectiva 130 Mbps, distancia máxima 20Km con línea de Vista
2	Lobometrics CPE Miura OSB Plus	1	Velocidad Rx 25Mbps a 5Km en línea de vista. Sensibilidad entre -105 dBi a -71 dBi Antena integrada de 17 dBi
3	Antena	1	Antena plana de 21 dBi, 10° x 10° Vertical/Horizontal
4	Cable FTP	2	Hasta 90m, categoría 5e, conector RJ 45
5	PoE 110/220 V, 1.75/9 ^a	2	Distancia hasta 100m
6	Kit de montaje SMMBIA	2	
7	Kit de montaje antena exterior	2	Herrajes

8	Cable conector para antena exterior	1	LMR 200 54.2 dB/100m a 2.4 GHz LMR 200 86.5dB/100m a 5.8GHz
----------	-------------------------------------	---	--

5.6.4 Equipamiento de enlace de acceso y equipos de usuario

Los enlace de acceso son enlaces punto a multipunto, conectan a los usuarios con el NLS

Tabla 11: Equipamiento de enlace de acceso y equipos de usuario

Ord	Equipo	Cant	Observación
1	UBIQUITI NANO STATION M5	1	Velocidad en Rx 6.24 Mbps a – 83 dBm, antena integrada de 14,6 a 16.1 dBi
2	Cable FTP	1	Hasta 90m, categoría 5e, conector RJ 45
3	PoE 110/220 V, 1.75/9 ^a	1	Distancia hasta 100m
4	Kit de montaje antena exterior	2	Herrajes

5.7 Capacidad de los enlaces

Para saber la cantidad de tráfico que deben soportar los enlaces principales y secundarios necesitamos hacer un cálculo, que debe partir de las estadísticas de uso y de los tipos de servicio ofrecidos; sin embargo, este análisis es un tanto complejo por lo que aquí se utilizará una simplificación de estos cálculos que nos brindarán un ancho de banda mínimo por usuario, en la hora cargada, con una probabilidad alta.

Por dicho motivo, el ancho de banda total se divide en una serie de canales discretos de ancho de banda B_n medido en Kbps, cada canal es dado a un usuario, por lo que este podrá cursar tráfico de voz sobre IP, navegación, web, correo electrónico, o cualquier otro servicio requerido. En contraste, si un usuario necesita acceder a uno de estos canales, pero no hay ninguno disponible, el usuario es rechazado por el sistema. Por lo cual, este puede aproximar el sistema como un sistema de pérdidas de N canales discretos.

Para lo cual, en primera instancia es importante el cálculo del número de canales necesarios para soportar el tráfico que se generó. De esta manera, cada usuario ocupará un canal de B_n de ancho en Kbps durante un tiempo T_n , el tráfico en Erlangs ofrecido a la red se puede calcular como:

$$A = Un * \frac{Tn}{3660} (1)$$

Donde A: Tráfico en Erlangs
 Un: Número de usuarios
 Tn: Tiempo de conexión

Con este tráfico, asumiendo una probabilidad de bloqueo P_b de que un usuario no obtenga un canal cuando al momento de utilizarlo, el número de canales necesarios se calculó utilizando la fórmula de Erlang-B inversa,

Ecuación de Probabilidad de bloqueo:

$$P_b = \frac{A^N}{N!} / \sum_{i=0}^N A^i / i!$$

Realizando la Ecuación Inversa

$$N = B^{-1}(P_b, A) \quad (2)$$

Donde N: Número de canales disponibles
 P_b: Probabilidad de Bloqueo

Debido a que este cálculo es un poco complejo se pueden realizar los cálculos de esta función, recurriendo a tablas, que representen el tráfico soportado por un enlace para una determinada probabilidad de bloqueo y un número de canales determinados.

Ilustración 14: Tabla de Erlang B

N/B	Erlang B										
	Probabilidad de Bloqueo										
	0.01	0.05	0.1	0.5	1.0	2	5	10	15	20	30
1	.0001	.0005	.0010	.0050	.0101	.0204	.0526	.1111	.1765	.2500	.4286
2	.0142	.0321	.0458	.1054	.1526	.2235	.3813	.5954	.7962	1.000	1.449
3	.0868	.1517	.1938	.3490	.4555	.6022	.8994	1.271	1.603	1.930	2.633
4	.2347	.3624	.4393	.7012	.8694	1.092	1.525	2.045	2.501	2.945	3.891
5	.4520	.6486	.7621	1.132	1.361	1.657	2.219	2.881	3.454	4.010	5.189
6	.7282	.9957	1.146	1.622	1.909	2.276	2.960	3.758	4.445	5.109	6.514
7	1.054	1.392	1.579	2.158	2.501	2.935	3.738	4.666	5.461	6.230	7.856
8	1.422	1.830	2.051	2.730	3.128	3.627	4.543	5.597	6.498	7.369	9.213
9	1.826	2.302	2.558	3.333	3.783	4.345	5.370	6.546	7.551	8.522	10.58
10	2.260	2.803	3.092	3.961	4.461	5.084	6.216	7.511	8.616	9.685	11.95

Nro de Canales Trafico en Earlangs

Para realizar los cálculos de ancho de banda total (capacidad del enlace Cenlace), se necesita multiplicar el número de canales obtenido en (2) por el ancho de banda asignado a cada canal, Bn es decir

$$\text{Capacidad Enlace} = N * Bn \text{ [Kbps]} \quad (3)$$

Al hablar de los enlaces secundarios y en los primarios, sabemos que todos los tráficos así calculados se añadirán. Para volver el cálculo aún más simple, sobredimensionamos estos enlaces asumiendo que los tráficos se suma, es decir, la capacidad necesaria en un enlace será la suma de las capacidades de los enlaces subordinados a él

Obsérvese que el planteamiento del problema utilizado en esta parte tiene que ver con la simplificación de los cálculos exactos, que exponen un sobredimensionamiento de los enlaces, en consecuencia, estaríamos planificando los mismos para la peor de las situaciones. Por lo general, los cálculos se hacen para el rechazo de 1 de cada 1000 usuarios, probabilidad de bloqueo de 0.01.

5.8 Perdidas básicas de propagación

Conforme se aleja el transmisor la potencia de la señal disminuye. Para calcular este fenómeno se recurre a modelos de propagación que consideran las condiciones físicas del enlace, estas pueden ser: la distancia entre el transmisor y receptor, el despejamiento de la línea que los une o las condiciones del terreno y de la atmosfera. Tomando en cuenta la frecuencia a usarse y dichas condiciones físicas del enlace, es menester dar uso a un modelo de propagación u otro para prever las pérdidas. Si un enlace funciona con antenas de alta ganancia, posee línea de vista entre ambos nodos

y un buen despejamiento; las pérdidas pueden ser aproximadas a las de un espacio libre y vendrán expresadas, en dB, por medio de la fórmula de Friis:

$$Lbf(dB) = 32,45 + 20 \log 10 f(MHz) + 20 \log 10 d(Km)$$

$$Lbf(dB) = 92,45 + 20 \log 10 f(GHz) + 20 \log 10 d(Km)$$

Donde *Lbf*: Pérdidas en el espacio libre en decibelios
 F: Frecuencia en MHz/GHz
 d: Distancia del emisor y el receptor en kilómetros

En de los enlaces de las zonas rurales que no interesan los elementos a contemplarse serán la orografía del terreno. El modelo de propagación usado en estos casos es el de Logley-Rice, que cuenta con los siguientes parámetros:

- Frecuencia de operación
- Potencia de Tx
- Sensibilidad de recepción
- Conductividad del suelo
- Permisividad relativa al suelo

Algunos programas como RadioMobile, que puede ser descargado de forma libre, suelen ser preferidos por su alto grado de complejidad para la simulación que partirá de la información topográficos del terreno y de otros parámetros ingresados por el usuario (altura de torres, cantidad de vegetación, clima, etc). Estos programas están en la capacidad de estimar las pérdidas básicas de propagación a través de este modelo.

Al haberse calculado las pérdidas de propagación,, la potencia tomada se puede calcular por medio del balance del enlace:

$$Prx = Ptx - Lbf + Gtx + Grx - le$$

Donde *Prx*: potencia de recepción en decibelios
 Ptx: potencia de transmisión en decibelios
 Lbf: son las pérdidas básicas en decibelios

G_{tx}: ganancia de la antena de transmisión en dBi

G_{rx}: ganancia de la antena receptora en dBi

L_e: son las pérdidas externas (cables, clima, atmosféricas) en dB

P_{rx} debe ser mayor que la sensibilidad del receptor más un margen fijado Threshold para así asegurar que pequeños cambios en el enlace no causen una ruptura del mismo.

Dentro de este balance de enlace se deben tomar en cuenta las siguientes medidas:

-Potencia de Transmisión. Se expresa en mW o en dBm, es una característica del equipo usado y es provisto por el fabricante.

- Ganancia de las antenas.- Expresada en dBi y es proporcionada por el fabricante, es una característica establecida de las antenas empleadas. Las antenas amplifican la señal debido a su geometría y forma física.

- Nivel mínimo de recepción.- Es una particularidad del equipo receptor, corresponde al nivel de potencia más bajo que podría recibir el equipo e interpretarlo como información necesaria. Se lo expresa en dBm y lo provee el fabricante en las especificaciones técnicas. Generalmente su rango está entre -75dBm y -95 dBm, dependiendo del fabricante, la velocidad de transmisión, la modulación empleada y la distancia.

- Pérdidas en los cables.- La energía se disminuye por las características propias de los cables utilizados entre la antena y el receptor. Es propicio hacer mínimas estas pérdidas y considerarlas en los cálculos que se realicen para establecer el presupuesto de potencia.

5.8.1 Consideraciones

Mediante el balance de enlace se estima la máxima distancia de un enlace, para lograr que la señal recogida esté por encima de la sensibilidad del equipo receptor. Para este fin calculan todas las pérdidas y ganancias que influyen en el enlace, la potencia de transmisión y la sensibilidad de equipo receptor. También se debe considerar un margen entre la señal recibida y el nivel mínimo de recepción, para garantizar la estabilidad y la calidad del enlace en el lugar más hostil (con precipitaciones, lluvia, niebla u otro elemento que obstruya el trayecto) Este margen debe estar en el orden de 10dB a 15dB sobre la sensibilidad del equipo.

5.9 Mantenimiento de la Red

Los operadores existentes cuentan con la infraestructura de telecomunicaciones que se ha tomado en cuenta para esta propuesta, cada operador maneja un área técnica de soporte dentro de sus redes e infraestructura de telecomunicaciones, el mantenimiento planteado deberá ser efectuado por las áreas técnicas de estas instituciones. Cada empresa deberá revisar el presupuesto requerido para las actividades de mantenimiento, para que de esta manera pueda ser solventado por la entidad coordinadora del proyecto. Los recursos otorgados por este concepto son de uso específico para estas actividades.

Motivo por el cual se considera importante, que la coordinación del proyecto esté en la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), su máxima autoridad es el Secretario Nacional de Planificación, con rango de ministro de estado, dicha persona puede pronunciar disposiciones de coordinación para que sean partícipes de la propuesta.

Los gastos producidos por mantenimiento y operación de la red se serán asumidos por el presupuesto anual del FODETEL. Por lo que, cada organismo mantendrá el control y operación de sus redes y su infraestructura, agregando que será responsable del soporte, operación y mantenimiento de los NLP y NLS de las RZ a su cargo, dichas actividades serán coordinadas des la dirección de proyecto SENPLADES

5.9.1 Fases del Mantenimiento

- **Monitoreo.-** Consiste en la observación de la red en funcionamiento, establece el sitio en donde se producen fallos o incidentes en los elementos de la Red, es importante la existencia de un nodo de control y monitoreo, que brinde la alerta pertinente a un equipo técnico de respuesta al momento de un percance.
- **Mantenimiento Predictivo.-** Planes de mantenimiento elaborados para prevenir fallos en base a históricos del funcionamiento de la red.

