



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**“ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED INALÁMBRICA PARA
PROVISIÓN DE SERVICIOS DE TELEFONIA FIJA E INTERNET
DE BANDA ANCHA EN VEINTE LOCALIDADES RURALES DEL
CANTÓN VALENCIA PROVINCIA DE LOS RÍOS”**

INFORME DE PROYECTO INTEGRADOR

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

JASMILE ROXANA FIALLOS BARRAGÁN

GABRIEL JOSÉ SUAREZ RODRÍGUEZ

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2015

AGRADECIMIENTOS

A Dios por su inmensa bondad, a mi Padre por guiarme, a mi dulce Madre por sus consejos, a mis hermanos por ser mi mayor motivación y a mis incondicionales amigos.

Jasmile Roxana Fiallos Barragán.

A Dios, a mi Madre por ser mi guía y ejemplo y a mi familia por su apoyo a lo largo de este camino.

Gabriel José Suarez Rodríguez

DEDICATORIA


Dedico este trabajo a mí amado Padre, por creer siempre en mí, por sus consejos, y por ser un ejemplo de fortaleza, amor y perseverancia.

Jasmile Roxana Fiallos Barragán.

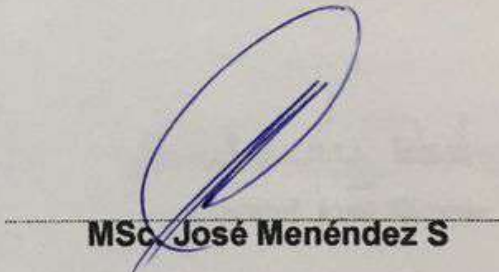
A mi Madre que con amor y dedicación ha sabido orientarme, me ha apoyado siempre y es un pilar fundamental en mí día a día.

Gabriel José Suarez Rodríguez

TRIBUNAL DE EVALUACIÓN



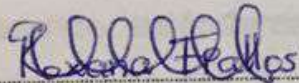
MSc. Edison Del Rosario C
PROFESOR EVALUADOR



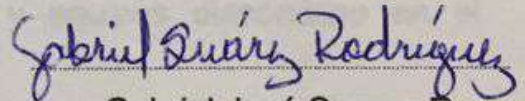
MSc. José Menéndez S
PROFESOR EVALUADOR

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Jasmile Roxana Fiallos B.



Gabriel José Suarez R.

RESUMEN

Este proyecto tiene como fin desarrollar un estudio para la implementación de una red inalámbrica que provea de servicios de telecomunicaciones a veinte recintos del cantón Valencia, provincia de Los Ríos; mejorando la calidad de vida de sus habitantes.

En el capítulo uno se realiza la descripción de la problemática y el sector donde se proveerá de los servicios de telefonía fija inalámbrica e internet, justificando el desarrollo del proyecto dando a conocer alcances, limitaciones, objetivos y posibles ingresos.

En el capítulo dos se presenta un análisis de las tecnologías CDMA 2000 en la banda de 450MHz y WIMAX con el fin de escoger la más apropiada para el área de estudio; comparando estándares, ventajas y desventajas, y equipos disponibles en el mercado.

En el capítulo tres se realiza el diseño de la red CDMA 450 MHz que consta de ubicaciones de radio base y troncal, presupuestos y simulaciones de radio enlaces, y el detalle de los ancho de banda requeridos por servicio y se describe el marco regulatorio para la implementación de una red de telecomunicaciones vigente el país.

En el capítulo cuatro se realiza una estimación del tiempo de implementación de la red CDMA 450MHz y un estudio financiero contemplando ingresos proyectados, gastos e inversiones para determinar la viabilidad del proyecto.

Finalmente se muestran las conclusiones y recomendaciones que se han extraído del desarrollo del proyecto, correspondiente a la factibilidad tecnológica y viabilidad económica para la provisión de telefonía fija e internet en los recintos rurales del cantón Valencia provincia de Los Ríos.

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	<i>ii</i>
DEDICATORIA	<i>iii</i>
TRIBUNAL DE EVALUACIÓN	<i>iv</i>
DECLARACIÓN EXPRESA	<i>v</i>
RESUMEN	<i>vi</i>
INDICE GENERAL.....	<i>vii</i>
ABREVIATURAS	<i>xii</i>
INDICE DE FIGURAS.....	<i>xiv</i>
ÍNDICE DE TABLAS	<i>xv</i>
INTRODUCCIÓN	<i>1</i>
CAPITULO1	<i>2</i>
1. ESTUDIO DEMOGRAFICO Y REQUERIMIENTOS DEL DISEÑO	<i>2</i>
1.1 Generalidades	<i>2</i>
1.2 Alcance y Limitaciones	<i>2</i>
1.3 Objetivos.....	<i>3</i>
1.3.1 Objetivos Generales	<i>3</i>
1.3.2 Objetivos Específicos	<i>3</i>
1.4 Antecedentes.....	<i>4</i>
1.5 Descripción del problema	<i>4</i>
1.6 Descripción de la población objetivo	<i>5</i>
1.7 Justificación del Proyecto	<i>9</i>
1.8 Posibles soluciones	<i>10</i>
1.9 Descripción del servicio.....	<i>11</i>

1.9.1	ARPU e ingresos proyectados.....	12
CAPÍTULO 2.....		14
2.	MARCO TEORICO.....	14
2.1	Técnicas de acceso múltiple.....	14
2.2	CDMA.....	15
2.2.1	Categorías CDMA	15
2.2.1.1	CDMA Síncrono	15
2.2.1.2	CDMA asíncrono.....	16
2.2.2	Funcionamiento	16
2.2.3	Características.....	17
2.2.4	CDMA 2000	17
2.2.5	Estándar 1XEV-DO	18
2.2.6	Estándar 1XEV-DV.....	19
2.3	CDMA 2000 en la banda 450 MHz.	19
2.3.1	Características.....	19
2.3.2	Ventajas y Desventajas	20
2.4	Estudio de la tecnología WIMAX	20
2.4.1	WIMAX	20
2.4.2	Funcionamiento	21
2.4.3	Características técnicas	21
2.4.4	Estándar IEEE 802.16 2004	22
2.4.5	Ventajas y desventajas.....	23
2.5	Comparación y recomendación de tecnologías.....	24
2.6	Arquitectura de la red	25

2.6.1	NSS (network switching system o sistema de conmutación de red)	26
2.6.2	PDN (packet data network o red de paquete de datos)	...26
2.6.3	BSS (base station system o sistema de estación base)	...26
2.7	Infraestructura de la red	27
2.7.1	Equipos para estación base	27
2.7.2	Equipos terminales	29
2.7.3	Equipos de acceso a la red.	31
2.7.4	Antenas de CDMA450	31
2.7.5	Antenas de microonda	32
CAPÍTULO 3		34
3.	DISEÑO DE LA RED CDMA 450	34
3.1	Bandas de 450 MHz	34
3.2	Regulación de la banda 450mhz en el ecuador	35
3.2.1	Atribución de la banda 450 MHz en Ecuador	35
3.2.2	Concesión de la frecuencia en el Ecuador	36
3.3	Resumen de la zona de cobertura	39
3.3.1	Datos Demográficos	39
3.3.2	Datos Geográficos	39
3.4	Posibles ubicaciones geográfica de la BTS	40
3.5	Red De Transporte	41
3.5.1	Diagrama de la Red de Transporte CDMA 450	43
3.5.2	Estudio de Ubicación de la BTS para Acceso a la Red de Transporte	44

3.6	Red de acceso.....	47
3.6.1	Diagrama de la red de Acceso	47
3.6.2	Modelo de Radio propagación para la zona de cobertura ...	48
3.6.3	Cálculo de radio propagación para los enlaces de acceso a la red CDMA-450.....	50
3.6.4	Cobertura de la BTS.....	52
3.7	Servicios de la red CDMA 450.....	54
3.7.1	Detalles de uso del ancho de banda por servicio	54
CAPÍTULO 4.....		55
4.	Cronograma y Análisis Financiero.....	55
4.1	Gestión de Tiempo del proyecto.....	55
4.1.1	Planteamiento del problema.....	55
4.1.2	Estudio Preliminar	55
4.1.3	Diseño del Proyecto	56
4.1.4	Ejecución del Proyecto	56
4.1.5	Permisos Regulatorios.....	56
4.1.6	Etapas de Ventas	56
4.2	Estudio de Demanda	57
4.3	Estado financiero.....	58
4.3.1	Inversiones Inicial	58
4.3.2	Costos de ingeniería.....	58
4.3.3	Ingresos Proyectados.....	59
4.3.4	Flujo de Caja	60

4.3.5 VAN Y TIR.....	61
4.4 Evaluación Económica.....	61
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
ANEXO A.....	65
ANEXO B.....	67
ANEXO C.....	68
ANEXO D.....	70
ANEXO E.....	71
ANEXO F.....	73
ANEXO G.....	75
ANEXO H.....	78
ANEXO J.....	79
ANEXO K.....	81
ANEXO L.....	83
ANEXO M.....	84
BIBLIOGRAFIA.....	86

ABREVIATURAS

ARCOTEL	Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones
ARPU	Average Revenue Per User
AUC	Centro de Autenticación de Usuario
BSC	Controlador de Estación Base
BSS	Sistema de Estación Base
BTS	Estación Base
CDMA	Acceso Múltiple por División de Código
CONATEL	Consejo Nacional de Telecomunicaciones
DSL	Línea de Abonado Digital
FDMA	Acceso Múltiple por División de Frecuencia
GSM	Sistema Global para las Comunicaciones Móviles
HLR	Registro de Ubicación Base
IEEE	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
MINTEL	Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información
MSC	Centro de Conmutación Móvil
NSS	Sistema de Conmutación de Red
OFDM	Modulación por Derivación de Frecuencia Ortogonal
PCM	Modulación de Código por Pulso
PDN	Red de Paquete de Datos
PSTN	Red Conmutada de Telefonía Pública
RF	Radiofrecuencia
SUPERTEL	Superintendencia de Telecomunicaciones
TDMA	Acceso Múltiple por División de Tiempo

TIC	Tecnologías de la Información y Comunicación
WIFI	Wireless Fidelity
WIMAX	Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 ANALFABETISMO DIGITAL EN CANTÓN VALENCIA, PROVINCIA DE LOS RÍOS [1]	6
FIGURA 1.2 DISTRIBUCIÓN POBLACIONAL [1].....	7
FIGURA 1.3 DENSIDAD POBLACIONAL [1].....	7
FIGURA 1.4 ÁREA DE COBERTURA	9
FIGURA 2.1 ARQUITECTURA BÁSICA DE LA RED	25
FIGURA 2.2 ARQUITECTURA DE UNA RED CDMA.....	25
FIGURA 3.1 MAPA POLÍTICO DE LA PROVINCIA DE LOS RÍOS [1].....	40
FIGURA 3.2 UBICACIÓN DE LA COORDENADAS EN EL MAPA DE LA SIMULACIÓN.....	42
FIGURA 3.3 UBICACIÓN DE LA COORDENADAS EN EL MAPA DE SIMULACIÓN.....	42
FIGURA 3.4 RED DE TRANSPORTE CDMA 450	44
FIGURA 3.5 ENLACE ENTRE BTS UBICACIÓN 1 Y EL NODO CENTRAL	45
FIGURA 3.6 ENLACE ENTRE BTS UBICACIÓN 2 Y EL NODO CENTRAL	46
FIGURA 3.8 COBERTURA DE LA BTS.....	53
FIGURA 3.9 ENLACE ENTRE BTS Y UN POSIBLE TERMINAL LEJANO ..	53