- **Mantenimiento Preventivo.-** Hace alusión a las actividades periódicas que mantienen a la red en estado operativo, para lo cual se requiere establecer protocolos y cronogramas.
- **Mantenimiento Correctivo.-** Conjunto de acciones a realizarse una vez detectado un fallo o mal funcionamiento de los elementos de la red. Necesita de una reacción oportuna para evitar cortes de servicios a los usuarios.

Las actividades de mantenimiento de los NI, NREO, NLP Y NLS, son responsabilidad de la institución a cargo de los repetidores de la ROE respectivos.

Los usuarios beneficiarios del proyecto, nombrarán un técnico que operará y coordinará con el personal de mantenimiento de toda la RZ.

5.10 Presupuesto de una red genérica

Después de observar el equipamiento de los nodos, es imprescindible diseñar un presupuesto referencial, que incluya los costos de equipos, accesorios, instalación, operación, mantenimiento, capacitación y soporte vigentes en el sitio a la fecha.

Se hace uso de las torres de la RROE existentes hasta el momento, por lo que también presupuestamos una cantidad para alquiler de torres.

El costo de implementación de la red dependerá de una RZ de acuerdo a lo planteado en la arquitectura de Red. Además, cada NLS del proyecto entregará únicamente 10 equipos de usuario.

5.10.1 Presupuesto de cada enlace

Es importante mencionar, que cada RZ ha sido presupuestada, se considera una RZ tipo o promedio a la constituida por un enlace principal, tres enlaces secundarios, tres enlaces de acceso y 50 equipos de usuario. Hecho, que no quiere decir que no sea posible la conexión de más usuarios; sin embargo, la propuesta pretende entregar dicho número de equipo de usuario a las instituciones públicas, de salud o educativas en las poblaciones aledañas a los NLP o NLS.

Enlace de Backhaul

Puede ser implementada si el proveedor estipulado no cuenta con la conectividad del NI hasta el RROE.

Tabla 12: Enlace Backhaul

Ord	Equipo	Cant	P Unitario	Subtotal
1	Alvarion BU/RB-B14 5.4-D	2	1600	3200
2	Antena	2	900	1800
3	Cable FTP metros	70	0.9	63
4	PoE 110/220 V, 1.75/9A	2	10	20
5	Kit de montaje SMMBIA	2	90	180
6	Kit de montaje antena exterior	2	30	60
7	Cable conector para antena exterior metros	2	10	20
8	Instalación de Nodo	2	200	400
9	Transporte Nodo	2	200	400
Costo de Instalación Backhoul				5343

Tabla 13: Enlace principal

Ord	Equipo	Cant	P Unitario	Subtotal
1	Alvarion BU/RB-B14 5.4-D	2	1600	3200
2	Cable FTP metros	70	0.9	63
3	PoE 110/220 V, 1.75/9A	2	10	20
4	Kit de montaje SMMBIA	2	90	180
5	Kit de montaje antena exterior	2	30	60
6	Cable conector para antena exterior metros	2	10	20

7	Instalación de Nodo	2	200	400
8	Transporte Nodo	2	200	400
Costo de Instalación Backhoul				3543

Tabla 14: Enlace secundarios

Ord	Equipo	Cant	P Unitario	Subtotal
1	Lobometrics 954 TS	1	1200	1200
2	Lobometrics Miura Five	1	330	330
3	Antena	1	900	900
4	Cable FTP	20	0.9	18
5	PoE 110/220 V, 1.75/9A	2	10	20
6	Kit de montaje SMMBIA	2	90	180
7	Kit de montaje antena exterior	1	30	30
8	Cable conector para antena exterior metros	1	10	10
9	Instalación de Nodo	2	200	400
10	Transporte Nodo	2	200	400
Costo de Instalación Enlace Secundario				3488

Enlaces de Acceso

Los valores asignados al mantenimiento del RROE, NLP, y los NLS de una misma RZ, han sido referidos por proveedores como Newphone y Ciemtelecom en Ecuador.

Tabla 15: Enlaces de Acceso

Ord	Equipo	Cant	P Unitario	Subtotal
1	UBIQUITI NANO STATION M5	1	100	100
2	Cable FTP metros	10	0.9	9
3	PoE 110/220 V, 1.75/9A	1	10	10
4	Kit de montaje antena exterior	1	40	40
Costo de instalación Usuario				159

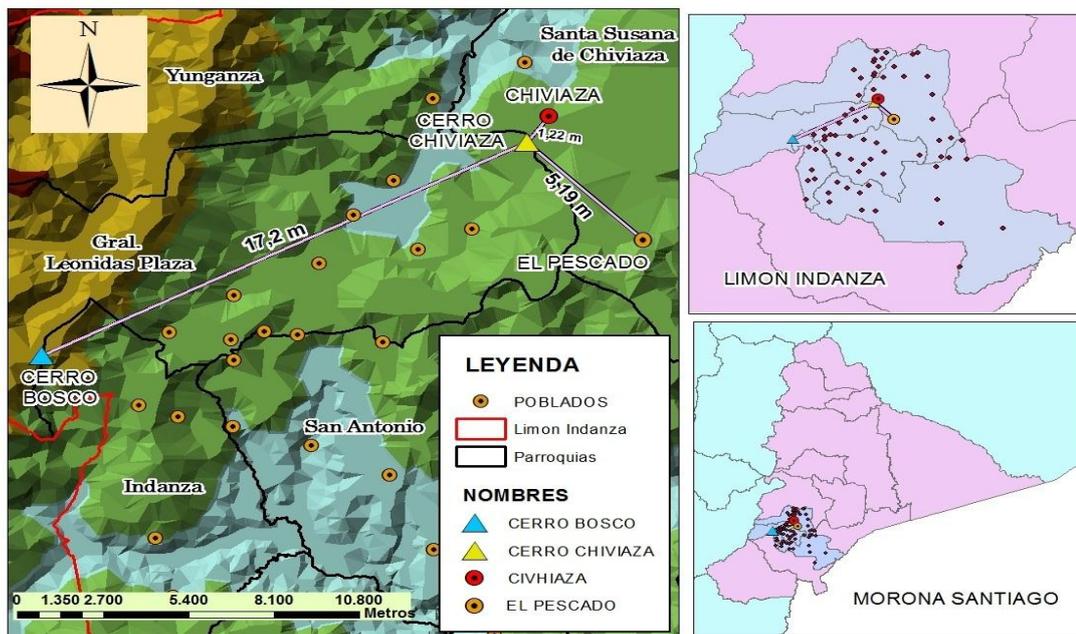
Capítulo VI:

Diseño de una red específica del repetidor Cerro Bosco a la parroquia Santa Susana de Chiviaza

6.1 Características del enlace

El diseño de un caso concreto como es el que se desarrollará a continuación, tiene como propósito la dotación del servicio de internet para las comunidades de Chiviaza y El Pescado Ubicadas en el Cantón Limón Indanza perteneciente a la provincia de Morona Santiago.

Ilustración 15: Enlace



Fuente: SIG

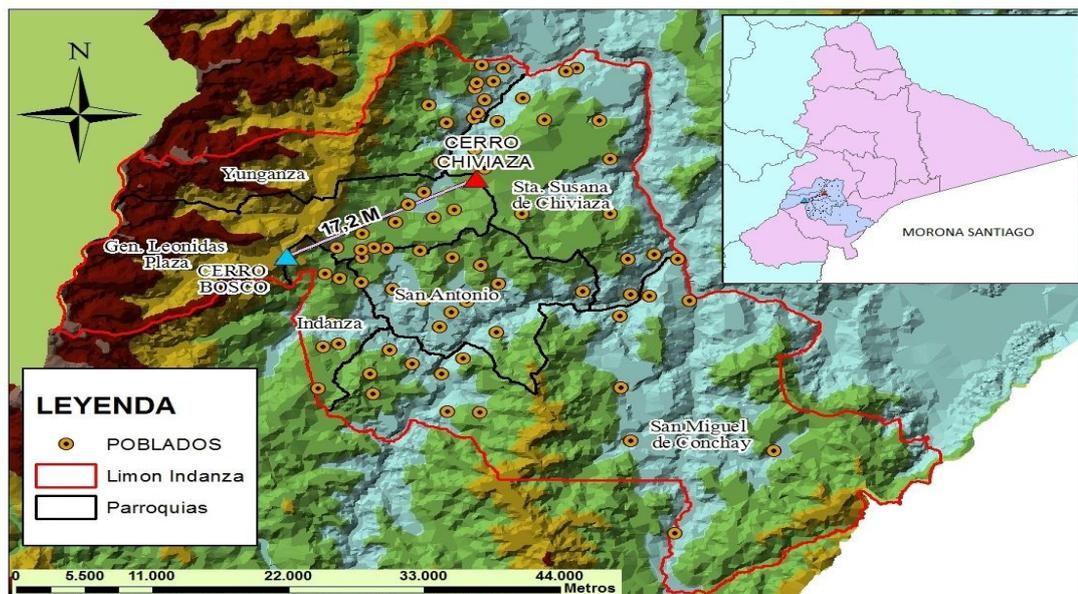
Tabla 16: Enlace

Ord	Nombre	Provincia	Cantón	Coord. X	Coord. Y
1	Cerro Bosco	Morona Santiago	Limón Indanza	777436	9662564
2	Chiviaza	Morona Santiago	Limón Indanza	792896	9677384
3	El Pescado		Limón Indanza	795878	9672728

6.2 Descripción de la zona y justificación de su elección

A fin de dotar de un servicio tan importante para la vida de la comunidad como es el Internet, el presente proyecto tiene una visión social para proveer a Chiviaza (que tiene una población aproximada de 200 habitantes que residen en un número de viviendas que bordea las 95) y el El Pescado (que cuenta con una población de 95 habitantes divididos en 17 viviendas) el servicio de Internet. Este servicio, permitirá que las comunidades se inserten en el mundo de las Tecnologías de la Comunicación e Información. Es importante mencionar que Santa Susana de Chiviaza es la parroquia con el ÍDH (Índice de Desarrollo Humano) más bajo del cantón Limón Indanza con un 2,48/10 cuando en promedio el cantón tiene 3,25.

Ilustración 16: Zona



Fuente: SIG

Dada la poca cantidad de cantidad de personas que habitan en estas comunidades, el proyecto tiene sobre todo una perspectiva social y de apoyo al desarrollo comunitario. Dentro de la parroquia, al menos la tercera parte de la población pertenece a la etnia Shuar. El índice de desarrollo para el Censo del año 2010 fue de 3,48/10, lo que le ubica en forma distante de la cabecera cantonal misma que dispone de la mayoría de servicios.

6.3 Arquitectura

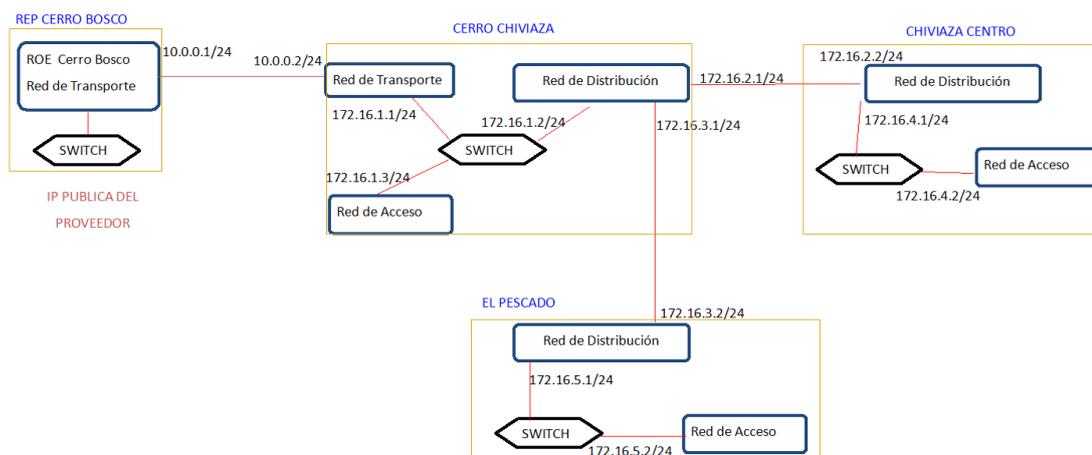
6.3.1. Direccionamiento IP

Para el establecimiento del direccionamiento IP que se utilizará en el proyecto, hemos considerado en separar la Red en dos partes. En primer lugar la Red de gestión, que será un direccionamiento privado, que nos servirá para gestionar a todos los equipos administrables de la Red, y por otro lado se manejará un direccionamiento público para cada cliente, pues por normativa de la SUPERTEL Ecuador, se debe entregar obligatoriamente una IP pública a cada usuario sin importar el plan que éste contrate.