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: PUNTOS DE LA ZONA DE COBERTURA.....	8
TABLA 2: DESCRIPCIÓN DE TARIFAS DE SERVICIO [5].....	11
TABLA 3: DATOS DEL ARPU DEL MERCADO DE TELEFONÍA FIJA EN EL ECUADOR. [6].....	12
TABLA 4: VELOCIDAD DE FASES EVOLUTIVAS DE CDMA2000 1X [14].	18
TABLA 5: VELOCIDAD DE DATOS CDMA2000 1X EV – DV [15].....	19
TABLA 6: CARACTERÍSTICAS IEEE 802.16 [18].....	23
TABLA 7: CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS PARA INFRAESTRUCTURA DE LA RED [19] [20].....	29
TABLA 8: CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS TERMINALES PARA TELEFONÍA FIJA INALÁMBRICA [19] [20]	30
TABLA 9: CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS PARA ACCESO A LA RED EN TELEFONÍA INALÁMBRICA FIJA. [20]	31
TABLA 10: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y TÉCNICAS DE ANTENAS CDMA450 [19]	32
TABLA 11: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y TÉCNICAS ANTENAS MICROONDAS [20]	32
TABLA 12: CARACTERÍSTICAS DE ANTENA INTEGRADA [20].....	33
TABLA 13: DIVISIÓN DE LA BANDA DE 450 MHZ [21].....	34
TABLA 14: ATRIBUCIÓN DE BANDA DE 450MHZ [21].....	36

TABLA 15: COORDENADAS DE LA BTS	41
TABLA 16: COORDENADAS DEL NODO CENTRAL EN EL CANTÓN VALENCIA.	41
TABLA 17: DATOS DEL ENLACE MICROONDA.....	45
TABLA 18 PRECIO DE EQUIPO DE RED DE ACCESO	47
TABLA 19: DATOS DEL PRESUPUESTO DE ENLACE	50
TABLA 20: DATOS DEL ENLACE ENTRE BTS Y TERMINAL	51
TABLA 21: DATOS DEL ENLACE ENTRE BTS Y TERMINAL	52
TABLA 22: SERVICIOS DE LA RED CDMA 450.....	54
TABLA 23: INVERSIÓN INICIAL	58
TABLA 24: COSTOS DE INGENIERÍA.....	59
TABLA 25: INGRESOS PROYECTADOS	60
TABLA 26: FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO	61
TABLA 27: VAN Y TIR DEL PROYECTO	61

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, es de vital importancia el mantenernos en constante comunicación. Es por esto que a lo largo de la historia se han implementado nuevas tecnologías con el fin de satisfacer estas necesidades, el avance tecnológico constantemente ha influido en el desarrollo del individuo y la sociedad.

Sin importar donde nos encontremos, más aún para lugares remotos, es esencial tener servicios básicos como la telefonía fija e internet, porque no solo servirá como medio de comunicación en actividades cotidianas sino inclusive en casos de emergencia. Debemos resaltar que en esta sociedad de la información y conocimiento el internet es una herramienta indispensable para el aprendizaje, comunicación, información, innovación, entretenimiento y un sin número de actividades.

Hoy en día la ley impulsa la prestación de servicios de calidad, fomenta el acceso universal a los servicios de telecomunicaciones a los sectores rurales y/o marginales, brindando la adecuada cobertura y promoviendo el establecimiento eficiente de infraestructura de telecomunicaciones.

Por lo expuesto, y con el fin de contribuir al desarrollo de las zonas rurales del cantón Valencia, provincia de Los Ríos, hemos desarrollado un estudio para conocer el estado de este sector, el requerimiento de servicios y así proyectar la cobertura analizando las diferentes tecnologías con el fin de dar un servicio óptimo. En el presente documento servirá como base para una futura implementación.

CAPITULO1

1. ESTUDIO DEMOGRAFICO Y REQUERIMIENTOS DEL DISEÑO

1.1 Generalidades

El proyecto contempla la necesidad de la comunicación en las localidades rurales del Cantón Valencia, Provincia de Los Ríos, así como la preocupación de minimizar la brecha digital presente en el país y plantea una posible solución para mejorar las condiciones de vida de las personas y el correcto uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la educación y la sociedad en general.

1.2 Alcance y Limitaciones

A continuación se mencionan los alcances y limitaciones del proyecto:

- Este proyecto realizará un estudio sobre el diseño de una red para dar servicio de telefonía fija e internet empleando dos posibles tecnologías para resolver el problema de conectividad en veinte recintos del cantón Valencia provincia de Los Ríos, optimizando recursos y dando mayores beneficios al cliente.
- Se evaluarán los componentes económicos del proyecto por lo que se presentará los gastos de implementación; así como también las posibles ganancias anuales luego de implementado el proyecto
- Este estudio se enfoca al inicio, en proporcionar servicios de conectividad en voz e internet pero deja la posibilidad de ofrecer más servicios en la misma red.
- Este trabajo dejará las bases establecidas para su posterior ejecución, más dejará a futuro la implementación de la red en el lugar objetivo.
- La cantidad de usuarios a quienes deseamos brindar servicios lo obtuvimos de información proporcionada por los directores de los establecimientos educativos, queda la posibilidad de realizar un estudio

de demanda detallado para obtener un dato aproximado de los posibles clientes.

1.3 Objetivos

A continuación indicamos los objetivos a alcanzar con el proyecto

1.3.1 Objetivos Generales

- Permitir a los pobladores de las zonas rurales del cantón Valencia tener acceso a los servicios de telecomunicaciones e Internet, y uso productivo de las TICs, al potenciar sus actividades sociales, familiares y de trabajo. Beneficiando a veinte recintos con alrededor de 450 familias con nuevas oportunidades de trabajo y acceso a información y conocimiento para mejorar los negocios que ya tengan en marcha.
- Contribuir con el desarrollo sostenible mediante los servicios de telecomunicaciones y el acceso universal de los mismos como vehículo de progreso e integración a fin de mejorar la calidad de vida de las personas.
- Reducir en nuestro país la brecha digital de acceso a las tecnologías de la información y comunicación (TIC), minimizando el analfabetismo tecnológico.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Promover en el cantón Valencia, provincia de Los Ríos, la calidad de la enseñanza en escuelas y colegios fiscales para erradicar el analfabetismo; empleando y aprovechando el buen uso de las TIC's.
- Proveer del servicio de voz e internet en zonas rurales de difícil acceso con alta dispersión de unidades habitacionales.
- Diseñar una red inalámbrica con bajo costo de implementación y amplia cobertura para una mayor satisfacción del usuario.

- Realizar un estudio de varias tecnologías para determinar la que mejor satisfaga las necesidades de estas comunidades rurales.
- Mejorar la calidad de vida de las personas que se encuentran en comunidades alejadas del sector urbano; brindando facilidad para la comunicación, las cuales son de gran ayuda en caso de emergencias, asistencia médica preventiva, educación, etc.
- Permitir a emprendedores locales a adquirir mayores conocimientos y recursos mediante el uso de servicios de acceso a Internet y telecomunicaciones.

1.4 Antecedentes

Con el cambiar de los tiempos y la evolución tecnológica, actualmente podemos decir que estamos en la era de la información, conocimiento y comunicación; en la cual las TIC han tomado un papel muy importante. Es difícil pensar que con toda esta evolución aún existen comunidades que carezcan de estos servicios.

La brecha digital es un problema en especial para los países menos desarrollados, esta era informática promueve el desarrollo de las tecnologías preocupándose también de la preservación del medio ambiente y buscando mejorar la condición de vida de sus habitantes.

Para este proyecto se considera analizar las características de las tecnologías inalámbricas: CDMA (Acceso Múltiple por división de código) y WIMAX (Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas) como las mejores opciones tratándose de una zona rural. Estas redes inalámbricas por su amplia cobertura, bajos costos de implementación, requieren menos infraestructura y equipos para proporcionar los servicios de voz e internet, tienen alta calidad de voz y buena velocidad de acceso de datos.

1.5 Descripción del problema

Este proyecto consiste en el diseño de una red inalámbrica para la provisión de servicios de telefonía e internet, la cual beneficiará a aproximadamente 450 familias ubicados sur-oeste del Cantón Valencia Provincia de Los Ríos, que

consta de los recintos: Lampa, Choyo, Blanquita, Pice Arriba, Guampe, El Recreo, Costa Azul, El Triunfo, La Victoria, Lulo, San Pablo 1 y 2 , El Montecito, La Cadena, Almendro, Pice González, Las Palmitas, Aguacate Pice, Cayambe y Buena Esperanza [1]. Mapas (véase Anexo A).

La Escuela Sagrado Corazón de Jesús ubicada en la Hacienda Nueva Esperanza con el código institucional en el Archivo Maestro de Instituciones Educativas (AMIE) 12H01719 atiende a 356 estudiantes y la Unidad Educativa Eugenio Espejo con el código AMIE 12H01726 ubicada en el recinto La Cadena atiende a 759 alumnos en sus jornadas matutina y vespertina. Ambas Instituciones Educativas carecen de Servicio de Internet siendo estas escuelas nuestro principal punto de interés en la zona delimitada en este proyecto [2]. Coordenadas (véase Anexo D).

El territorio descrito consta de viviendas, haciendas, empresas dedicadas a la agronomía, cultivos y dos centros educativos públicos que atienden a 1115 alumnos en sus instalaciones, estos lugares requieren de servicios de telefonía e internet de buena calidad.

El proyecto será diseñado con un enfoque de convergencia tecnológica y económica para dar servicios de telefonía e internet, haremos un estudio de la tecnología CDMA en la frecuencia de 450 MHz (CDMA 450) y WIMAX que son sistemas inalámbricos apropiados para este tipo de zonas.

Las áreas de despliegue de tecnologías inalámbricas se pueden revisar en detalle en el Anexo B y Anexo C.

1.6 Descripción de la población objetivo

En las zonas rurales del cantón Valencia, provincia de Los Ríos se tiene una densidad poblacional de 42.556 habitantes de los cuales 25.573 viven en zonas rurales; esta población tiene el 12.5% de analfabetismo digital del total de la población; además se debe tomar en cuenta que los habitantes principalmente dependen de la producción agrícola y ganadera.

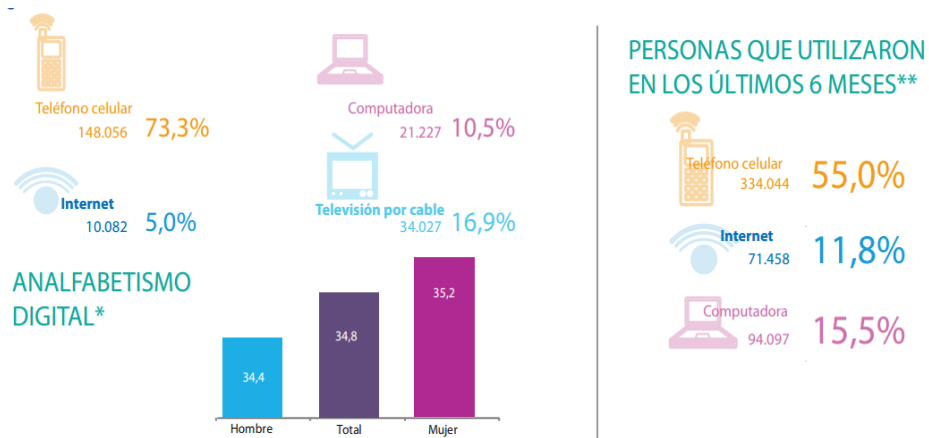


Figura 1.1 Analfabetismo Digital en Cantón Valencia, provincia de los Ríos [1]

Como se observa en la figura 1.1, el índice de analfabetismo tecnológico es alto en la población del cantón Valencia comparado con otros sectores del Ecuador, esto podría deberse a la dificultad de acceso de estos recintos.

Según Memoria Técnica Cantón Valencia del Proyecto: “Generación De Geoinformación Para La Gestión Del Territorio A Nivel Escala 1:25 000”, Socioeconómico; Marzo del 2013; en la provincia de Los Ríos que tienen como cabecera cantonal a Valencia; consta también de parroquias urbanas como: La Unión y La Nueva Unión, y parroquias rurales como: El Vergel, Costa Azul, etc. Aproximadamente existen cien poblados entre caseríos y recintos.

Según datos del INEC 2010, el cantón Valencia presenta una población de 42556 habitantes.