Las dos redes antes mencionadas estarán separadas mediante VLAN's, tanto de gestión como la de Datos (ip públicas). Es importante señalar que los equipos utilizados soportan estas funcionalidades.

Para el caso de la Red de gestión emplearemos la Red 192.168.1.x con máscara 25, que me da una red con 124 host disponibles, que son suficientes para gestionar la cantidad de equipos de nuestro proyecto, por lo que tendríamos la siguiente asignación de IP's:

Ilustración 17: Tabla VLANS



Para este caso se tomó la RZ como la red que tiene los nodos del repetidor del Cerro Chiviaza, Chiviaza centro y El Pescado. Con esto para poder asignar las IPs a cada dispositivo dentro del nodo se cuenta con la siguiente tabla.

Ilustración 18: Dirección IP

Red	Dirección IP	Mascara de Red	Observaciones
Red de Backhoul	10.0.0.1	255.255.255.252	
	10.0.0.2	255.255.255.252	Nodo Rep Cerro Bosco
Red de Transporte	10.1.1.1	255.255.255.0	Nodo Rep Cerro Bosco
	10.1.1.2	255.255.255.0	Nodo Rep Cerro Chiviaza
Red Interna Cerro Chiviaza	172.16.1.1	255.255.255.0	Red Interna Cerro Chiviaza
	172.16.1.2	255.255.255.0	Red Interna Cerro Chiviaza
	172.16.1.3	255.255.255.0	Red Interna Cerro Chiviaza
Red de Distribución	172.16.2.1	255.255.255.0	Cerro Chiviaza
	172.16.2.2	255.255.255.0	Chiviaza Centro
	172.16.3.1	255.255.255.0	Cerro Chiviaza
	172.16.3.2	255.255.255.0	El Pescado
Red Interna Chiviaza	172.16.4.1	255.255.255.0	Red de Distribución

Centro	172.16.4.2	255.255.255.0	Red de Acceso
Red Interna El Pescado	172.16.5.1	255.255.255.0	Red de Distribución
	172.16.5.2	255.255.255.0	Red de Acceso

Con esto los dispositivos del usuario final se deberán colocar en el rango de 172.16.x.x, y su red interna de cada usuario deberá estar en el rango de 192.168.0.0 hasta 192.168.255.255.

6.4 Selección de frecuencias

Teniendo en cuenta la arquitectura de red seleccionada y la disponibilidad de los equipos, se escogieron las siguientes frecuencias:

En las zonas a las cuales se pretende llegar a dar el servicio, tanto El pescado como Chiviaza, no presentan problemas de interferencia en las bandas, esto debido a la poca inclusión de las TIC en estos sectores. Por lo que se puede decir:

- ✓ Banda de 900 MHz disponible
- ✓ Banda de 2,4 GHz disponible
- ✓ Banda de 5,7 GHz disponible

Los equipos Alvarion se presentan para trabajar sobre las bandas 5.4 – 5.8 GHz, por lo que se optó escoger esta banda para el enlace entre el Cerro Don Bosco y el Cerro Chiviaza.

Para los enlaces secundarios, como son Cerro Chiviaza- El pescado y Cerro Chiviaza- Chiviaza centro, se optó por la banda de 5,7 GHz . Todo esto ya que la tecnología Locomotrices presenta una gran variedad de dispositivos en esa Banda, y que además los dispositivos Ubiquiti también trabajan en esa banda, los mismos que son de fácil asequibilidad por su bajo costo.

6.5 Capacidad de los enlaces

Para este caso utilizaremos el modelo Earlang B descrito anteriormente. Donde se toman a consideración los siguientes Datos.

El número de usuarios por cada Nodo local secundario no exceden los 50, y se establece que durante la hora pico de uso un usuario accede a la red 300 segundos.

Entonces aplicando el modelo:

$$U_n = 50$$

$$T_n = 300$$

$$A = U_n * \frac{T_n}{3660}$$

$$A = 50 * \frac{300}{3660} = 4.16 \text{ Er}$$

Ahora nos planteamos que para esta hora pico, hay una probabilidad del 10% de que un usuario se quede sin servicio. Con ayuda de las tablas del modelo se obtiene.

$$N = B^{-1}(P_b, A)$$

$$P_b = 10\%$$

$$A = 4.16$$

$$N = B^{-1}(10, 4.16) = 7$$

A partir de esto se debe considerar el ancho de banda B_n asignado a Cada usuario, según los datos de proveedores actuales de internet se fija por usuario 300Kbps de Download y 150 Kbps de Upload. Con estos datos se procede al cálculo de capacidad por cada NLS.

$$\text{Capacidad} = N * B_n$$

$$\text{Capacidad} = 7 * 450 \text{ Kbps}$$

$$\text{Capacidad} = 3.15 \text{ Mbps}$$

Para el enlace desde el Cerro de Chiviaza simplemente se suman los enlaces conectados a la red de Distribución. En este caso, son solo 2, Chiviaza centro y El Pescado, por lo que el ancho de Banda total a ser manejado es 6,3 Mbps.

Tabla 17: Enlace Chiviaza y El Pescado

Población	Usuarios	Pb %	Tn seg	A Er	Upload Kbps	Download Kbps	Bn Kbps	Velocidad
Chiviaza	50	10	300	4.16	300	150	450	3.15 Mbps
El Pescado	50	10	300	4.16	300	150	450	3.15 Mbps
Capacidad Principal								6.3 Mbps

En la primera grafica se observa que el enlace entre estos dos nodos es factible. Y como el enlace fue creado a partir de las características de los equipos si puede ser modelado físicamente. Los datos de interés en la simulación son:

Distancia: 17.27 Km

Potencia Rx: -62.1dBm

Debido a que la potencia recibida es mayor al umbral de recepción -82dBm se puede predecir que el enlace no tendrá caídas continuas durante su funcionamiento.

Ilustración 20: Potencia de umbral de recepción



00	Select from VHF ... UHF ...
System name	Enlace
Transmit power (Watt)	0,1258925 (dBm) 21
Receiver threshold (μ V)	7,9433 (dBm) -89
Line loss (dB)	0,5 (Cable+cavities+connectors)
Antenna type	Corner.ant View
Antenna gain (dBi)	28 (dBd) 25,85
Antenna height (m)	4 (Above ground)
Additional cable loss (dB/m)	0 (If antenna height differs)
Add to Radiosys.dat	Remove from Radiosys.dat

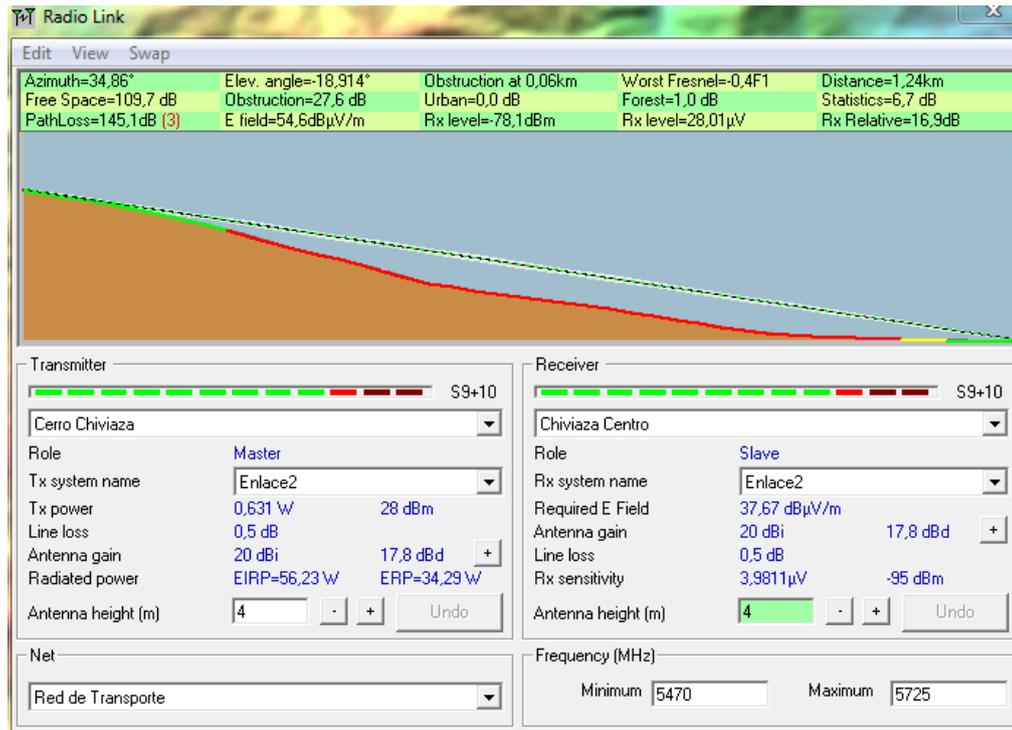
6.6.2 Enlace Punto Multipunto (Ap) Cerro Chiviaza – Chiviaza

- Coordenadas:

REP_CERRO CHIVIAZA 02°55'29"S 078°22'18"O

CHIVIAZA CENTRO 02°54'56"S 078°21'55"O

Ilustración 21: Enlace Punto Multipunto



En este caso Se configuro un enlace con los parámetros del dispositivo Lobometric 954TS. Así se obtuvo:

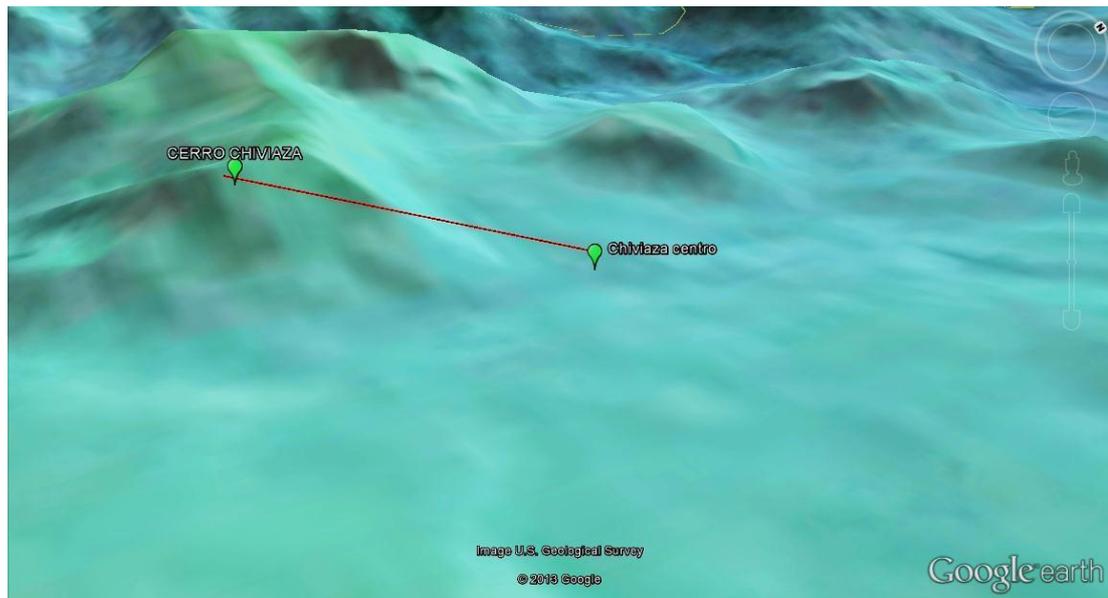
Distancia del enlace: 1.24Km

Potencia Rx: -78.1 dBm

Margen de Enlace: 16.9dBm

Se puede ver que el margen del enlace es bastante grande y que está por encima del sugerido para garantizar la no caída del enlace que es de 10dBm. Así podemos ver que el enlace es factible con los equipos a utilizar.

Ilustración 22: Margén de enlace

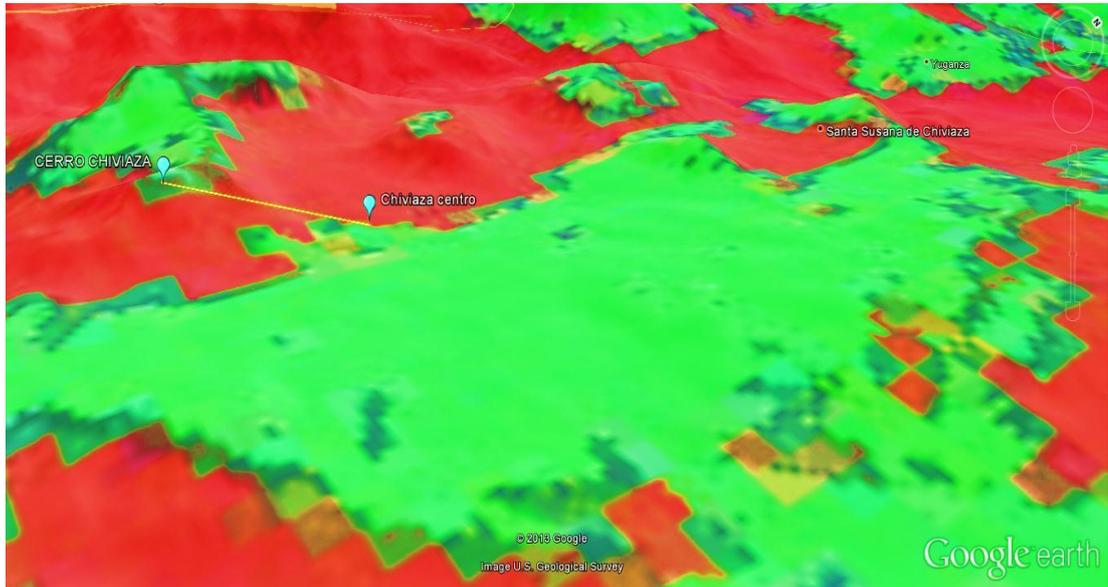


Los parámetros de configuración del equipo son los siguientes

00	Select from VHF ... UHF ...	
System name	Enlace2	
Transmit power (Watt)	0,6309574	(dBm) 28
Receiver threshold (μ V)	3,9811	(dBm) -95
Line loss (dB)	0,5	(Cable+cavities+connectors)
Antenna type	Corner.ant	View
Antenna gain (dBi)	20	(dBd) 17,85
Antenna height (m)	4	(Above ground)
Additional cable loss (dB/m)	0	(If antenna height differs)
Add to Radiosys.dat		Remove from Radiosys.dat

Cobertura de la antena sectorial

Ilustración 23: Cobertura de antena sectorial



Se puede ver que gracias al uso de una antena sectorial se tiene gran cobertura para toda la parte de la parroquia Chiviaza.

6.6.3. Enlace Punto Multipunto (Ap) Cerro Chiviaza – El Pescado

- Coordenadas:

REP_CERRO CHIVIAZA 02°55'29"S 078°22'18"O

EL PESCADO CENTRO 02°57'28"S 078°20'18"O

Ilustración 24: Enlace cerro Chivaiza- El Pescado

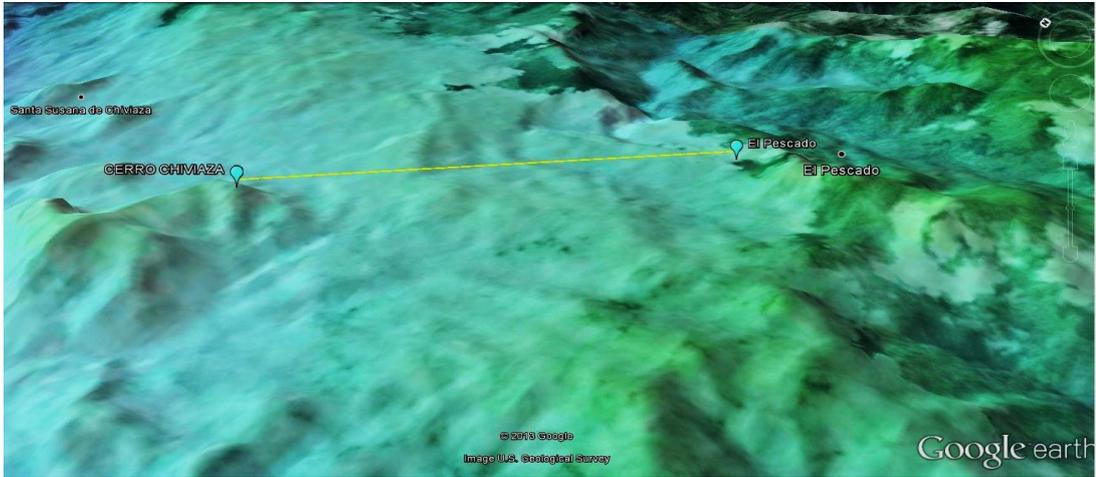


Debido a la línea de vista sin interferencia el enlace alcanza una gran estabilidad y sus niveles de potencia al receptor son lo bastante considerables como para garantizar que los equipos a utilizar tendrán un buen rendimiento.

Los datos del enlace se presentan a continuación:

Distancia: 5.21Km
Potencia RX: -61.7 dBm
Margen de potencia: 43.3dBm

Ilustración 25: Alcance receptor

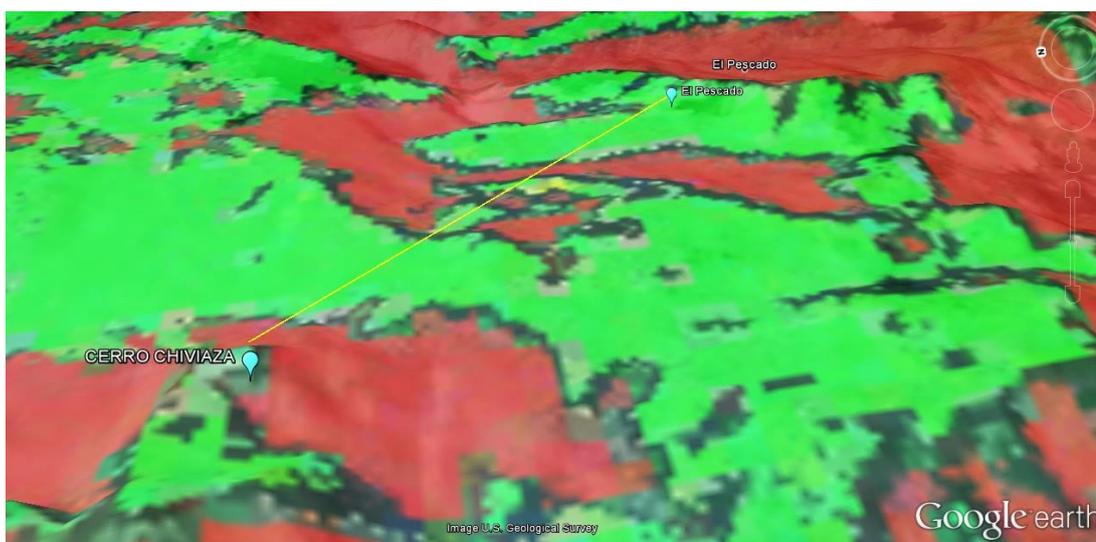


Los parámetros de configuración de los dispositivos son los siguientes:

00	Select from VHF ... UHF ...		
System name	Enlace 3		
Transmit power (Watt)	0,6309574	(dBm)	28
Receiver threshold (μ V)	1,2589	(dBm)	-105
Line loss (dB)	5	(Cable+cavities+connectors)	
Antenna type	Corner.ant	View	
Antenna gain (dBi)	17	(dBd)	14,85
Antenna height (m)	4	(Above ground)	
Additional cable loss (dB/m)	0	(If antenna height differs)	
Add to Radiosys.dat		Remove from Radiosys.dat	

La cobertura del enlace hacia el pescado se presenta a continuación:

Ilustración 26: Cobertura El Pescado



Se puede observar que se tiene una amplia cobertura hacia el pescado por lo que se garantiza el servicio hacia esta parroquia e incluso otros poblados vecinos esto queriendo ampliar el alcance de la Red.

6.7 Equipamiento

6.7.1. Enlace de Transporte Cerro Bosco – Cerro Chiviaza

Para el backbone de nuestra red y por las características de distancia 17.2Km y Throughput de alrededor de 7Mbps, se ha previsto un enlace punto punto con equipos Alvarion OFDM con antena parabólica de 60cm, en banda no licenciada de 5.4 Ghz, cuyas características técnicas se describen a continuación:

Radio Alvarion:

Tabla 18: Características backbone

Multifrecuencia	5.15-5.35, 5.25-535, 5.47-572, 5.72-587 GHz 2.40-2.48 GHz
Método de acceso al radio	OFMD, TDD
Ancho de canal	10/20/40 MHz
Tasa de transferencia Modelo	73 Mbps, 4 E1 BU/RB-B14D-5.2 + TDM-IDU-1P + TDM-LIC-2P + TDM-LIC-3P + TDM-LIC-4P + B14 to B28 upgrade + B28 to B100 upgrade

Consumo de corriente	25 W
Corriente de entrada	RB y BU: AC, 110/240 VAC, 50-60 Hz (DC: 10.5-32 UDC) E1/T1 IDU: 00 -260 VAC, 47-63 Hz, 24 Watts
* El nivel de la modulación indica el rango de radio cifrado de la transmisión y esquema de la modulación.	
Modulación	OFDM: BPSK, QPSK, QAM16, QAM64
Puerto de Antena	Tipo-N 50Ω
Tipos de antenas a utilizar	2.4 Ghz Antena externa 24 dBi 6 ⁰ horizontal, 10 ⁰ vertical flat 5.7 Ghz Antena interna 16 dBi 20 ⁰ horizontal, 20 ⁰ vertical flat
Incluye	Fuente de poder (IDU), ODU sin antena y cable de corriente
	Cable UTP Cat 5E para exterior con gel en su interior de 20 mts
Estándares de red y Protocolos QoS	IEEE 802.3 CSMA/CD 1 X 10/100 Base T Wireless Link Prioritization (WLP) 802.1p DRAP, IP TOS/DSCP

Ilustración 27: Antena Parabólica

Modelo	Frecuencia, GHz	Polarización	Ganancia dBi (nominales)	Apertura ° -3dB	X-Pol. Rechazo, dB	F/B Ratio dB	VSWR, Max (R.L., dB)
SP1-5.2	5.250 - 5.850	Sencilla	22.0	12.0	17	30	1.5:1 (14.0)
SP1.5-5.2	5.250 - 5.850	Sencilla	25.3	8.5	20	32	1.5:1 (14.0)
SP2-5.2	5.250 - 5.850	Sencilla	28.0	6.2	28	36	1.5:1 (14.0)
SP3-5.2	5.250 - 5.850	Sencilla	31.2	4.2	30	38	1.5:1 (14.0)
SP4-5.2	5.250 - 5.850	Sencilla	34.6	3.4	30	42	1.5:1 (14.0)
SP6-5.2	5.250 - 5.850	Sencilla	37.6	2.2	30	44	1.5:1 (14.0)