Se detallan en la Figura 1.2 la distribución de la población del cantón Valencia en hombres y mujeres por zonas (urbana y rural).

Sexo	2010				2001			
	RURAL		URBANO		RURAL		URBANO	
	Población	%	Población	%	Población	%	Población	%
Hombre	13974	54,64	8618	50,74	13087	55,37	4723	51,14
Mujer	11599	45,36	8365	49,26	10548	44,63	4512	48,86
Total	25573	100,00	16983	100,00	23635	100,00	9235	100,00

2001-2010			
Variación URBANA		Variación RURAL	
Absoluto	Relativo %	Absoluto	Relativo %
3895	82%	887	6,78%
3853	85%	1051	9,96%
7748	84%	1938	8,20%

Figura1.2 Distribución Poblacional [4]

La densidad poblacional es la relación entre el tamaño poblacional y una unidad de área; se la puede categorizar en cinco rangos: muy alta, alta, medio, bajo y zonas vacías, a continuación se muestra en la Figura 1.3 esta categorización en el cantón Valencia

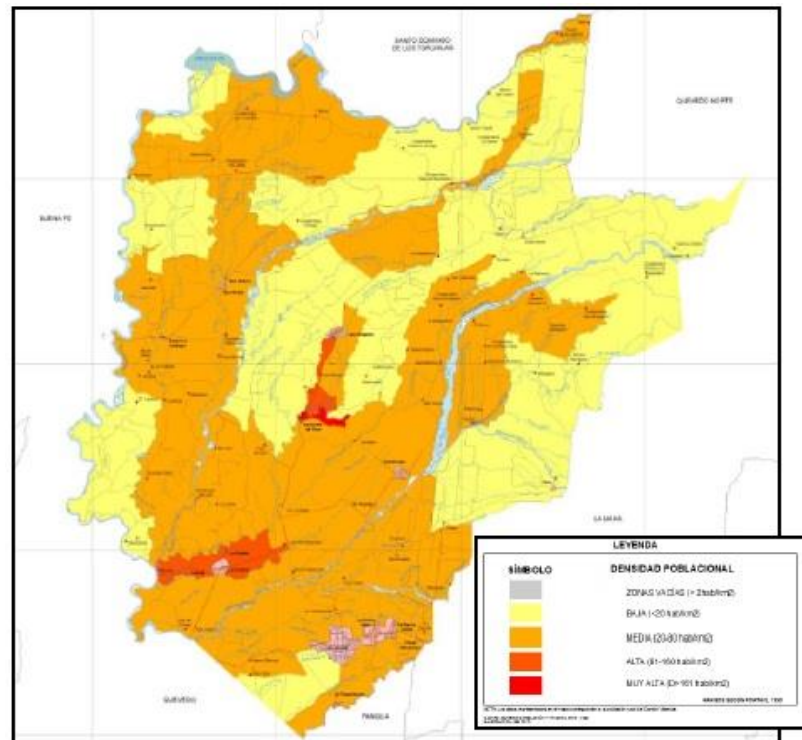


Figura 1.3 Densidad Poblacional [4]

En el cantón Valencia encontramos una zona de densidad poblacional muy alta (población mayor a 160 habitantes por km²), en el sector denominado Aguacate de Pice, zona bordeada por el Estero Pice localizada aproximadamente a 5 km hacia el sur del centro poblado Los Vergeles, pasando por los poblados de San Alfonso y Pice.

Las densidades poblacionales altas (con un rango de población de 81 a 160 habitantes/km²) se presentan en dos zonas marcadas: La primera colinda con el sector de densidad muy alta (Aguacate de Pice) y forma un corredor de aproximadamente 5 km de largo hasta llegar a la población de Los Vergeles. Esta zona de densidad incluye al poblado de San Alfonso.

La segunda zona de densidad alta, corresponde al área de influencia del centro poblado La Cadena, en esta zona se encuentran localizados los poblados de La Violeta, Lampa y Matecito.

Las demás zonas geográficas del cantón contienen densidades medias (con un rango de población entre 21 y 80 habitantes/km²) y bajas (con un rango de población entre 3 y 20 habitantes/km²), las que contienen a mayor parte del territorio cantonal. En promedio la densidad poblacional del cantón Valencia es de 26hab/km². [4]

Se presentaran en la Tabla 1 las coordenadas geográficas del área que es objetivo de estudio del cantón Valencia en la provincia de Los Ríos.

Área de Cobertura	Latitud	Longitud
Punto 1	0°43'18.81"S	79°21'12.45"O
Punto 2	0°44'19.79"S	79°16'10.87"O
Punto 3	0°51'4.45"S	79°16'46.05"O
Punto 4	0°57'13.60"S	79°23'13.18"O
Punto 5	0°56'56.37"S	79°25'47.74"O
Punto 6	0°51'29.56"S	79°26'30.70"O

Tabla 1: Puntos de la zona de cobertura



Figura 1.4 Área de cobertura

En la Figura 1.4 se muestra el área que se desea cubrir para proporcionar los servicios de voz e internet en los recintos antes mencionados.

1.7 Justificación del Proyecto

De acuerdo con el Programa de Acceso Universal a las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) [3], el Gobierno debe proporcionar tecnologías y conocimientos del manejo de las TIC a todas las comunidades en el territorio nacional para su desarrollo social, económico, cultural y comunitario; y también en el Plan Nacional del Buen Vivir nos dice que *"la construcción de la sociedad del Buen Vivir tiene implícito el tránsito hacia la sociedad de la información y el conocimiento; pero considerando el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) no solo como medio para incrementar la productividad del aparato productivo, sino como instrumento para generar igualdad de oportunidades, para fomentar la participación ciudadana, para recrear la interculturalidad, para valorar nuestra diversidad, para fortalecer nuestra identidad plurinacional; en definitiva, para profundizar en el goce de los derechos y promover la justicia en todas sus dimensiones"*.

La Ley Orgánica de Comunicación, Capítulo II: Derechos a la Comunicación, Sección II: Derechos de igualdad e interculturalidad, Art. 35 *"Derecho al acceso universal a las tecnologías de la información y comunicación.- Todas las personas tienen derecho a acceder, capacitarse y usar las tecnologías de información y comunicación para potenciar el disfrute de sus derechos y oportunidades de desarrollo"*.

Y conforme al Plan Nacional de Conectividad Escolar que ejecuta el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (MINTEL) el Estado debe equipar, dar conectividad y capacitación sobre las TIC a los centros educativos públicos (escuelas y colegios fiscales) en todos los cantones y provincias del Ecuador para una enseñanza de calidad y erradicar el analfabetismo tecnológico, que promueva el desarrollo y avance del país.

1.8 Posibles soluciones

Teniendo muy en claro que necesitamos una tecnología de gran alcance, capaz de cubrir áreas extendidas por lo disperso de las viviendas en zonas rurales, buscaremos en aquellas que incluyan banda ancha inalámbrica. Actualmente tenemos dos opciones CDMA 450 y WIMAX.

La tecnología CDMA surge como una idea específica para zonas rurales donde existe baja densidad poblacional y los habitantes se encuentran muy dispersos, debido a su gran cobertura que puede superar los 40 Km; la relación costos beneficios en comparación con otras tecnologías es superior, teniendo una muy buena calidad de señal tanto en voz como en transferencia de datos.

La tecnología WIMAX está diseñada para acceso de banda ancha, y conexión entre nodos Wi-Fi en zonas metropolitanas solo pudiendo ser usada como soporte en áreas rurales, debido a la cobertura que podría alcanzar los 10 Km; ofrece bajos costos de implementación y muy buena señal de voz y datos.

1.9 Descripción del servicio

Se ofrecerá el servicio de forma inalámbrica para telefonía fija e internet a los habitantes de veinte recintos del cantón Valencia, aproximadamente 450 familias, siendo nuestro principal objetivo las instituciones educativas existentes en este sector.

TELEFONIA FIJA	
	Tarifa
Instalación	\$ 0.93
Pensión Básica (Mensual)	\$ 6.94
Servicio Promedio	\$ 2.00
Servicios Adicionales	Tarifa
A red Móvil (tarifa por min)	\$ 0.12
A red Móvil (tarifa por min a otras operadoras)	\$ 0.15
Todos los países (excepto cuba y otros)	\$ 0.15
INTERNET	
	Tarifa
Instalación	\$ 50.00
Plan1(3 Mbps)	
Básico	\$ 18.00
Plan 2(5 Mbps)	
Básico	\$ 24.90

Tabla 2: Descripción de tarifas de servicio [5]

1.9.1 ARPU e ingresos proyectados

El ARPU (Average revenue per user) es el ingreso promedio por usuario en determinado periodo de tiempo , este término puede ser empleado en cualquier empresa pero es mayormente usado en empresas que ofrecen servicios de telecomunicaciones quienes tienen una gran cantidad de usuarios, nuestro proyecto a pesar de estar dirigido para pocos usuarios por ser una zona apartada y basándonos en las proyecciones de ingreso mencionadas anteriormente , se proyecta un buen valor de ARPU tanto en servicio de voz como en el servicio de datos \$9.62 y \$25.47 respectivamente (véase Anexo F), en comparación con el mercado en nuestro País.

Segmento	ARPU
Popular	2,65
Residencial	12,40
Comercial	43,80
Promedio Ponderado	16,70

Tabla 3: Datos del ARPU del mercado de telefonía fija en el Ecuador. [6]

En el proyecto se estima un ingreso aproximado de \$ 119.275,70 en el primer año de ejecución; se considera abarcar en su totalidad el número de familias (450) del sector como usuarios del servicio de telefonía fija, quienes generaran un ingreso de \$ 49.486,50 y en el servicio de internet proyectamos que al finalizar el primer año lograremos tener 250 clientes (correspondientes al número de familias que tienen a sus hijos en educación académica según datos proporcionados por los directores de los establecimientos educativos antes mencionados) con lo cual se

obtiene un ingreso de \$69.789,20, teniendo en cuenta costos de instalación y vendiendo los servicios de planes a tarifas básicas. Datos detallados (véase Anexo E).

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEORICO.

Se presentará el estudio y características de las tecnologías a ser consideradas para resolver el problema de conectividad propuesto en el proyecto.

2.1 Técnicas de acceso múltiple

Este concepto tiene como objetivo permitir que un mayor número de usuarios utilicen el espectro radioeléctrico simultáneamente.

TDMA (Acceso Múltiple por División de Tiempo) divide la señal en porciones de tiempo a estos intervalos se lo conoce como ranura o slots, mientras que FDMA (Acceso Múltiple por División de Frecuencia) que divide la frecuencia del espectro en canales, los cuales serían distribuidos para cada usuario.

La técnica TDMA permite a los usuarios emplear todo el ancho de banda, usando como limitante el tiempo de transmisión, la transmisión se ordena por tramas, cada trama TT que esta subdividida en slots (TS), la cantidad de usuarios está dada por TT / TS . [7]

La técnica de multiplexación FDMA consiste en dividir el espectro en canales separados en frecuencia de manera que un canal de banda ancha se convierte en varios canales de banda angosta, asignando cada uno de estos canales a un usuario. Un ancho de banda BT dividido en canales de ancho de banda Bc tiene BT/Bc número de usuarios en total.

Inicialmente se usaron estas técnicas pero seguía existiendo una limitante en el número de usuarios y nace una nueva técnica de modulación que trabaja con todo el ancho de banda llamada CDMA (Acceso Múltiple por División de Código) en la cual se le asignan códigos a cada usuario con la finalidad que puedan transmitir simultáneamente en toda la banda. Basta con que el terminal receptor conozca el código único que fue asignado al transmisor. [7]

2.2 CDMA

La tecnología Acceso Múltiple de por Derivación de Código (CDMA) es una técnica de modulación de espectro ensanchado que utiliza la diferenciación entre usuarios por medio de códigos secuenciales digitales compartiendo el mismo espectro radioeléctrico. [8]

CDMA ofrece bajo costo de instalación con grandes beneficios tal como: la cobertura a grandes distancias, mayor capacidad por la reutilización de la banda de frecuencia debido a la implementación de códigos secuenciales, compatibilidad con sistemas analógico y digitales, escalabilidad, más claridad en la recepción de señal, así como la implementación de varios servicios en la misma red sean estos Telefonía, VoIP, Acceso a Internet de Banda Ancha, PTT, Televisión, Telemetría, MMS, etc. [8]

2.2.1 Categorías CDMA

La división de código se separa en dos categorías: CDMA síncrono (mediante códigos ortogonales) y asíncrono (secuencias pseudo-aleatorias)

2.2.1.1 CDMA Síncrono

En CDMA síncrono los códigos de los usuarios deben ser ortogonales entre sí, cada uno de estos códigos que emplean son únicos, la cantidad de número de usuarios se incrementa dependiendo de la longitud del código.