6.7.2 Enlace Punto Multipunto (Ap) Cerro Chiviaza – Chiviaza

Para el caso del AP que estará instalado en el Cerro Chiviaza, tanto por las características de distancia y de throughput que manejaría, se ha previsto utilizar un equipo AP marca Lobometric modelo 954TS con antena sectorial de 90° que cubriría toda la zona poblada de la comunidad Chiviaza. Para el caso de los equipos del cliente final, se utilizaran equipos de marca Ubiquiti modelo Nano Station M5, equipos que prestan las características necesarias y suficientes para brindar un servicio estable y dentro de los parámetros de ancho de banda requeridos. Los dos equipos trabajan en banda no licenciada de los 5Ghz, cuyas características técnicas se describen a continuación:

Ilustración 28AP Lobometric 954TS:

Dual radio 802.11b/g system	Power :
Radio #1 : from 2.412MHz to 2.482MHz	Power over Ethernet (PoE) (Included)
Radio #2 : from 2.412MHz to 2.482MHz	24VDC-110/220VAC Power adaptor (included)
Output power :	Accepts power adaptors from 14VDC to 28VDC
Max. Radio #1 : 28dB (650mW) at antenna connector	Performance :
Max. Radio #2 : 28dB (650mW) at antenna connector	Wireless link throughput of 130Mbps
Receive sensibility :	Speed tested in a 20km LOS link
Max. : -105dBi at antenna connector on each radio	Directional coverage (between equals) :
CPU :	Physical link : over 190km
Single CPU	At low speed : over 190km
1 x IBM RISC at 335 MHz with network coprocessor	At medium speed : over 190km
Casing :	At high speed : over 190km
High dissipation watertight outdoor AlMgSi Alloy	120° sector beam coverage (between equals) :
Integrated antenna :	Physical link : over 180km
No	At low speed : over 130km
Antenna connectors:	At medium speed : over 100km
Four N-Female	At maximum speed : over 70km
LAN Interface :	360° omnidirectional coverage (between equals) :
1 x 10/100 Auto-MDI/X	Physical link : over 160km
3 x 10/100 Auto-MDI/X (with multiport option)	At low speed : over 60km
Data connectors :	At medium speed : over 50km
Professional Outdoor IP67 8-Pin DB8 barrel	At maximum speed : over 30km

Tabla 19: Nano Station M5

Procesador Atheros	MIPS 24KC, 400MHz
Memoria	32MB SDRAM, 8MB Flash
Interface de Red	2 X 10/100 BASE-TX (Cat. 5, RJ-45)Interface Ethernet
Frecuencia de operación	5740 a 5825 MHz.
Potencia de TX	27dBm, +/-2db
Datos eléctricos y Mecánicos	
Antena Integrada	2x2 MIMO ANTENNA 14.6-16.1dBi
Alcance en torno	15 Kilometros
TCP/IP Throughput	150Mbps+
Dimensiones	26.4 x 8 x 3cm
Peso	0.4 Kg.

Tabla 20: Antenas Mars sectoriales 90°

Frecuencia	4.9-6.1 GHz
Ganancia	16 dBi
VSWR máximo	1.8:1
3 dB Ancho de As Plano Horizontal	90°
3 dB Ancho de As Plano Vertical	8°
Polarización	Vertical lineal
Potencia de Entrada máxima	50 Watt
Impedancia de Entrada	50 Ohm
Peso	700 gr
Dimensión	573x95x53 mm
Conector	Tipo N- hembra

6.7.3. Enlace Punto Multipunto (Ap) Cerro Chiviaza – El Pescado

Tomando en cuenta que este enlace tiene como origen el mismo Cerro Chiviaza, y que además la demanda de ancho de banda es pequeña en comparación a la de Chiviaza, podríamos utilizar el mismo equipo AP marca Lobometric modelo 954TS, pues este equipo tiene la ventaja de tener dos interfaces wireless para la conexión de 2 antenas sectoriales, pudiendo cubrir cada una de ellas sectores diferentes según las

necesidades planteadas. Para ello utilizaremos una antena sectorial de 60° que tiene una ganancia mayor que la de 90° pues la distancia promedio hasta la zona poblada ahora es 5,2 km y por las características topográficas del sector, con esta antena (60°) se cubrirá sin problemas la zona poblada de El Pescado.

Por otra parte, al tener una distancia mayor desde el AP hasta los clientes, va a ser necesario ocupar equipamiento diferente para los clientes finales en comparación con Chiviaza, pues requerimos de mayor ganancia para garantizar un enlace estable. Por ello escogimos el equipo Lobometric Miura Five, que si bien en costo es mayor al Nano Station M5, pero no representaría un gasto mayor, tomando en cuenta que apenas son 9 domicilios a los que debemos llegar según lo explicado en los antecedentes.

A continuación se describen las características técnicas del equipo Miura Five

Miura Five Plus:

Ilustración 29: Características equipo Miura Five

MIURA FIVE PLUS Wireless CPE OSB	
Radio	Sistema 802.11a OFDM
Radio	Desde 4.920 a 6.100 MHz.
Potencia de Salida	28 dBm
Sensibilidad de Recepción	
Máxima Media	-105dBi en conector de antena de cada radio
Misceláneos	-95dBm a 1Mbps
Carcasa	Outdoor
Antena	Integrada de 20 dBi direccional.
Interfaz LAN	3 x 10/100 Auto-MDI/X (opción multipuerto)
Conectores de Datos	DB8 Outdoor profesional IP67
Potencia	
PoE (incluido)	Adaptador 24VDC-110/220VAC (incluido)
Consumo Típico	10,26 W
Consumo Máximo	15,88 W
Máxima Longitud de Cable PoE/Datos	100 m

6.8 Presupuesto de la red

Para tener una visión más detallada, se ha previsto exponer el listado de materiales y mano de obra que se utilizará por Repetidor, además de los materiales necesarios por cliente. Cabe recalcar que este listado engloba todos los materiales previstos para la

instalación y puesta en operación del repetidor y clientes, incluida la estructura de soporte, racks para equipos, switch, cable, etc.

6.8.1 Recursos

6.8.1.1 Repetidor Cerro Bosco

6.8.1.1.1 Materiales

Tabla 21: Presupuestos de la red

ITEM	MATERIAL	CANTIDAD
1	ALVARION ANTENA EXTERNA DE 28MB	1
2	PARABOLICA RADIOWAVE 60cm	1
3	LATIGOS N MACHO - N MACHO	1
4	HERRAJE FIJO PARA POSTE	1
5	POSTES 14M H.A. 500 CR	1
6	RACK EXTERIORES + UPS + BANCO DE BATERÍAS + BANDEJA	1
7	HERRAJE PARA RACK EXTERIOR EN POSTE DE 11M Y 12M	1
8	SWITCH DE 16 PTOS 10/100/1000	1
9	CABLE FTP (METROS)	25
10	CONECTORES RJ45	4
11	PATCH CORDS ETH 3m DE FABRICA	4
12	ACOMETIDA ELECTRICA – MEDIDOR	1
13	PUESTA A TIERRA Y PARARRAYOS + SUP. TRANSCIENTES NODOS PRIMARIOS	1
14	SENSOR DE ENERGIA SNMP	1
15	MULTITOMA PARA RACK	1
16	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO	1

6.8.1.1.2 Mano de Obra

Tabla 22: Mano Obra

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Instalación de Rack de exteriores grande, bandeja, UPS y Banco de Baterías en Repetidores Primarios de la provincia de Morona Santiago	1
2	Instalación y puesta en operación de Switch capa3, Sensor energía, tomacorriente polarizado, Multitoma en Repetidores	1

	Primarios de la provincia de Morona Santiago (incluye etiquetado y pruebas de funcionamiento)	
3	Instalación y puesta en operación de Equipo inalámbrico con antena externa (sectorial o parabólica) en banda no licenciada y herrajería en Repetidores Primarios y secundarios de la provincia de Morona Santiago (incluye etiquetado interno y para intemperie y pruebas de funcionamiento)	1
4	Instalación de puesta a tierra, pararrayos y supresor de trasientes en Repetidor	1
5	Izado y plantado de poste de H.A. de 14m (incluye recolección de piedra y transporte)	1

6.8.1.2 Repetidor Cerro Chiviaza

6.8.1.2.1 Materiales

Tabla 23: Materiales

ITE M	MATERIAL	CANTID AD
1	LOMETRIC 954 TS	1
2	ALVARION ANTENA EXTERNA DE 28MB	1
3	PARABOLICA RADIOWAVE 60cm	1
4	ANTENA SECTORIAL 90°	1
5	ANTENA SECTORIAL 60°	1
6	LATIGOS N MACHO - N MACHO	3
7	HERRAJE FIJO PARA POSTE	2
8	POSTES 12M FIBRA	1
9	RACK EXTERIORES + UPS + BANCO DE BATERÍAS + BANDEJA	1
10	HERRAJE PARA RACK EXTERIOR EN POSTE DE 11M Y 12M	1
11	SWITCH DE 16 PTOS 10/100/1000	1
12	CABLE FTP (METROS)	45
13	CONECTORES RJ45	8
14	PATCH CORDS ETH 3m DE FABRICA	6
15	ACOMETIDA ELECTRICA – MEDIDOR	1
16	PUESTA A TIERRA Y PARARRAYOS + SUP. TRANSCIENTES NODOS PRIMARIOS	1
17	SENSOR DE ENERGIA SNMP	1
18	MULTITOMA PARA RACK	1
19	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO	1

6.8.1.2.2 Mano de Obra

Tabla 24: Mano Obra

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Instalación de Rack de exteriores grande, bandeja, UPS y Banco de Baterías en Repetidores Primarios de la provincia de Morona Santiago	1
2	Instalación y puesta en operación de Switch capa3, Sensor energía, tomacorriente polarizado, Multitoma en Repetidores Primarios de la provincia de Morona Santiago (incluye etiquetado y pruebas de funcionamiento)	1
3	Instalación y puesta en operación de Equipo inalámbrico con antena externa (sectorial o parabólica) en banda no licenciada y herrajería en Repetidores Primarios y secundarios de la provincia de Morona Santiago (incluye etiquetado interno y para intemperie y pruebas de funcionamiento)	2
4	Instalación de puesta a tierra, pararrayos y supresor de trasientes en Repetidor	1
5	Izado y plantado de poste de Fibra de 12m (incluye recolección de piedra y transporte)	1

6.8.1.3 Red de acceso Chiviaza Centro

6.8.1.3.1 Materiales

Tabla 25: Materiales

ITE M	MATERIAL	CANTID AD
1	Ubiquiti Nano Station M5	1
2	LATIGOS N MACHO - N MACHO	1
3	HERRAJE FIJO PARA POSTE	1
4	POSTES 14M H.A. 500 CR	1
5	SWITCH DE 16 PTOS 10/100/1000	1

6	RACK EXTERIORES + UPS + BANCO DE BATERÍAS + BANDEJA	1
7	HERRAJE PARA RACK EXTERIOR EN POSTE DE 11M Y 12M	1
8	CABLE FTP (METROS)	25
9	CONECTORES RJ45	4
10	PATCH CORDS ETH 3m DE FABRICA	4
11	ACOMETIDA ELECTRICA – MEDIDOR	1
12	PUESTA A TIERRA Y PARARRAYOS + SUP. TRANSCIENTES NODOS PRIMARIOS	1
13	SENSOR DE ENERGIA SNMP	1
14	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO	1

6.8.1.3.2 Mano de Obra

Tabla 26: Mano Obra

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Instalación y puesta en operación de Switch capa3, Sensor energía, tomacorriente polarizado, Multitoma en Repetidores Primarios de la provincia de Morona Santiago (incluye etiquetado y pruebas de funcionamiento)	1
2	Instalación y puesta en operación de Equipo inalámbrico en banda no licenciada y herrajería en Repetidores Primarios y secundarios de la provincia de Morona Santiago (incluye etiquetado interno y para intemperie y pruebas de funcionamiento)	1
3	Instalación de puesta a tierra, pararrayos y supresor de trasientes en Repetidor	1
4	Izado y plantado de poste de H.A. de 14m (incluye recolección de piedra y transporte)	1

6.8.1.4 Red de acceso El Pescado

6.8.1.4.1 Materiales

Tabla 27: Red El pescado

ITEM	MATERIAL	CANTIDAD
1	Lobometrics Miura Five	1
2	LATIGOS N MACHO - N MACHO	1
3	HERRAJE FIJO PARA POSTE	1
4	POSTES 14M H.A. 500 CR	1
5	SWITCH DE 16 PTOS 10/100/1000	1
6	RACK EXTERIORES + UPS + BANCO DE BATERÍAS + BANDEJA	1
7	HERRAJE PARA RACK EXTERIOR EN POSTE DE 11M Y 12M	1
8	CABLE FTP (METROS)	25
9	CONECTORES RJ45	4
10	PATCH CORDS ETH 3m DE FABRICA	4
11	ACOMETIDA ELECTRICA – MEDIDOR	1
12	PUESTA A TIERRA Y PARARRAYOS + SUP. TRANSCIENTES NODOS PRIMARIOS	1
13	SENSOR DE ENERGIA SNMP	1
14	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO	1

6.8.1.4.2 Mano de Obra

Tabla 28: ManoObra

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Instalación y puesta en operación de Switch capa3, Sensor energía, tomacorriente polarizado, Multitoma en Repetidores Primarios de la provincia de Morona Santiago (incluye etiquetado y pruebas de funcionamiento)	1
2	Instalación y puesta en operación de Equipo inalámbrico en banda no licenciada y herrajería en Repetidores Primarios y secundarios de la provincia de Morona Santiago (incluye etiquetado interno y para intemperie y pruebas de funcionamiento)	1
3	Instalación de puesta a tierra, pararrayos y supresor de trasientes en Repetidor	1
4	Izado y plantado de poste de H.A. de 14m (incluye recolección de piedra y transporte)	1

6.8.1.5 Cliente / usuario final

6.8.1.5.1 Materiales

Tabla 29: Materiales

ITEM	MATERIAL	CANTIDAD
1	UBIQUITI NANO STATION M5 O MIURA FIVE	1
2	HERRAJE MOVIL PARA PARED DE 1 PULGADA	1
3	CABLE FTP (METROS)	50
4	CONECTORES RJ45	4
5	PATCH CORDS ETH 3m DE FABRICA	1

6.8.1.5.2 Mano de Obra

Tabla 30: Mano Obra

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Instalación de usuario final (incluye etiquetado y pruebas de funcionamiento)	1

6.8.2 Presupuesto

Tomado en cuenta los totales en materiales y mano de Obra expuestos anteriormente, y además la cantidad de clientes que vamos a dar servicio (47 en Chiviaza y 9 en El Pescado), se obtiene el siguiente presupuesto referencial:

6.8.2.1. Repetidores Cerro Bosco, Cerro Chiviaza, Chiviaza Centro y El Pescado

6.8.2.1.1. Materiales Repetidores:

Tabla 31: Materiales Repetidores

IT E M	MATERIAL	CANT IDAD	P. UNITA RIO	SUBT OTAL
1	LOMETRIC 954 TS	1	1200.00	\$ 1,200.00
2	ALVARION ANTENA EXTERNA DE 28MB	2	1600.00	\$ 3,200.00

				0
3	PARABOLICA RADIOWAVE 60cm	2	900.00	\$ 1,800.00
4	ANTENA SECTORIAL 60°	1	320.00	\$ 320.00
5	ANTENA SECTORIAL 90°	1	320.00	\$ 320.00
6	LATIGOS N MACHO - N MACHO	6	55.00	\$ 330.00
7	HERRAJE FIJO PARA POSTE	5	90.00	\$ 450.00
8	POSTES 14M H.A. 500 CR	2	350.00	\$ 700.00
9	POSTES 12M FIBRA	1	650.00	\$ 650.00
10	RACK EXTERIORES + UPS + BANCO DE BATERÍAS + BANDEJA	2	2500.00	\$ 5,000.00
11	HERRAJE PARA RACK EXTERIOR EN POSTE DE 11M Y 12M	2	18.00	\$ 36.00
12	SWITCH DE 16 PTOS 10/100/1000	4	500.00	\$ 2,000.00
13	CABLE FTP (METROS)	120	0.90	\$ 108.00
14	CONECTORES RJ45	20	0.90	\$ 18.00
15	PATCH CORDS ETH 3m DE FABRICA	18	9.00	\$ 162.00
16	ACOMETIDA ELECTRICA – MEDIDOR	2	600.00	\$ 1,200.00
17	PUESTA A TIERRA Y PARARRAYOS + SUP. TRANSCIENTES NODOS PRIMARIOS	4	1200.00	\$ 4,800.00
18	SENSOR DE ENERGIA SNMP	4	120.00	\$ 480.00
19	MULTITOMA PARA RACK	4	122.00	\$ 488.00
20	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO	4	5.00	\$ 20.00
21	LOBOMETRICS MIURA FIVE	1	330.00	\$

				330.00
22	UBIQUITI NANO STATION M5	1	100.00	\$ 100.00
			TOTAL (SIN IVA)	\$ 23,712.00

6.8.2.1.2. Mano de Obra Repetidores

Tabla 32: Mano Obra Repetidores

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	subtotal
1	Instalación de Rack de exteriores grande, bandeja, UPS y Banco de Baterías en Repetidores Primarios de la provincia de Morona Santiago	2	\$ 161,76	\$ 323,51
2	Instalación y puesta en operación de Switch capa3, Sensor energía, tomacorriente polarizado, Multitoma en Repetidores Primarios de la provincia de Morona Santiago (incluye etiquetado y pruebas de funcionamiento)	4	\$ 98,00	\$ 392,00
3	Instalación y puesta en operación de Equipo inalámbrico con antena externa (sectorial o parabólica) en banda no licenciada y herrajería en Repetidores Primarios y secundarios de la provincia de Morona Santiago (incluye etiquetado interno y para intemperie y pruebas de funcionamiento)	5	\$ 110,00	\$ 550,00
4	Instalación de puesta a tierra, pararrayos y supresor de trasientes en Repetidor	4	\$ 900,00	\$ 3,600,00
5	Izado y plantado de poste de H.A. de 14m (incluye recolección de piedra y transporte)	3	\$ 250,00	\$ 750,00
6	Izado y plantado de poste de Fibra de 12m (incluye recolección de piedra y transporte)	1	\$ 250,00	\$ 250,00

TOTAL (SIN IVA)	\$ 5,865.51
------------------------	--------------------

6.8.2.2 Cliente / Usuario Final

6.8.2.2.1 Materiales Clientes:

Tabla 33: Materiales Clientes

ITEM	MATERIAL	CANTIDAD	P. UNITARIO	SUBTOTAL
1	UBIQUITI NANO STATION M5	47	\$ 100,00	\$ 4.700,00
2	MIURA FIVE	9	\$ 330,00	\$ 2.970,00
3	HERRAJE MOVIL PARA PARED DE 1 PULGADA	56	\$ 15,00	\$ 840,00
4	CABLE FTP (METROS)	2800	\$ 0,90	\$ 2.520,00
5	CONECTORES RJ45	224	\$ 0,90	\$ 201,60
7	PATCH CORDS ETH 3m DE FÁBRICA	56	\$ 11,00	\$ 616,00
		TOTAL (SIN IVA)		\$ 11.847,60

6.8.2.2.2 Mano Clientes / Usuario Final

Tabla 34: Mano Clientes

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	subtotal
1	Instalación de usuario final (incluye etiquetado y pruebas de funcionamiento)	56	\$ 110,00	\$ 6.160,00
		TOTAL (SIN IVA)		\$ 6.160,00

6.8.2.3 Resumen presupuestario

Este es el resumen presupuestario del proyecto considerando los valores totales expuestos anteriormente:

Tabla 35: Resumen presupuestario

ITE M	MATERIAL	SUBTOTAL L
1	Repetidores Cerro Bosco, Cerro Chiviaza, Chiviaza Centro y El Pescado	29.577,51
2	Cliente / Usuario final	18.007,6
3	IMPREVISTOS (10%)	4.758,51
4	IVA (12%)	6.281,24
	TOTAL PRESUPUESTADO DEL PROYECTO	58.624,86

Capítulo VII:

Modelo de gestión para el proyecto

7.1 Datos generales

7.1.1 Fin

Atender, prioritariamente, las áreas rurales y urbanas marginales que no se encuentren servidas o tengan un bajo índice de penetración de servicios de telecomunicaciones.

7.1.2 Objeto

Gestionar la dotación de acceso a Internet a las comunidades rurales Chiviaza y El Pescado ubicadas en la parroquia Santa Susana de Chiviaza pertenecientes al cantón Limón Indanza de la provincia de Morona Santiago.

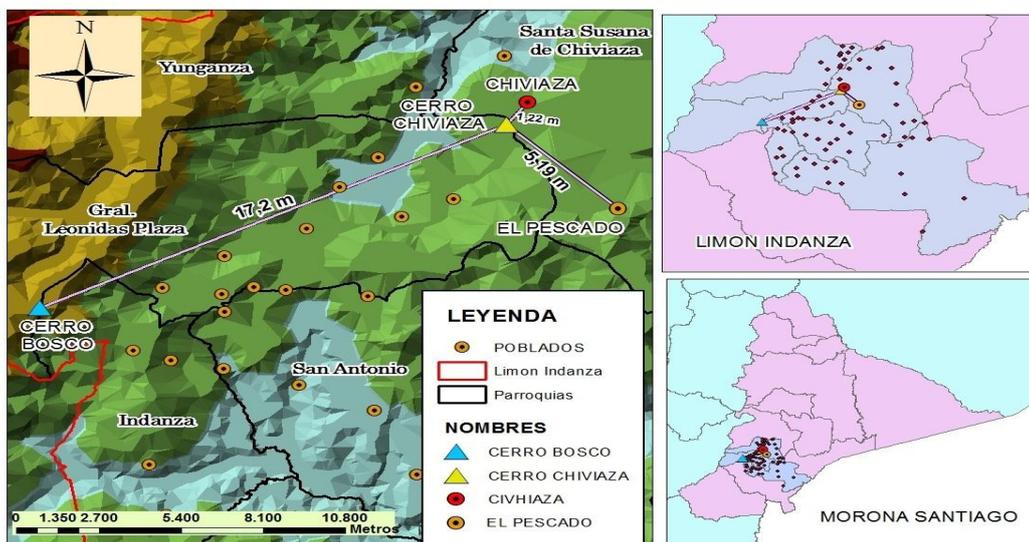
7.1.3 Tipo de proyecto

Desarrollo de Redes, conectividad e incorporación de contenidos

7.1.4 Localización

País:	Ecuador
Provincia:	Morona Santiago
Cantón:	Limón Indanza
Parroquia:	Santa Susana de Chiviaza
Comunidades:	Chiviaza y El Pescado

Ilustración 30: Localización



Directos: 200 habitantes de la comunidad de Chiviaza y 95 habitantes de la comunidad de El Pescado.

Indirectos: 100 habitantes en las afueras de la Comunidad Chiviaza y 50 habitantes fuera de la comunidad de El Pescado.