Los códigos binarios de los datos que se desea transmitir son tratados como vectores, donde el código de transmisión del usuario es ortogonal a todos los demás de esta manera no existe ningún tipo de interferencia entre ellos ya que la señal transmitida hace producto escalar con cualquier otra señal que podría ser captada con el receptor y de esta manera es eliminada. [9]

2.2.1.2 CDMA asíncrono

CDMA asíncrono utiliza secuencias binarias pseudo-aleatorias denominadas códigos PN ,si el código PN no corresponde al detallado es decir cualquier señal que no sea la del usuario de interés será interpretada como ruido ya que provoca interferencia con la misma, nótese que entre más usuarios transmitan simultáneamente mayor será la interferencia.

El ruido o interferencia causado porque los códigos PN no son ortogonales es pequeño debido a que el efecto de promediado se encarga de reducirlo posteriormente. [9]

2.2.2 Funcionamiento

CDMA realiza una conversión analógica-digital por medio de códigos empleando modulación de código por pulso (PCM) y también separa la voz de la información de control por medio de códigos en el flujo de datos mediante el VOECODER, dispositivo que se encuentra en los equipos terminales y en el controlador de la estación base (BSC).

Luego se realiza la codificación e interpolación para lograr recuperar la información durante la transmisión en caso de desvanecimiento y debilitamiento de la señal; y la canalización de la señal que es dispersada en todo el espectro con su respectivo código de esta forma se aprovecha todo el ancho de banda posible y como cada usuario tiene asignado un código no ocurre interferencia o traslape entre las señales transmitidas; por último se realiza la conversión a radiofrecuencia, todo el paquete de datos es colocado en un portadora la cual es convertida a RF(radiofrecuencia) para ser transmitida, todo esto es realizado en la BSC.

Finalmente para recuperar la señal de voz se realiza el proceso contrario en la BSC que tenga el dispositivo terminal en su zona de cobertura. [10]

2.2.3 Características

- Gran área de cobertura lo que posibilita su implementación en zonas rurales por requerir la instalación de menos estaciones bases para proporcionar los servicios a un determinado sector.
- Mayor capacidad de internet debido a que el acceso se realiza por medio de códigos secuenciales se puede conectar a múltiples usuarios por el mismo ancho de banda espectral.
- Mejor calidad de voz ya que se utiliza dispersión espectral por lo que los usuarios disponen de un ancho de banda del canal sin interferencia en la transmisión y recepción de la señal.
- Se tiene compatibilidad con sistemas analógicos y digitales; así como también un buen aprovechamiento de espectro radioeléctrico debido al rehúso de frecuencias y un control de energía en equipos terminales, debido a que mientras más cerca me encuentro de estación base se transmite a baja potencia, ahorrando energía.
- Bajos costos de implementaciones y grandes beneficios al cliente ya que ofrece una buena calidad de voz, privacidad, mayor velocidad de acceso a internet. [13]

2.2.4 CDMA 2000

CDMA2000 es una tecnología de tercera generación, conocida también como CDMA 2000 1x. Brinda al usuario mayores velocidades de transmisión de datos, soporta velocidades de datos de hasta 144 kbps actualmente pero se proyecta alcanzar velocidades hasta de 307 kbps.

Esta tecnología ha progresado con el pasar de los años, CDMA2000 1x es CDMA2000 1xEV, donde 1xEV se llevara a cabo en las dos etapas: CDMA2000 1xEV-DO y CDMA2000 1xEV-DV. [8]

2.2.5 Estándar 1xEV-DO

CDMA2000 1xEV-DO proviene de "1x Evolution Data Only" o "Evolution Data Optimized" son un complemento de las redes CDMA2000.

1xEV-DO es un protocolo para la transmisión de datos, se originó en el año 1999, a continuación detallamos sus actualizaciones y sus considerables mejoras en cuanto a la velocidad de datos

Usuarios			
CDMA2000 1x EV-DO	Canal de bajada (Downlink)	Canal de subida (Uplink)	Portadoras FDD
Resolución 0	2.4 Kbps	153 Kbps	1.25MHz
Revisión A	3.1 Mbps	1.8 Mbps	1.25 MHz
Revisión B	4.9 Mbps	3.6 Mbps	1.25 MHz
Comerciales			
CDMA2000 1x EV-DO	Canal de bajada (Downlink)	Canal de subida (Uplink)	Portadoras FDD
Resolución 0	300 - 700 Kbps	70 - 90 Kbps	Única de 1.25 MHz
Revisión A	600 - 1400 Kbps	500 - 800 Kbps	Única de 1.25 MHz
Revisión B	4.9 – 14.4 Mbps	3.6 – 10.5 Mbps	Múltiples de 1.25 MHz

Tabla 4: Velocidad de Fases evolutivas de CDMA2000 1X [14]

2.2.6 Estándar 1XEV-DV

CDMA2000 1xEV-DV (1x Evolution- Data/Voice) también es una tecnología de tercera generación, a diferencia de 1XEV-DO este se ocupara de Datos como de voz.

CDMA2000 1xEV-DV tiene dos revisiones: Revisión C la cual brinda mejores velocidades en el canal de descarga mientras el canal de subida mantiene los valores que ofrece su antecesor 1xRTT, Revisión D brinda alta velocidades en ambos canales, dando un servicio óptimo ideal para trabajar con archivos de gran tamaño o aplicaciones en tiempo real como lo son las conferencias y video llamadas o VOIP. [14]

CDMA2000 1x EV-DV	Canal de bajada (Downlink)	Canal de subida (Uplink)	Portadoras FDD
	3.1 Mbps	1.8 Mbps	1.25 MHz

Tabla 5: Velocidad de datos CDMA2000 1X EV – DV [15]

2.3 CDMA 2000 en la banda 450 MHZ.

CDMA2000 implementado en la banda de 450MHz proporciona ventajas muy importantes con respecto a otras bandas de frecuencia.

2.3.1 Características

CDMA 2000 al funcionar en las frecuencias bajas en la banda de 450 MHz alcanza una cobertura de 40 Km a 60 Km dependiendo de la zona en cuestión, en una zona rural con vegetación de cultivos aproximadamente cubre 40 Km de forma radial.

Esta tecnología dispone de una alta rentabilidad debido a que la gran área de cobertura requiere de menos gastos en infraestructura para dar conectividad a una amplia zona en lugares de difícil acceso. [16]

2.3.2 Ventajas y Desventajas

Ventajas

- CDMA 450 ofrece una mejor relación costo beneficios, ya que disminuyen los valores de implementación por la zona de cobertura y aumenta las capacidades con respecto otras tecnologías, mayor satisfacción del cliente por mejor calidad de voz, más velocidad en transferencia de datos, ahorro de batería y privacidad que en otros sistemas inalámbricos.
- El gran empleo de CDMA 450 la hace una tecnología con avances continuos lo cual mejora las características técnicas dando beneficios al empleo de esta red.

Desventajas

- El máximo alcance de una celda en CDMA 450 y la calidad del servicio son función del tráfico que cursa por la estación base.
- El ancho de banda no es suficiente para ofrecer otros servicios como televisión digital en alta definición HD, por lo tanto, aunque la red trabaje en la banda de 450 MHz la limita a determinados servicios.

2.4 Estudio de la tecnología WIMAX

2.4.1 WIMAX

WIMAX (World Interoperability for Microwave Access que significa Interoperabilidad Mundial para Acceso Microondas) es una sistema inalámbrico desarrollado para áreas metropolitanas, en áreas rurales su alcance es reducido por lo cual es conocida como una tecnología de "última milla".

Esta tecnología tiene dos variantes: WIMAX FIJO (802.16d) y WIMAX MOBIL (802.16e), a fin de aplicarlo en nuestro proyecto nos enfocamos en analizar los beneficios de WIMAX FIJO, esta tecnología ofrece una velocidad máxima de 70 Mbps y soporta aplicaciones como Volp, TriPlay, pero tiene solo una cobertura de alrededor de 10km entre la estación base y adicionalmente para su uso el usuario deberá instalar una antena en el techo de su casa.

Esta tecnología ofrece servicios de WIFI, tales como: telefonía y datos; solo que a una mayor distancia; puede ser empleada como tecnología viable para enlaces en zonas de difícil acceso. [17]

2.4.2 Funcionamiento

WIMAX emplea la técnica de modulación por derivación de frecuencia ortogonal (OFDM) la cual divide el ancho de banda en slots de frecuencias (canales o ranuras) para dar servicio a varios usuarios en el mismo tiempo, la ortogonalidad permite que en canales adyacentes no haya interferencia de entre las señales.

Permite una selección dinámica de frecuencia, es decir; el sistema busca los canales libres para transmitir y recibir información; así como también dos modos de conexión NLOS (sin línea de vista) y LOS (con línea de vista).

Esta tecnología utiliza actualmente el estándar IEEE 802.16; para conexiones fijas usa el estándar IEEE 802.16 2004, mientras que para móviles IEEE 802.16e. [17]

2.4.3 Características técnicas

- WIMAX puede ser usada con bandas licenciadas o no licenciadas
- Tiene un funcionamiento igual que WIFI solo que a más velocidad, mayor cobertura, backhaul de telefonía móvil, internet de banda ancha y da servicio a más usuarios.

- Consta de un ancho de banda mínimo de 1.75 MHz y para un rendimiento óptimo de la red 10 MHz.
- En el estándar para conexiones fijas (IEEE 802.16 2004) con un rango de frecuencia de 2 - 11 GHz alcanzando velocidades de 75 Mbps y una cobertura de 10 Km.
- WIMAX permite trabajar en una amplia gama de frecuencias; esto ayuda a no tener interferencia con otros sistemas inalámbricos aunque esto repercute en incompatibilidad de tecnologías y la utilización de equipos multibanda [17]

2.4.4 Estándar IEEE 802.16 2004

IEEE 802.16 es un conjunto de estándares difundidos por la IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) con el objetivo de compartir los avances de la tecnología.

El estándar IEEE 802.16-2004 fue creado para acceso fijo inalámbrico ya que el suscriptor necesita una instalar una antena, antes conocida como IEEE 802.16d o REV d, esto es un progreso de sus dos versiones previas creadas en el año 2002 y 2003 donde no solo se enfocan a la comunicación fija sino también se la da apertura a las aplicaciones móviles.

Bandas de Frecuencia	Duplicación	BW del Canal	Modulación	Tasa de Transferencia	Rango
3.4-3.6 GHz	TDD- FDD	3.5 MHz	OFDM 256	75 Mbps	10 km
		7MHz	OFDMA		
5.725-5.850	TDD	10 MHz	QPSK		
			BPSK		
			16QAM		

			64 QAM		
--	--	--	--------	--	--

Tabla 6: Características IEEE 802.16 [18]

Cabe recalcar las características de este estándar, las cuales presentan al estándar IEEE 802.16-2004 con una amplia ventaja sobre DSL o cable coaxial.

2.4.5 Ventajas y desventajas

Ventajas

- Permite que un proveedor de acceso a Internet ofrecer un servicio de banda ancha llegando a áreas apartadas donde seria costoso llegar por medio de cable o fibra
- Minimiza los gastos de instalación, los iniciales y también si existen expansiones futuras de la red
- Cobertura hasta de 15km (en condiciones ideales) y Velocidades hasta de 75 Mbps, muy superior al cableado.