7.1.6 Componentes del proyecto

- Fase 1: Diseño de red
- Fase 2: Gestión Social Comunitaria
- Fase 3: Implementación
- Fase 4: Funcionamiento

7.1.7 Responsables

- FODETEL
- Juntas Promejoras de El Pescado y Chiviaza y Junta Parroquial de Santa Susana de Chiviaza.
- Universidad del Azuay (Maestría en Telemática)
- GAD de Limón Indanza

7.1.8 Participantes

- Juntas Promejoras de El Pescado y Chiviaza y Junta Parroquial de Santa Susana de Chiviaza.
- Universidad del Azuay (Maestría en Telemática)
- GAD de Limón Indanza
- CONELEC

7.1.9 Costo del proyecto

- Aporte SENATEL –FODETEL (materiales repetidores y clientes; y, Mano de obra calificada repetidores y clientes): US\$ \$ 58.624,86
- Juntas Promejoras de El Pescado y Chiviaza y Junta Parroquial de Santa Susana de Chiviaza (Mano de obra no calificada): US\$ 1.800,00
- GAD de Limón Indanza (Capacitación): US\$ 500

- UDA (Maestrante en Telemática): \$2.565,5
- **Total Referencial Proyecto:** US\$ 63.490,36

7.1.10 Duración del proyecto:

- Diseño: 5 meses
- Gestión: 3 meses
- Implementación: 2 meses
- Funcionamiento: 10 años
- **Total de vida del proyecto: 11 años**

7.2 Gestión por fases

7.2.1 Fase 1: Diseño

Objetivo: Diseñar una red inalámbrica específica del repetidor Cerro Bosco a la parroquia Santa Susana de Chiviaza para proveer de Internet a las comunidades de Chiviaza y El Pescado.

Responsable: Esta fase está a cargo del maestrante en telemática de la Universidad del Azuay, Ing. Fabián Cárdenas.

Actividades:

1. Determinación de características del enlace
2. Descripción de la zona y justificación de la elección
3. Arquitectura
4. Selección de frecuencias
5. Capacidad de los enlaces
6. Cálculo de coberturas
7. Equipamiento
8. Presupuesto de la red

Presupuesto: El costo aproximado de esta fase que comprende el diseño de la red por parte del Ing. Fabián Cárdenas Blandín a propósito de cumplir el requisito de graduación de magister en telemática, es de \$2.550.

7.2.2 Fase 2: Gestión Comunitaria

Objetivo: Gestionar participativamente las acciones y toma de decisiones para la implementación de la red diseñada para las comunidades Chiviaza y El Pescado.

Responsable: Esta fase está a cargo de las Juntas Promejora a quienes se les entregará el diseño para que conjuntamente con la Junta Parroquial, gestionen en el FODETEL la implementación del proyecto.

Entrega del proyecto a los directivos de las Juntas Promejora de Chiviaza y El Pescado en reunión ordinaria de la Junta Parroquial de Santa Susana de Chiviaza.

1. Socialización del proyecto en las comunidades.
 - a. Presentación del proyecto
 - b. Mesas de discusión
 - c. Designación del Comité Impulsor
 - d. Suscripción de compromisos (firmas de respaldo) y de usuarios
2. El comité Impulsor con el aval del Gobierno Parroquial tramita la canalización de la implementación de la red ante el FODETEL.
3. Prospección y evaluación del proyecto por parte del FODETEL.
4. Suscripción del convenio en la modalidad de subsidio de “Provisión de servicios en áreas no servidas” por parte del FODETEL y el Gobierno Parroquial de la Parroquia Santa Susana de Chiviaza.

Presupuesto:

Tabla 36: Presupuesto

ITEM	MATERIAL	SUBTOTAL
1	Repetidores Cerro Bosco, Cerro Chiviaza, Chiviaza Centro y El Pescado	\$29.577,51
2	Cliente / Usuario final	\$18.007,60
3	IMPREVISTOS (10%)	\$ 4.758,51
4	IVA (12%)	\$ 6.281,24
	TOTAL PRESUPUESTADO DEL PROYECTO	\$ 58.624,86

Este presupuesto no incluye mano de obra no calificada, misma que proveerá la comunidad como contribución a la ejecución del proyecto, misma que está avaluada en \$1.800. Este valor sumado al total presupuestado para el proyecto, asciende a **\$60.424,86**.

7.2.3 Fase 3: Implementación

Objetivo: Implementar una red diseñada para proveer de Internet a las comunidades Chiviaza y El Pescado.

Responsable: FODETEL, Concesionario y las Juntas Promejora.

1. Convocatoria para la contratación de proveedor de servicios de telecomunicaciones de parte del FODETEL.
2. Otorgamiento y suscripción de la concesión.
3. Entrega de recursos al concesionario, según cronograma de desembolsos.
 - a. Equipos
 - b. Materiales y accesorios,
 - c. Obras civiles
 - d. Instalación
 - e. Pruebas
 - f. Seguros
 - g. Transporte.
4. Contribución de mano de obra no calificada por parte de las Comunidades Chiviaza y El Pescado.
5. Informe del avance de la obra y ejecución de la inversión.
6. Control técnico de los servicios prestados a través de la concesión financiada por el FODETEL, por parte de la Superintendencia de Telecomunicaciones.
7. Fiscalización y entrega de la obra.

7.2.4 Fase 4: Funcionamiento

Objetivo: Brindar el servicio de Internet a usuarios de las comunidades Chiviaza y El Pescado, sin perjuicio de su condición económica, social, a precio asequible que contribuya al mantenimiento debido de los equipos.

Responsable: CONATEL, Concesionario, Usuarios y GAD de Limón Indanza.

1. Administración técnica por parte del CONATEL.
2. Capacitación a docentes y demás interesados en la comunidad sobre el uso de Internet por parte del GAD Municipal de Limón Indanza.
3. Uso del internet por parte de los usuarios de la comunidad.

4. Mantenimiento de parte del concesionario.

7.3 Cronograma

Fase	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Adelante 10 años
Fase 1											
Fase 2											
Fase 3											
Fase 4											

7.4 Modelos de inversión amortizados

El costo de la provisión de Internet para las comunidades Chiviaza y El Pescado de los \$ 58.624,86 de parte del FODETEL, más el aporte de trabajo no calificado que suma un total de \$1.800, sumando una inversión para la instalación y mantenimiento del servicio total de \$60.424,86. A continuación, se presentan dos modelos de inversión que debería hacer la comunidad en caso de no tener subsidio.

7.4.1 A mediano Plazo

Se presenta una amortización para extinguir la deuda a 10 años con un interés del 5% anual. Esta amortización incluye tanto el pago del capital como el de intereses que corresponda cada caso.

Las formulas a utilizar son las de amortización gradual:

$$A = R[1 - (1 + i)^{-n}]$$

$$R = \frac{Ai}{1 - (1 + i)^{-n}}$$

Datos

A=\$60.424,86.
n = 10
i =0,05
R=?

$$R = \frac{60.428.86 \times 0,05}{1 - (1 + 0,05)^{-10}} = 782,29$$

$$A = 7825,29[1 - (1 + 0,05)^{-10}] = 3021$$

Tabla de amortización:

5%

Período de pago	Cuota anual	Interés sobre capital	Capital	saldo deuda pendiente	Deuda Per Cápita Anual
<u>0</u>	-----	-----	-----	<u>60424,86</u>	
<u>1</u>	7825,29	3021	4804,29	55620,57	26,53
<u>2</u>	7825,29	2781	5044,29	50576,28	26,53
<u>3</u>	7825,29	2529	5296,29	45279,99	26,53
<u>4</u>	7825,29	2264	5561,29	39718,7	26,53
<u>5</u>	7825,29	1986	5839,29	33879,41	26,53
<u>6</u>	7825,29	1694	6131,29	27748,12	26,53
<u>7</u>	7825,29	1387	6438,29	21309,83	26,53
<u>8</u>	7825,29	1065	6760,29	14549,54	26,53
<u>9</u>	7825,29	728	7097,29	7452,25(0,04)	26,53
<u>10</u>	7825,29	373	7452,29(0,04)	0,00	26,53

Como se puede apreciar en la tabla de amortización anterior, si es que la deuda se pagara al 5% a 10 años que representa la vida útil de la red que se instalaría, cada ciudadano estaría endeudado en \$26,53 anuales, ello dirigido sólo para las personas económicamente activas que tiene la comunidad supondría un valor mucho más

elevado. Por lo tanto, el impacto económico generado dentro de la comunidad sería muy elevado, pues anualmente debería pagar \$7.825,29.

Se determina, en todo caso, que no es una alternativa conveniente para la comunidad.

7.4.2 A largo Plazo

Por otro lado, se presenta una amortización para extinguir la deuda a 50 años con un interés del 10% anual. Esta amortización incluye tanto el pago del capital como el de intereses que corresponda cada caso.

Las formulas a utilizar son las de amortización gradual:

$$A = R[1 - (1 + i)^{-n}]$$

$$R = \frac{Ai}{1 - (1 + i)^{-n}}$$

Datos

$$A = \$60.424,86.$$

$$n = 50$$

$$i = 0,10$$

$$R = ?$$

$$R = \frac{60.428.86 \times 0,10}{1 - (1 + 0,10)^{-50}} = 6.094.41$$

$$A = 6.094,41[1 - (1 + 0,10)^{-50}] = 6.042$$

Tabla de amortización:

10%

Período de pago	Cuota anual	Interés sobre capital	Capital	saldo deuda pendiente	Deuda Per Cápita Anual
0	-----	-----	-----	60424,86	
1	6094,41	6042	52,41	60372,45	20,66
2	6094,41	6037	57,41	60315,04	20,66
3	6094,41	6032	62,41	60252,63	20,66

4	6094,41	6025	69,41	60183,22	20,66
5	6094,41	6018	76,41	60106,81	20,66
6	6094,41	6011	83,41	60023,4	20,66
7	6094,41	6002	92,41	59930,99	20,66
8	6094,41	5993	101,41	59829,58	20,66
9	6094,41	5983	111,41	59718,17	20,66
10	6094,41	5972	122,41	59595,76	20,66
11	6094,41	5960	134,41	59461,35	20,66
12	6094,41	5946	148,41	59312,94	20,66
13	6094,41	5931	163,41	59149,53	20,66
14	6094,41	5915	179,41	58970,12	20,66
15	6094,41	5897	197,41	58772,71	20,66
16	6094,41	5878	216,41	58556,3	20,66
17	6094,41	5856	238,41	58317,89	20,66
18	6094,41	5832	262,41	58055,48	20,66
19	6094,41	5806	288,41	57767,07	20,66
20	6094,41	5777	317,41	57449,66	20,66
21	6094,41	5745	349,41	57100,25	20,66
22	6094,41	5710	384,41	56715,84	20,66
23	6094,41	5672	422,41	56293,43	20,66
24	6094,41	5630	464,41	55829,02	20,66
25	6094,41	5583	511,41	55317,61	20,66
26	6094,41	5532	562,41	54755,2	20,66
27	6094,41	5476	618,41	54136,79	20,66
28	6094,41	5414	680,41	53456,38	20,66
29	6094,41	5346	748,41	52707,97	20,66
30	6094,41	5271	823,41	51884,56	20,66
31	6094,41	5189	905,41	50979,15	20,66
32	6094,41	5098	996,41	49982,74	20,66
33	6094,41	4998	1096,41	48886,33	20,66
34	6094,41	4889	1205,41	47680,92	20,66
35	6094,41	4768	1326,41	46354,51	20,66

36	6094,41	4635	1459,41	44895,1	20,66
37	6094,41	4490	1604,41	43290,69	20,66
38	6094,41	4329	1765,41	41525,28	20,66
39	6094,41	4153	1941,41	39583,87	20,66
40	6094,41	3958	2136,41	37447,46	20,66
41	6094,41	3745	2349,41	35098,05	20,66
42	6094,41	3510	2584,41	32513,64	20,66
43	6094,41	3251	2843,41	29670,23	20,66
44	6094,41	2967	3127,41	26542,82	20,66
45	6094,41	2654	3440,41	23102,41	20,66
46	6094,41	2310	3784,41	19318	20,66
47	6094,41	1932	4162,41	15155,59	20,66
48	6094,41	1516	4578,41	10577,18	20,66
49	6094,41	1058	5036,41	5540,77 (0,36)	20,66
50	6094,41	554	5540,41(0,3 6)	0,00	20,66

En este caso, se puede observar que la deuda anual per cápita desciende a \$20,66, en cuyo caso el impacto económico es ligeramente más bajo. Sin embargo, todos los miembros de la comunidad estarían obligados a pagar anualmente un valor de \$6.094,41.