Desventajas

- La cobertura es solo para los usuarios que tengan instalada una antena exterior, esta antena además deberá tener visión directa con la antena de la estación base
- Sensible a interferencias, estas pueden ser producidas por mal clima, por ondas, o inclusive por otro equipo inalámbrico.
- Consume mucha electricidad, los equipos que contengan tecnología WIMAX siempre tendrán problemas con el tiempo de duración de su batería.
- Para alcanzar la cobertura ideal se debe tener una línea de vista perfecta, las torres de las antenas deberán entonces tener una gran altura y excelente potencia de transmisión, además de esto las antenas gran ganancia. Por lo que solo se garantiza un rango de 10km en condiciones normales.

- Puede solamente atravesar obstáculos pequeños como por ejemplo casas o árboles, pero no edificios altos ni montañas. Con obstáculos su tasa de transferencia se ve afectada incluso llegando a menos de 20 Mbps[18]

2.5 Comparación y recomendación de tecnologías

Teniendo ya en conocimiento que este proyecto está enfocado para una zona rural donde el acceso a internet es casi inexistente, hemos descartado las soluciones que nos brindan tecnologías como: ADSL la cual tiene un límite aproximado de 3km de distancia desde la central, tecnología FTTH o similares que usen la fibra óptica como medio de transmisión la cuales tiene un costo muy elevado y no sería eficiente usarlo en lugares con baja densidad de población. Luego de estudiar las diferentes opciones en cuanto a las tecnologías analizaremos las tecnologías inalámbricas WIMAX y CDMA450 a fin de escoger la que más se acople a nuestros requerimientos.

Un punto de análisis es el alcance o rango de cobertura, pues nuestro proyecto es a una zona apartada, con distancias considerables entre las viviendas, necesitamos cobertura extendida a fin de dar servicio a más usuarios. CDMA450 nos brinda más de 40km con un calidad de servicio optima sin la necesidad de antenas repetidoras mientras WIMAX nos ofrece una cobertura de aproximadamente 10km.

Facilidad de Instalación y costos, la tecnología WIMAX requiere la instalación de una antena en el techo de la vivienda del usuario , a diferencia de la tecnología CDMA450 la cual nos permite disminuir costos debido a la utilización de poca infraestructura, también costos de mantenimiento menores. La tecnología CDMA 450 provee una transmisión de datos de alta velocidad debido a su baja potencia de transmisión puede cubrir áreas muy extensas (a diferencia de WIMAX), ofrece una gran cantidad de aplicaciones y servicios con la utilización de una sola estación base.

Luego de analizar el funcionamiento y las características técnicas de las tecnologías CDMA 450 y WIMAX; comparando el rango de cobertura, lo confiable del sistema en la área de estudio, la disponibilidad de frecuencia; se

sugiere a CDMA 450 como mejor opción para solucionar el problema de conectividad telefónica fija inalámbrica e internet en la zona rural de cantón Valencia, provincia de Los Ríos.

2.6 Arquitectura de la red

Se presenta un diagrama de una arquitectura básica de una red CDMA:

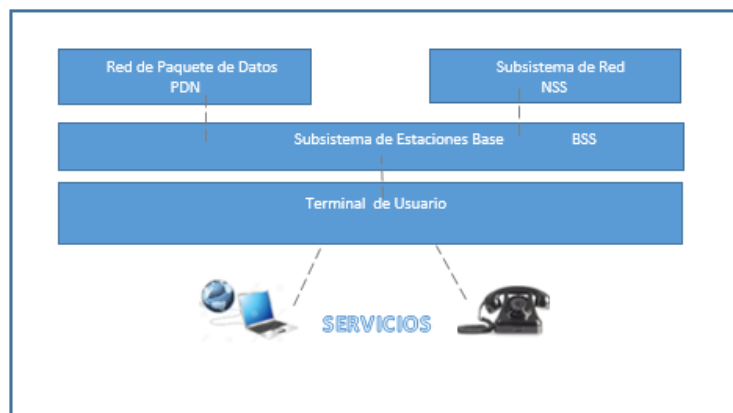


Figura 2.1 Arquitectura básica de la red

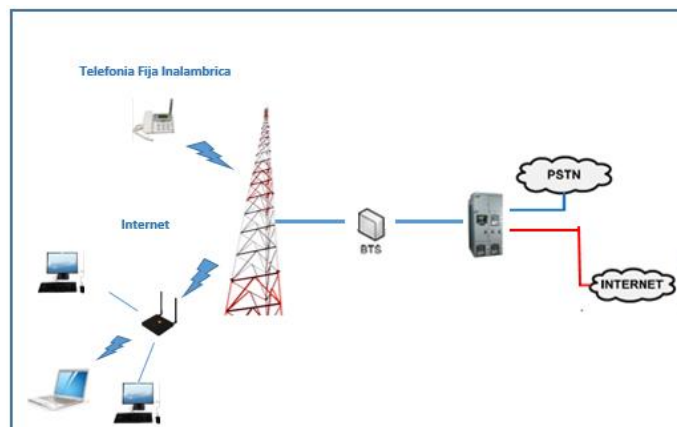


Figura 2.2 Arquitectura de una red CDMA

2.6.1 NSS (network switching system o sistema de conmutación de red)

Es la que se encarga de la administración de las comunicaciones en una Red Conmutada de Telefonía Pública(PSTN); permite la conexión entre los dispositivos terminales que se dentro o fuera de la red.

HLR/AUC (Registro de Ubicación Base/Centro de Autenticación de Usuario): EL HLR es la base de datos que contiene los datos permanentes de los abonados, servicio que recibe estado, información de ubicación, etc., sirven para almacenamiento y gestión de suscripciones. El AUV es una base de datos que guarda el código del abonado para identificación y cifrado del canal de radio.

MSC (Centro de Conmutación Móvil) es la unidad central del NSS que se encarga de controlar el tráfico que llega desde estaciones bases. [16]

2.6.2 PDN (packet data network o red de paquete de datos)

Es la que se encarga de la administración de las comunicaciones de datos en una red conmutada; permite la conexión a internet y la transferencia de datos entre dispositivos terminales.

PSDN (Red Publica Conmutada de Datos): es la encargada de la conmutación de paquetes, aquí la transmisión se realiza por paquetes de longitud fija especificando la dirección de origen y destino, sin establecer un canal de transporte.

AAA es un servidor genérico que tiene la capacidad de identificar usuarios, almacenar información sobre la cuenta y permitir el acceso a internet. [16]

2.6.3 BSS (base station system o sistema de estación base)

BSC (Centro de Estación Base): es la que permite la comunicación entre el PSTN y el PDN con la BTS (Base Transceiver Station).


BTS (Estación Transceptor Base): es el elemento de la red que se encuentra fijo en una zona geográfica al cual se desea dar el servicio de telecomunicaciones y controla la comunicación vía radio entre el dispositivo terminal y la red, siendo el acceso de los usuarios a la red. Consta de antenas emisoras y receptoras de radiofrecuencias, baterías, sistema refrigerantes y equipos electrónicos para establecer y mantener la comunicación con la red conmutada. [16]

2.7 Infraestructura de la red

En esta sección presentaremos las características técnicas de los equipos básicos para la instalación de la red CDMA 450MHz.

2.7.1 Equipos para estación base

BSC: Base Station Center		
	Banda	450Mhz/800Mhz
	Dimensión	(70x480x60)mm
	Peso	<11kg
	Potencia de salida por PA	80W(TOC, 800) 60W(TOC, 450)
	Eficiencia de PA	35% DHT
	Consumo de Energía	800MHz: <520w(S111) 800MHz: <850w(S444) 450MHz: <520w(S111) 450MHz: <780w(S333)
	Maximo CE	1x:1536; DO:1152
	Transmisión	E1/T1/FE
	Fuente de Alimentación	- 48 VDC

		Sensibilidad de recepción	-130 dBm	
BTS: Base Transceiver Station				
	Dimensiones	2200 mm x 600 mm x 800 mm		
	Peso	400kg		
	Interfaces de transmisión			
	GSM/UMTS	10 GE	LC/PC	
		STM-1/OC-3 canalizados	LC/PC	
		STM-1/OC-3 sin canalizar	LC/PC	
		FE	RJ45	
		GE	RJ45	
			LC/PC	
	Capacidad			
	Capacidad GSM	Número máximo equivalente de BHCA(k)	52000	
		Volumen de tráfico (Erlang)	150000	
		Numero de TRX	24000	
		Numero de PDCHs configurados	180000	
		Numero de PDCHs (MCS-9) activos	96000	
Throughput de interfaz Gb (Mbit/s)		8000		
Capacidad UTMS	BHCA(k)	64000		
	BHCA(k)(Incluyendo SMS)	70000		
	Volumen de tráfico	250k		

		(Erlang)	
		Throughput de datos PS (UL+DL)(Mbit/s)	120000
		Numero de NodosBs	10000
		Numero de celdas	20000
MSS (MSC/VLR-HLR/AUC)			
	Dimensiones: 2000mm x 810mm x 600mm		
	Peso: ≤ 250Kg		
	Energía: -48VDC		
	Capacidad del sistema MSC		
	Máx. (10módulos):aprox. 600K Abonados (0.03Erlang/Abonado).		
	Módulo simple: 60K Abonados.		
	Procesamiento de llamadas por módulo: 500K BHCA.		
	Máx. Erlang: 20 000 Erl.		
	Máx. Nº / link: 640 Links.		
	Capacidad del sistema HLR: 1 200K		
	Capacidad del sistema VLR: 800K		
	Capacidad del sistema AUC:		
	Soporta HLR a plena carga y procesa datos de seguridad de usuario		

Tabla 7: Características de equipos para infraestructura de la red [19] [20]

2.7.2 Equipos terminales

Funciones

- Soporte de voz y servicio de datos.
- Provisto de un puerto USB para la transmisión de datos.

- Servicio de mensajes cortos (SMS): el apoyo de enviar mensajes largos con un máximo de 160 caracteres y almacenar hasta 200 mensajes.
- Soporte R-UIM y ROM.
- Soporte de identificación del llamante de identificación (sujeto a disponibilidad de la red).
- Registro de llamadas: las llamadas realizadas, llamadas perdidas y las llamadas recibidas.

Especificaciones	
	Trabajo rango de frecuencias: 450 MHz CDMA
	Max. potencia de salida: <0.6W
	Corriente de reposo <30 mA
	Voltaje de funcionamiento: DC + 5V
	Corriente de trabajo: 200 ~ 350mA
	sensibilidad RX: -104dBm
	Humedad: 0 ~ 95%
	Batería: lones de litio, 3.7 ~ 4.2V DC
	Min. tiempo de espera: 24 horas 2 horas hablando de tiempo
	neto / peso bruto: 700g / 960g
	Tamaño: 170x 210 x60mm
	Adaptador de CA de entrada: CA 110-240V 50-60Hz
	Salida del adaptador AC: DC + 5V
	Tipo de antena: BNC, TNC

Tabla 8: Características de equipos terminales para telefonía fija inalámbrica [19] [20]

2.7.3 Equipos de acceso a la red.



Especificaciones	
	Compatible con CDMA 1xEV –DO Rev. 0 / A y CDMA2000 1X
	14.7 Mbps para el enlace descendente
	5.4Mbps para enlace ascendente
	802.11 b / g / n Wi -Fi Router con varios puertos Ethernet
	TR- 069
	IPv6 / IPv4
	Router Wi-Fi integrado permite el acceso a datos de banda ancha desde cualquier lugar en cualquier momento
	El interruptor de Ethernet que proporcione solución para múltiples redes
	equipos de escritorio , computadoras portátiles y otros dispositivos
	VoIP QoS (FLO) Opcional
	SIP (Opcional)

Tabla 9: Características de equipos para acceso a la red en telefonía inalámbrica fija. [20]

2.7.4 Antenas de CDMA450

Especificaciones	
	Frecuencia 450-470MHz
	Tamaño 2050x450x120m m
	dBi del aumento 14
	Peso 20 kilogramos
	DB de F/B >25
	Diámetro 40-80m m de poste del montaje
	Inclinación 0-15deg del soporte
	Cargamento del viento 60m/s (frontal)
	VSWR <1.4: 1
	DB del aislamiento >30
	Modulación inter IM3 < dBm -107
	Energía máxima 500 W
	Ω de la impedancia 50;
	Protección ultravioleta del PVC/de la fibra de vidrio del material de la cúpula


Tierra directa de la protección contra la luz

Tabla 10: Características físicas y técnicas de Antenas CDMA450 [19]

2.7.5 Antenas de microonda

Especificaciones		
	Ganancia	30 dBi
	Amplitud de polaridad horizontal	5° (3dB)
	Amplitud de polaridad vertical	5° (6dB)
	Radio F/B	-34dB
	VSWR máx.	1.4:1
	Dimensiones	648 mm (ø)
	Peso	9.8kg
	Resistencia al viento	120 mph
	Carga del viento	113 lb. @ 100 mph
	Polarización	Dual (Horizontal o Vertical)
	Aislamiento de polarización transversal	35 dBi min.
	Especificación ETSI	EN 302 326 DN2

Tabla 11: Características físicas y técnicas antenas Microondas [20]

Especificaciones		
	Dimensiones	160x80x44 mm
	Peso	350g
	Memory	128MB SDRAM, 8 MB Flash
	Fuente de Alimentación	48v, 0.5 A

	Temperatura de operación	(-30) a 75 °C
	Humedad	5 - 95%

Tabla 12: Características de Antena Integrada [20]

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO DE LA RED CDMA 450

En este capítulo se presentará el diseño de la red CDMA 450 para solucionar el problema de conectividad y proveer de telefonía fija e internet de banda ancha a veinte localidades rurales del cantón Valencia, provincia de Los Ríos; se realizara un estudio sobre las regulaciones en el país que se deben seguir para este proyecto, luego los cálculos sobre presupuesto de enlace y finalmente las características del servicio que se proveerá. Diagrama de la red (véase Anexo H).

3.1 Bandas de 450 MHz

El empleo de una frecuencia baja permite mayor propagación de la onda con mínima potencia, esto se traduce en mayor cobertura, por esta razón se emplea la banda de 450MHz que permite con una menor infraestructura cubrir una amplia zona; a continuación se muestra las sub-bandas de 450MHz:

Sub-Bandas	Frecuencias (MHz)	
	Estación Móvil	Estación Base
A	452.5-457.475	462.5-457.475
B	452-456.475	462-466.475
C	450-454.8	460-464.8
D	411.675-415.850	421.675-425.850
E	415.5-419.975	425.5-429.975
F	479-483.48	489-493.48
G	455.23-459.99	465.230-469.99
H	451.310-455.730	461.31-465.73

Tabla 13: División de la banda de 450 MHz [21]

De las sub-bandas de 450Mhz se hará la solicitud para la concesión y uso de espectro radioeléctrico en el que operaran los equipos, dependiendo de las regulaciones en el país.

3.2 Regulación de la banda 450mhz en el ecuador

Mediante Resolución 245-11-CONATEL-2009 de 25 de agosto de 2009, el Consejo Nacional de Telecomunicaciones resolvió:

“Que mediante resolución 005-02-CONATEL-2008, de 7 de febrero de 2008, el Consejo Nacional de Telecomunicaciones resolvió realizar las acciones necesarias para la liberación de una parte de la sub-banda A de CDMA 450, comprendida en los rangos 454.400 – 457.475 MHz y 464.400 – 467.475MHz. En aquellas provincias en las cuales se tenga un número menor o igual a diez (10) concesiones de frecuencias en dichos rangos con la finalidad de permitir la implementación de sistemas orientados a brindar servicios de telecomunicaciones fijos inalámbricos en áreas rurales, además la CONATEL dispuso que la Secretaria Nacional Telecomunicaciones (SENATEL) niegue todo tramite de asignación, concesión o renovación de frecuencias para sistemas de banda angosta que operen en la sub-banda A de CDMA450, en los rangos 452,500 – 457,475MHz., y 462,500-467,475 MHz., exceptuando las zonas de Quito y alrededor (A) y Guayaquil alrededores (B)”

3.2.1 Atribución de la banda 450 MHz en Ecuador

Según lo dispuesto por la ITU, que es el organismo regulador internacional, en Ecuador se empleara la banda de la siguiente forma:

Región 2	Ecuador	
450 – 455 FIJO MÓVIL ADD 5.286AA 5.209 5.286 5.286 ^a 5.286B 5.286C 5.286D	450 – 455 FIJO MÓVIL ADD 5.286AA 5.209 5.286 5.286 ^a 5.286B 5.286C	450 – 455 EQA.55: FIJO y MÓVIL (radio de dos vías) 452,5 -455 EQA.60: FIJO (FWA)

<p>455 – 456</p> <p>FIJO</p> <p>MÓVIL 5.286AA</p> <p>MÓVIL POR SATÉLITE (Tierra-espacio)</p> <p>5.286^a 5.286B 5.286C</p> <p>5.209</p>	<p>455 – 456</p> <p>FIJO</p> <p>MÓVIL 5.286AA</p>	<p>455 – 456</p> <p>EQA.55: FIJO y MÓVIL (radio de dos vías)</p> <p>455 – 456</p> <p>EQA.60: FIJO (FWA)</p>
<p>456 – 459</p> <p>FIJO</p> <p>MÓVIL 5.286AA</p> <p>5.287 5.288</p>	<p>456 – 459</p> <p>FIJO</p> <p>MÓVIL ADD 5.286AA</p> <p>5.287</p>	<p>456 – 459</p> <p>EQA.55: FIJO y MÓVIL (radio de dos vías)</p> <p>456 -457,475</p> <p>EQA.60: FIJO (FWA)</p>

Tabla 14: Atribución de banda de 450MHz [21]

3.2.2 Concesión de la frecuencia en el Ecuador

Mediante Resolución No. 483-20-CONATEL-2008 del 8 de octubre del 2008, se reformo el artículo 14 para otorgar concesiones de Servicios de Telecomunicaciones, solicitando al peticionario la siguiente información:

- a) Una hoja con la siguiente información: nombre del solicitante; nombre del contacto, direcciones y teléfonos y correo electrónico.
- b) Cuando se trate de una persona natural: nombres, apellidos del solicitante.
- c) En caso de personas jurídicas: razón social o denominación objetiva y nombre del representante legal;
- d) Copia de la cédula de identidad, de ciudadanía o pasaporte de la persona natural;
- e) Copia del Registro Único de Contribuyentes (RUC);

- f) Copia certificada o protocolizada, del nombramiento del representante legal, que se halle vigente, debidamente inscrito en el Registro. Mercantil;
- g) Para las personas jurídicas, se deberá presentar el certificado de existencia legal de la compañía, capital social, objeto social, plazo de duración y cumplimiento de obligaciones extendido por la Superintendencia de Compañías;
- h) Copia del Estatuto Social de la compañía y sus reformas, si fuere el caso;
- i) La declaración juramentada de la persona natural o del representante legal de la persona jurídica, de no hallarse impedido de contratar con el Estado; e,
- j) Informe de la Superintendencia de Telecomunicaciones respecto de la prestación de servicios de telecomunicaciones del solicitante y sus accionistas, incluida la información de imposición de sanciones en caso de haberlas

En cuanto al proyecto técnico los siguientes requisitos:

- k) Descripción técnica detallada de cada servicio propuesto, incluyendo cobertura geográfica de éste;
- l) Proyecto técnico que describa los equipos, redes, la localización geográfica de los mismos, los requerimientos de conexión e interconexión, la identificación de los recursos del espectro radioeléctrico que sean necesarios, si fuere el caso, con precisión de bandas y anchos requeridos y los elementos necesarios para demostrar la viabilidad técnica, firmado por un ingeniero en electrónica o telecomunicaciones, con título legalmente reconocido por el organismo competente; y,
- m) Plan tarifario propuesto.

Otras disposiciones:

Descripción de la Organización y Respaldo General presentando la capacidad profesional y experiencia del equipo directivo, la estructura organizacional dimensionada y el modelo de operación para la concesión.

Análisis y viabilidad financiera en un horizonte de 5 años, determinando el tamaño y distribución temporal de las inversiones los costos y gastos de arranque y operación; proyección de los estados financieros, entre los principales: Estado de Resultados, Flujo de Caja y Balance General; y, la viabilidad financiera por métodos de común aceptación.

Adicionalmente, cuando el solicitante sea persona natural: copia de las declaraciones de impuesto a la renta correspondientes a los dos últimos ejercicios económicos. Cuando el solicitante sea una persona jurídica: copia de los estados financieros presentados a la Superintendencia de Compañías, correspondientes a los dos últimos ejercicios económicos y copia de los informes de auditores externos por los mismos períodos, de ser el caso.

Evaluación de Riesgo y Estrategia de Mitigación, que identifica y dimensiona los posibles riesgos antes y durante la operación; y, presenta posibles estrategias de mitigación.

Acuerdos de soporte a la Concesión definiendo los posibles acuerdos comerciales y financieros para soportar el negocio. [21]

Para el formulario de adquisición de frecuencia véase el Anexo G.

3.3 Resumen de la zona de cobertura

3.3.1 Datos Demográficos

En el cantón Valencia, provincia de Los Ríos existen un total de 42556 habitantes de los cuales 25573 habitantes son de zonas rurales; de esta población el proyecto contempla darle servicio de telefonía fija e internet de banda ancha a 450 familias.

3.3.2 Datos Geográficos

En la zona de interés se tiene mayormente áreas destinadas al cultivo y zonas forestales; la superficie total del cantón es de 987 Km² de las cuales en el área de cobertura se tiene 260 Km² que se componen de varias haciendas y fábricas, aunque también se ubican recintos distantes unos de otros, con poca densidad poblacional.

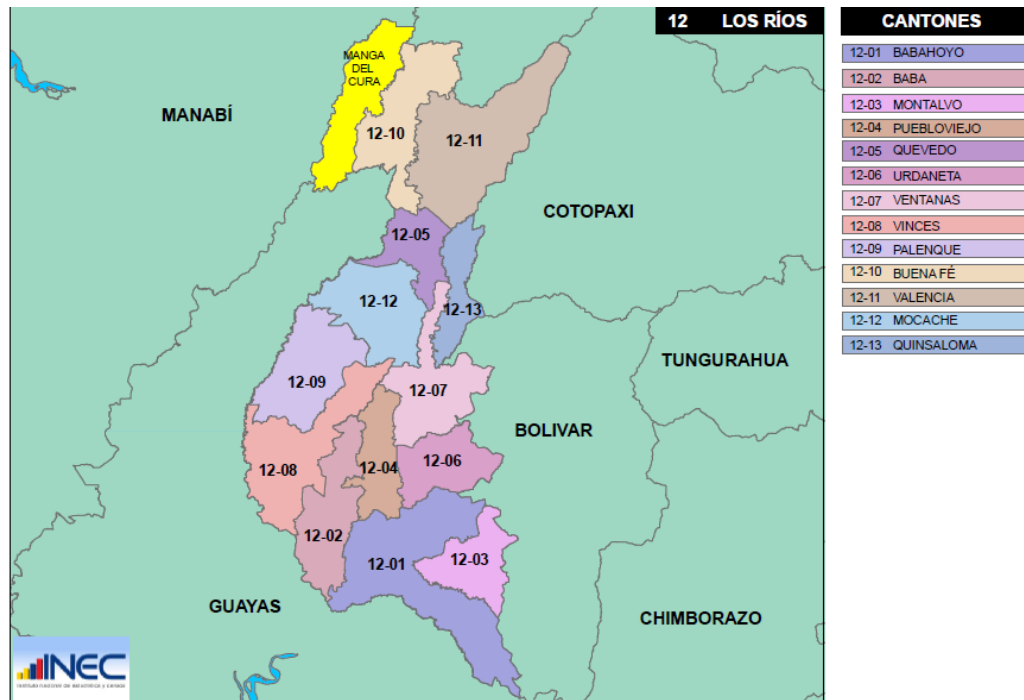


Figura 3.1 Mapa Político de la Provincia de Los Ríos [1]

3.4 Posibles ubicaciones geográfica de la BTS

Se consideran dos opciones para la ubicación de la BTS teniendo en cuenta para esta primera aproximación las distancias al nodo central en Valencia, así como también el relieve del terreno y la disponibilidad; la primera se encuentra en el centro del área de cobertura en la vía El Vergel entrando por la hacienda San Felipe en el camino de verano, entre la Hacienda Agrilecho y la hacienda La Victoria, y la segunda ubicada en un extremo del área de cobertura en la intercepción entre la vía al Vergel y el río San Pablo antes de cruzar el puente al recinto San Pablo 2, en los alrededores de la hacienda Ana María.