Nuevamente, se determina que no es una alternativa conveniente para la comunidad pagar por el servicio, además, existe una razón adicional: la vida útil de los equipos es de 10 años y la deuda, de ser el caso, tendría una duración de 50 años.

7.1 Modelo de inversión en base a subsidio

En caso del subsidio de la inversión para implementación y mantenimiento de la red de internet por parte del FODETEL, los beneficios que se generan para la comunidad recaen tanto dentro del ámbito social como económico.

Ello implica una contribución al IDH (índice de desarrollo humano), pues en Cantón Limón Indanza, en su zona rural, una de sus prioridades es cubrir varios frentes como son la demanda de equipamiento y servicios, actividades productivas, asesoramiento humano, patrimonio, turismo, movilidad y conectividad. Dentro de este último, se enfatiza que no existe una disponibilidad de medios de comunicación como el internet en la zona rural.

Estos aspecto valorados sobre 10 puntos hacen que las zonas urbanas como la cabecera cantonal disponga de un índice de 3,9, mientras que, en la zona rural, como la parroquia Santa Susana de Chiviaza, el IDH es de 2,48, sin embargo, quizá ello se deba a la actividad productiva ganadera de la zona, pues si se habla específicamente de conectividad, apenas disponen del servicio de radio y de 1 canal con frecuencia abierta. De este modo, en este aspecto de conectividad concreto, el IDH sería nulo.

En tal sentido, el beneficio que se generaría mediante la dotación de Internet, tendría dos componentes importantes que se revierten en retorno social y retorno económico para las comunidades El Pescado y Chiviaza

7.1.1 Retorno social y económico para la comunidad.

Para medir el retorno social, se ha realizado una tabla comparativa de los beneficios a corto, mediano, y largo plazo, en base a la tasa de crecimiento poblacional que tiene la provincia.

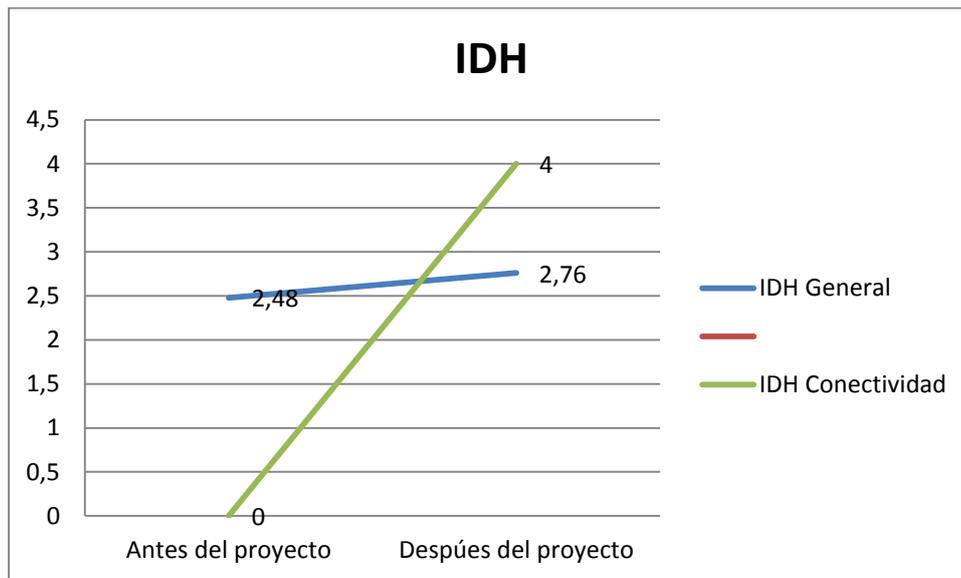
Tabla 37: Retorno socioeconómico

Inmediato						
Cantidad			Grupos etarios	Etnias		Beneficio
Total	Directo	Indirecto	Edad	Mestizos	Shuar	
66	44	22	Niños de 5 a 9 años	45	21	Accederán a las TIC
102	67	35	Jóvenes de 10 a 19 años	69	33	Oportunidades de manejo de las TIC
162	108	54	Adultos en edad de trabajar	110	52	Mejorarán la comunicación

46	31	15	Adultos mayores	31	15	Entretenimiento
376	250	126	totales	256	120	Conectividad.
A cinco años						
Total	Directo	Indirecto	Edad	Mestizos	Shuar	Beneficio
75	50	25	Niños de 5 a 9 años	51	24	Mejores desempeños académicos y reducción de la deserción escolar
116	76	40	Jóvenes de 10 a 19 años	79	37	Mejores desempeños y opción de ingresar a la Universidad
184	123	61	Adultos en edad de trabajar	125	59	Aprovechamiento productivo y en el negocio
52	35	17	Adultos mayores	36	17	Mejorarán la comunicación
428	285	143	totales	291	137	Conectividad.
A diez años						
Total	Directo	Indirecto	Edad	Mestizos	Shuar	Beneficio
85	57	28	Niños de 5 a 9 años	58	27	Bachilleres que aprovechan los recursos tecnológicos
132	87	45	Jóvenes de 10 a 19 años	90	42	Profesionales universitarios que regresan a la comunidad
210	140	70	Adultos en edad de trabajar	143	67	Mejores desempeños y opción de ingresar a la Universidad
60	40	19	Adultos mayores	41	19	Mejorarán la comunicación
487	324	163	totales	331	156	Conectividad.

En base al modelo propuesto anteriormente, el retorno inmediato muestra que se beneficiaría a 374, a cinco años se beneficiaría 428 y a diez años se beneficiaría a 487 habitantes, cuya tercera parte está compuesta por población étnica. El proyecto también es incluyente dentro de este aspecto pues incluye a la etnia Shuar que al estar desplazada en zonas rurales es desatendida en éste y otros aspectos del desarrollo humano.

Ilustración 31: IDH antes y después del proyecto



En lo que a conectividad se refiere, del indicador 0/10, se habrá logrado un nivel mínimo de 4/10 lo que se iguala al servicio en la cabecera cantonal. Es decir, el Índice de Desarrollo Humano, promediado en base a lo que se dispone antes de iniciar el proyecto y una vez terminada la vida útil del mismo, habrá subido en promedio 0,28 para el resto de indicadores del IDH, lo que representa una diferencia superior directa de 1,52 con respecto a los indicadores que sí tienen alguna presencia dentro de la comunidad.

La inversión de \$60.424,86, tendrá su retribución a los 10 años pues al haber mejorado el nivel de conectividad, se habrán mejorado también la capacidad productiva del sector, que para entonces se espera sea de 487 habitantes.

Conclusiones

- El presente trabajo de investigación ha recogido información de las distintas redes de telecomunicación administrados por los organismos estatales y privados a fin de evaluar la infraestructura que dispone el país a nivel general y plantear nuevas alternativas de conectividad.
- En base a la georeferenciación del SIG, se han diseñado en forma gráfica utilizando el software ARCGIS, el entramado de telecomunicaciones, localizando las respectivas estaciones repetidoras. En dicho entramado, se ha determinado diversos espacios que no están dotados de servicios de telecomunicaciones, particularmente en la Amazonía.
- Se ha diseñado un prototipo de en el área de influencia de la ROE para generar servicios de telecomunicaciones que coadyuven a mejorar el IDH (Índice de Desarrollo Humano) en las zonas rurales del Ecuador.
- Para probar la vigencia del prototipo, se ha realizado una aplicación para dar solución específica a la necesidad de conectividad que tienen las comunidades El Pescado y Chiviaza, pertenecientes al cantón Limón Indanza, provincia de Morona Santiago.
- Finalmente, se ha diseñado un modelo de gestión social y económica para formalizar adecuada y participativamente la solicitud del servicio ante el FODETEL en la modalidad de subsidio.

Bibliografía

- Carrillo, F., & León, D. (2010). *Análisis de la penetración de los servicios de telecomunicaciones más destacados que se ofrecen en el Ecuador*. Guayaquil: ESPOL.
- CONATEL. (2005). *Norma para la Implementación y Operación de Sistemas de Modulación Digital*. Recuperado el 5 de Junio de 2013, de Consejo Nacional de Telecomunicaciones:
http://www.conatel.gob.ec/site_conatel/index.php?view=article&catid=49%3Aregulacion-de-servicios&id=111%3Anorma-para-la-implementacion-y-operacion-de-sistemas-de-modulacion-digital-de-banda-ancha&tmpl=component&print=1&page=&option=com_content&Itemid=104
- CONATEL. (1 de Junio de 2007). *Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones Uso de las TIC para establecer el camino hacia la sociedad de la información y el conocimiento*. Recuperado el 1 de Mayo de 2013, de Secretaría Nacional de Telecomunicaciones:
http://www.comunidadandina.org/telec/Plan_telecomunicaciones_ecuador.pdf
- CONATEL. (2013). *Sistemas de modulación digital de banda ancha MDBA*. Recuperado el 5 de Junio de 2013, de Consejo Nacional de Telecomunicaciones:
http://www.conatel.gob.ec/site_conatel/?option=com_content&view=article&catid=40:servicios&id=1639:sistemas-de-modulacion-digital-de-banda-ancha-mdba&Itemid=166
- Congreso Nacional del Ecuador. (2001). *Reglamento General a la Ley de Telecomunicaciones Reformado*. Quito: CONATEL.

Corporación Nacional de Telecomunicaciones. (2010). *Historia Telefonía Fija*. Quito: CNT.

Corral de Witt, D. (2010). *Red Alternativa de Comunicaciones Rurales en el Ecuador*. Fuenlabrada: Universidad Rey Juan Carlos.

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Limón Indanza. (2012). *Plan de Ordenamiento Territorial*. Limón Indanza: GAD Municipal Limón Indanza.

INEC. (2010). *Estadísticas Morona Santiago*. Quito: Gobierno Nacional del Ecuador.

MINTEL. (2012). *Situación actual de red de fibra óptica en el Ecuador*. Quito: Gobierno Nacional de la República del Ecuador.

Sistema de Información Geográfica. (2013). *Posicionamiento Geográfico*. Recuperado el 15 de Mayo de 2013, de Instituto Geográfico Militar: <http://www.igm.gob.ec/work/index.php>

Anexos

Anexo 1: Acrónimos

BA: Banda ancha

CONATEL: Consejo Nacional de Telecomunicaciones

CR: Cabecera de Red

dB: Decibel

dBi: Decibel isótropo

dBm: Decibelio en relación a un nivel de referencia de 1 mW

DGGST: Dirección General de Gestión de Servicios de Telecomunicación

EE: Espectro Ensanchado

EERCS: Empresa Eléctrica Regional Centro Sur

ESRI: Enviromental System Research Institute

FODETEL: Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones

ICM: Investigación Ciencia y Medicina

IGM: Instituto Geográfico Militar

INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

IP: Protocolo de Internet

ISM: Investigation Science Medicine

MINTEL: Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información

MOP: Ministerio de Obras Públicas

mW: miliwatio

NI: Nodo de Interconexión

NLP: Nodo Local Principal

NLS: Nodo Local Secundario

RA: Red de Acceso

RAIPCL: Red de Acceso Inalámbrica para las Parroquias del Cantón Limón

RD: Red de Distribución

ROE: Red de Operadores Existentes

RROE: Repetidores de la Red de Operadores Existentes

RT: Red de Transporte

RZ: Red Zonal

SENATEL: Secretaría Nacional de Telecomunicaciones

SIG: Sistema de Información Geográfica

SRTM: Shuttle Radar Topographic Mission

UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones

VoIP: Voz sobre Protocolo de Internet

WMS: Web Map Service

WCS: Web Coverage Service

WFS: Web Feature Service

WIFI: Estándar de Comunicaciones IEEE 802.11