	Latitud	Longitud	Distancia a la Troncal
BTS 1	0°53'7.70"S	79°21'54.55"O	8,31 Km
BTS 2	0°56'58.37"S	79°25'32.45"O	8,36 Km

Tabla 15: Coordenadas de la BTS

En la Tabla 15 se muestran las coordenadas geográficas de las dos posibles ubicaciones de la BTS.

3.5 Red De Transporte

La red de transporte es la que permite la comunicación entre la red de acceso y los sistemas de conmutación de voz y datos, está constituida por la troncal y el número de BTS o repetidoras para cubrir el terreno; en la cuales se realizan enlaces microondas punto a punto desde la BTS hasta el nodo central en el cantón Valencia, provincia de Los Ríos.

Se realizara la interconexión de la BTS a la red de transporte desde el cantón Valencia donde se encuentra instalada la red troncal en la parroquia Nueva Unión.

Latitud	0°57'32.24"S
Longitud	79°21'3.85"O

Tabla 16: Coordenadas del Nodo Central en el cantón Valencia.

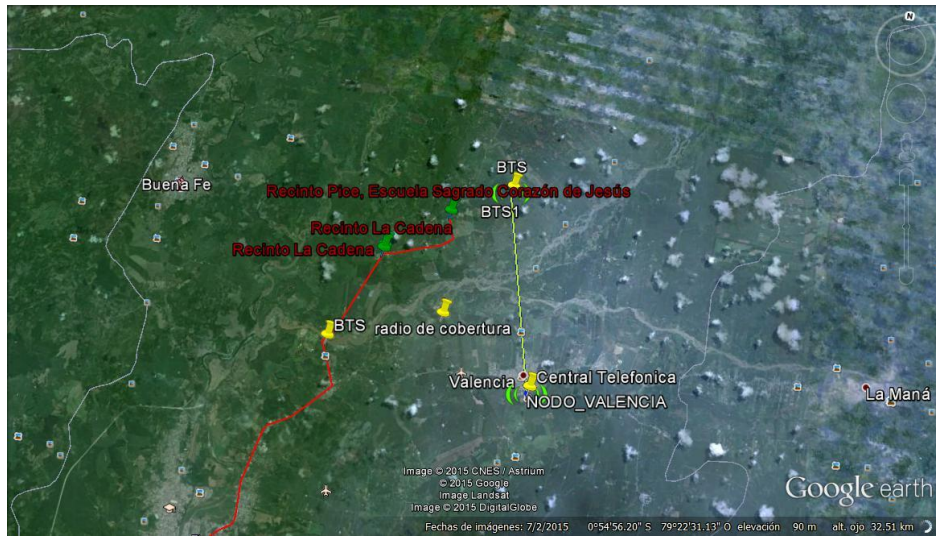


Figura 3.2 Ubicación de la Coordenadas en el Mapa de la simulación

En la figura 3.2, se muestra las dos ubicaciones geográficas donde posiblemente sea instalada la BTS; así como, la ubicación del nodo central en el cantón Valencia

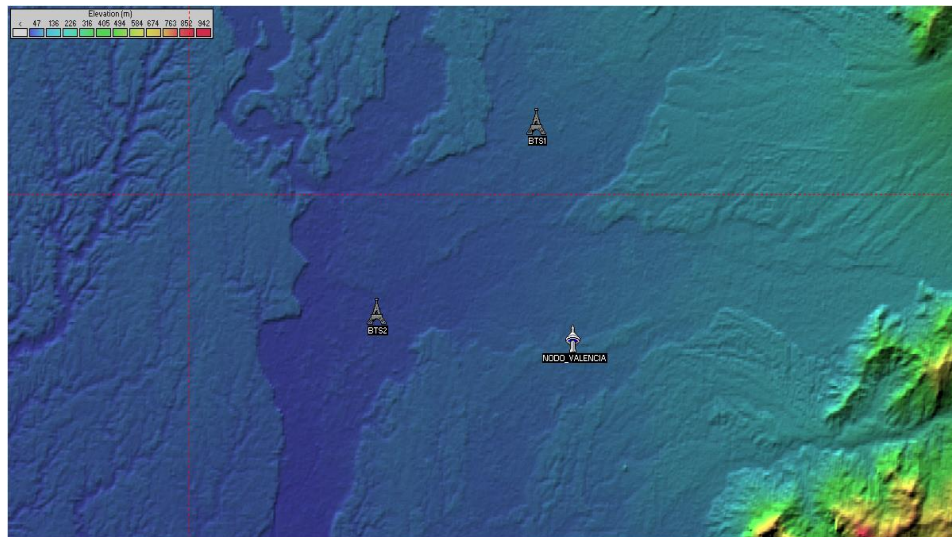


Figura 3.3 Ubicación de la Coordenadas en el Mapa de Simulación

En la figura 3.3, se muestra la simulación en el software libre Radio Mobile 11.5.8, que nos muestra relieves del terreno; para realizar las simulaciones del enlace microonda punto a punto entre la central y la BTS.

Aunque las simulaciones por software no representen al 100% la funcionalidad del sistema, son una aproximación bastante buena debido a que conjugan las características del área en cuestión y las condiciones principales del funcionamiento del sistema empleado. [23]

3.5.1 Diagrama de la Red de Transporte CDMA 450

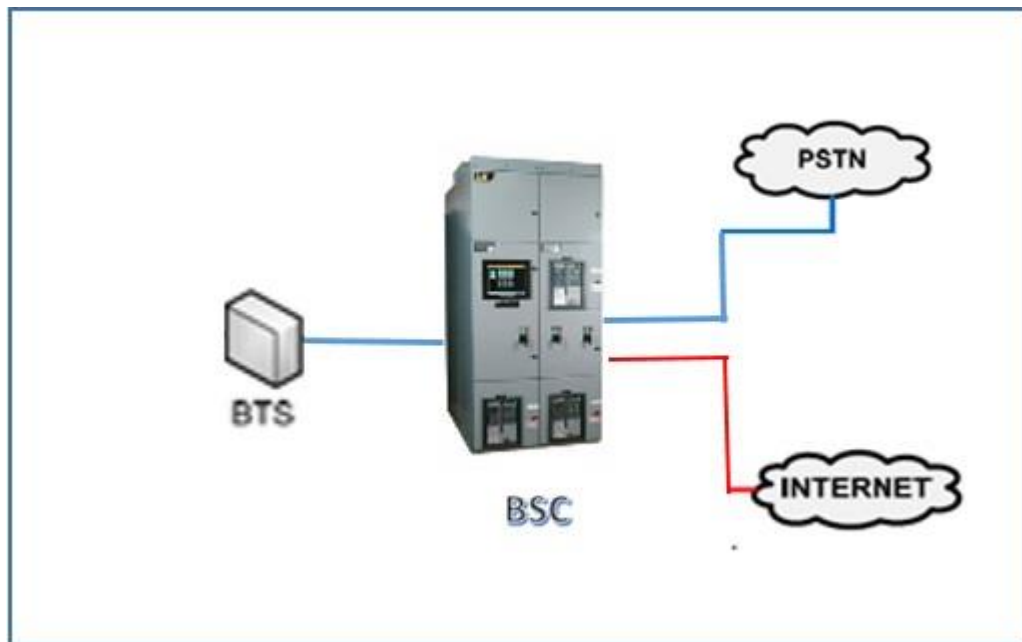


Figura 3.4 Red de transporte CDMA 450

La figura 3.4 muestra la conexión entre la BTS y la red conmutada central (BSC): este enlace se realiza vía microondas punto a punto donde la BSC se conecta a una antena de plato direccional por medio de fibra o cobre, y esta apunta a la antena colocada en la BTS de las mismas características; la cual se conecta a la BTS vía alámbrica (fibra o cobre); de esta forma se realiza la comunicación en la red de transporte.

3.5.2 Estudio de Ubicación de la BTS para Acceso a la Red de Transporte

Se realizara el estudio para determinar la mejor alternativa de instalación de la BTS; para lo cual se empleara el software de simulación Radio Mobile versión 11.5.8.

Los datos que se emplearan en la simulación para el enlace de BTS y la troncal se describen en la Tabla 17:

Frecuencia (MHz)	450
Potencia de transmisión (dB)	24
Sensibilidad del Receptor (dBm)	-80

Perdidas por cables y conectores (dB)	-1,65
Perdidas por terreno (%)	10
Perdidas cables (dB)	1
Ganancia de Antena Parabólica (dBi)	24
Altura de antena del Nodo Central (m)	30
Altura de la BTS (m)	25

Tabla 17: Datos del enlace microonda

Analizaremos las condiciones de propagación del enlace entre la BTS1 y la central que se encuentra en el cantón Valencia.

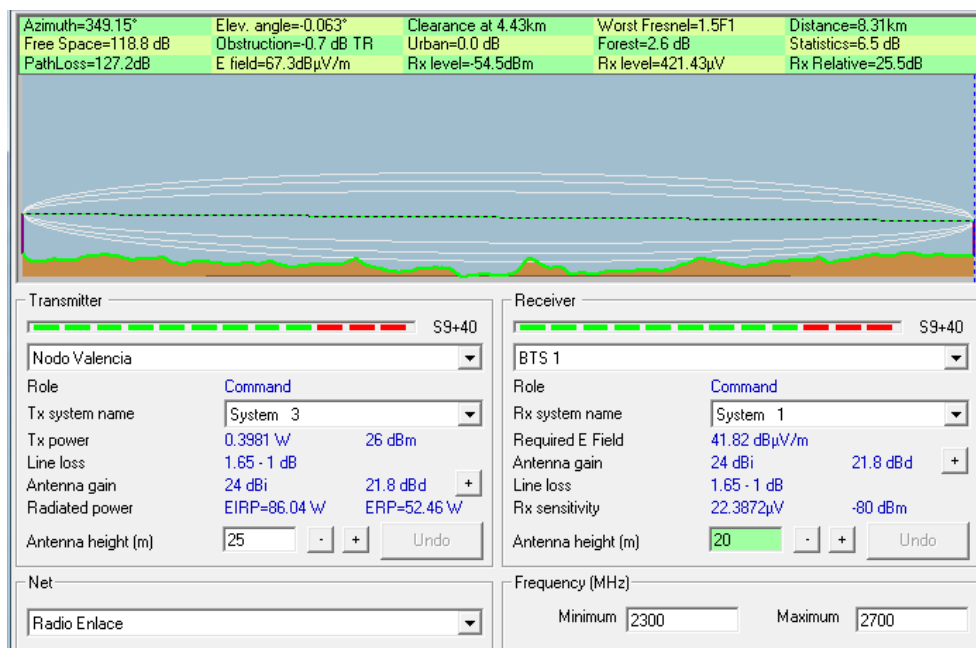


Figura 3.5 Enlace entre BTS ubicación 1 y el nodo central

En la figura 3.5, se observa que se tiene una buena recepción de señal para el enlace de la BTS1, en la ubicación descrita en la Tabla 15; este

resultado hace posible el enlace tomando las condiciones críticas de operatividad en el sistema.

Ahora se realizara el análisis de propagación para la segunda opción del BTS2 y la central en el cantón Valencia.

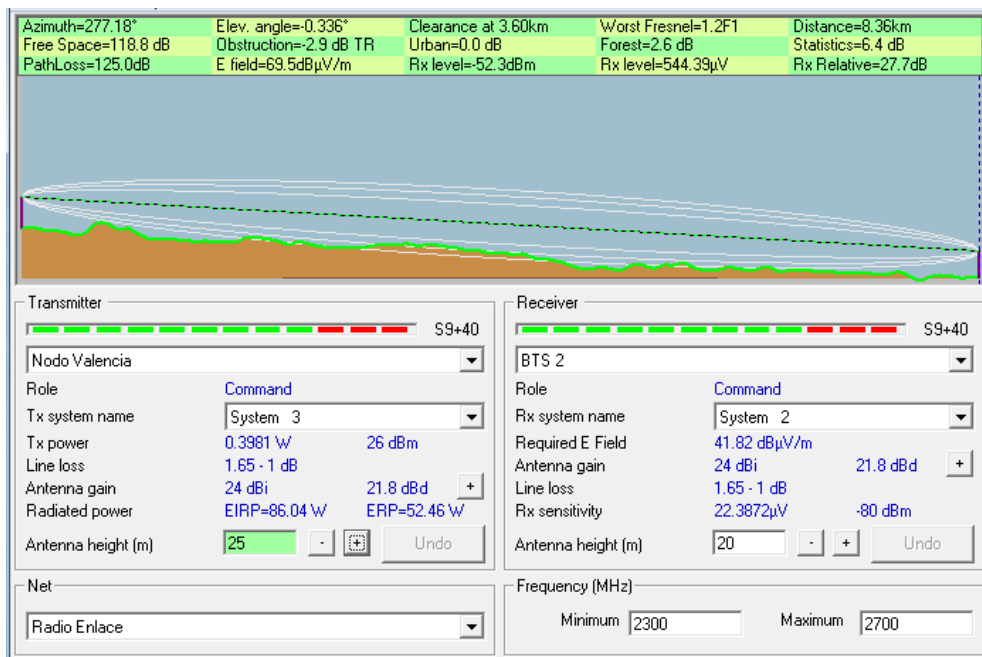


Figura 3.6 Enlace entre BTS ubicación 2 y el nodo central

En la figura 3.6, se presenta las condiciones de la BTS2, existe una mejora con respecto a la anterior pero no es mayormente significativa, podríamos utilizar bajo el criterio de propagación en esta simulación cualquier ubicación.

Aunque ambas opciones son muy factibles para la ubicación de la BTS, para la selección final se tomara en consideración la topología del terreno y la zona de cobertura del mismo, ya que la posición de la BTS2 está cercana al rio San Pablo y esto puede provocar atenuaciones en la señal y además en un extremo de la zona de cobertura en cuestión; también pensando en una posible expansión del proyecto para cubrir todo el

cantón mediante una radio base escogeremos la BTS1 debido a que se encuentra en el centro de la zona de cobertura, posee la mejor recepción de la señal y en un punto con mayor relieve.

3.6 Red de acceso

La red de acceso es la que permite la comunicación entre los dispositivos terminales y la BSC, está conformada por la BTS CDMA 1xEV-DO y los dispositivos terminales (teléfonos, router, etc.); es la puerta de acceso a la red conmutada mediante enlaces punto multipunto.

RED DE ACCESO	
	PRECIO
BTS: Base Transciever Station	\$ 54000.00
Equipos Terminales	
	Voz \$ 300.00
	Datos \$ 300.00
Antenas Sectoriales	\$ 1650.00

Tabla 18: Precio de equipo de Red de Acceso

3.6.1 Diagrama de la red de Acceso

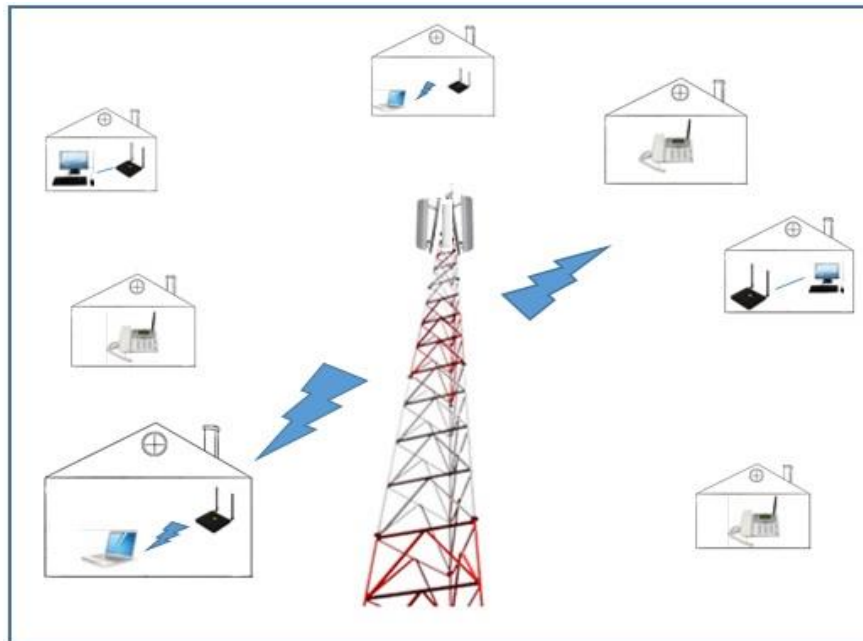


Figura 3.7 Esquema de la red de acceso

En la Figura 3.7 se muestra la red de acceso donde los usuarios se conectan a la antena sectorial inalámbricamente y está a la BTS mediante cables, accediendo a la red de transporte la cual realizara la interconexión con el destinatario de la llamada o realizara la conexión a internet.

3.6.2 Modelo de Radio propagación para la zona de cobertura

Para determinar posibles pérdidas en la señal de radio se emplean modelos de propagación para prevenir o mejorar errores en la transmisión.

Se utilizara para el cálculo de pérdidas de la señal el modelo de Hata-Okumura, este método resulta óptimo para los cálculos de propagación de la señal debido a:

- Es aplicable a las bandas de 150MHz, 450MHz y 900 MHz.
- La altura efectiva de la antena trasmisora puede variar de 30 hasta 200 metros.
- La altura de la antena receptora puede variar desde 1 hasta 10 metros.
- La radio de cobertura puede ser desde 1 hasta 20 km.

Modelo de Hata-Okumura [24]

$$L_b = 69.55 + 26.16 \log f - 13.82 \log h_b - a(h_m) \\ + (44.9 - 6.55 \log h_b) \log d_m$$

L_b = pérdidas de camino (dB)

f = frecuencia central (MHz)

h_b = altura de la estación base (m)

h_m = altura del receptor (m)

d_m = distancia del enlace (Km)

$a(h_m)$ = factor de corrección

Factor de correccion:

a. Ciudades grandes

$$a(h_m) = \begin{cases} 8.29(\log 1.54h_m)^2 - 1.1 & f \leq 200 \text{ MHz} \\ 3.2(\log 11.75h_m)^2 - 4.97 & f \leq 4200 \text{ MHz} \end{cases}$$

b. Ciudades medianas y pequeñas

$$a(h_m) = (1.1 \log f - 0.7)h_m - (1.56 \log f - 0.8)$$

Donde $1 < h_m < 10$

En zonas rurales debido a la topología con baja vegetación (cultivos) y casa dispersas el modelo es el siguiente:

$$L_b = L_b(\text{urban}) - 4.78 \log(f)^2 + 18.33 \log f - 40.94$$

Modelo de Link Budget [24]

En CDMA se emplea este modelo para determinar de manera aproximada el radio de cobertura de la BTS.

$$P_{RX} = P_{TX} + G_{TX} - L_{TX} - L_{FS} - L_M + G_{RX} - L_{RX} - S_{TX}$$

Prx = potencia de recepción (dBm)

Ptx = potencia de transmisión (dBm)

Gtx = ganancia de antena transmisora (dBi)

Ltx = pérdidas en cables y conectores del transmisor (dB)

Lfs = pérdidas de camino (dB)

Lm = otras pérdidas (dB)

Grx = ganancia de la antena del receptor (dBi)

Lrx = pérdidas en cables y conectores del receptor (dB)

Stx = sensibilidad de transmisor

$$L_{FS} \text{ (dB)} = 32.45 \text{ dB} + 20 \times \log [\text{frecuencia (MHz)}] + 20 \times \log [\text{distancia (km)}]$$

3.6.3 Cálculo de radio propagación para los enlaces de acceso a la red CDMA-450

Calculo entre la BTS y los dispositivos terminales:

Datos de Propagación	
Frecuencia (f)	450 MHz
Altura de la BTS (h_b)	20m
Altura del dispositivo (h_m)	1.5m
Distancia (d_m)	10.0 Km

Tabla 19: Datos del presupuesto de enlace

Cálculos del presupuesto de enlace empleando el modelo de Hata-Okumura:

Cálculo del factor de corrección para zona urbana

$$\alpha (h_m) = 3,2 (\log 11,75 * 1,5)^2 - 4,97$$

$$\alpha(h_m) = -0,00092$$

Cálculo del factor de corrección para zona rural

$$\alpha(h_m) = (1,1 \log 450 - 0,7)1,5 - (1,56 \log 450 - 0,8)$$

$$\alpha(h_m) = -0.0112$$

Cálculo de las pérdidas para zona urbana

$$L_b = 69,55 + 26,16 \log 450 - 13,82 \log 20 - (-0,00092)$$

$$+ (44,9 - 6,55 \log 20) \log 10$$

$$L_b = 157,357 \text{ dB}$$

Cálculo de las pérdidas para zona rural

$$L_b = 157,357 - 4,78 \log(450)^2 + 18,33 \log 450 + 40,94$$

$$L_b = 121,5657 \text{ dB}$$

Mediante los cálculos con el modelo de Okumura-Hata se determinó que la pérdida en el enlace en el terreno descrito anteriormente es de 121,5657 dB.

Cálculos del presupuesto de enlace empleando el modelo de Link

Budget:

Frecuencia (MHZ)	450
Potencia de transmisión BTS (dB)	30
Potencia de transmisión terminal (dB)	23
Sensibilidad terminal (dBm)	-104
Ganancia de antena BTS (dBi)	23
Ganancia de antena terminal (dBi)	10
Perdidas de Camino (dB)	18
Perdidas de cables y conectores (dB)	2

Tabla 20: Datos del enlace entre BTS y terminal

$$L_{FS}(dB) = 32.45 \text{ dB} + 20 \times \log [\text{frecuencia (MHz)}] + 20 \times \log [\text{distancia (km)}]$$

$$L_{fs} = 32,45 + 20 \log 450 + 20 \log 10$$

$$L_{fs} = 105,51 \text{ dB}$$

$$P_{RX} = P_{TX} + G_{TX} - L_{TX} - L_{FS} - L_M + G_{RX} - L_{RX} - S_{TX}$$

$$P_{RX} = 30 + 23 - 2 - 18 - 105 + 10 - 2 + 104$$

$$P_{RX} = 37 \text{ dB}$$

Del modelo de Link Budget se obtiene una potencia de recepción de 37 dB para las antenas de la BTS requerida para captar la señal proveniente de los equipos terminales CDMA.

3.6.4 Cobertura de la BTS

Se realizara el estudio de la cobertura en la zona determinada, escogiendo los valores mínimos en recepción y transmisión para la simulación en Radio Mobile.

Frecuencia en BTS (MHZ)	489- 493.48
Frecuencia en terminal (MHZ)	479- 483.48
Potencia de transmisión BTS (dB)	30
Potencia de transmisión terminal (dB)	23
Sensibilidad BTS (dBm)	-127
Sensibilidad terminal (dBm)	-104
Ganancia de antena BTS (dBi)	23
Ganancia de antena terminal (dBi)	15
Perdidas de Camino (%)	10
Perdidas de cables y conectores (dB)	1,65

Tabla 21: Datos del enlace entre BTS y terminal

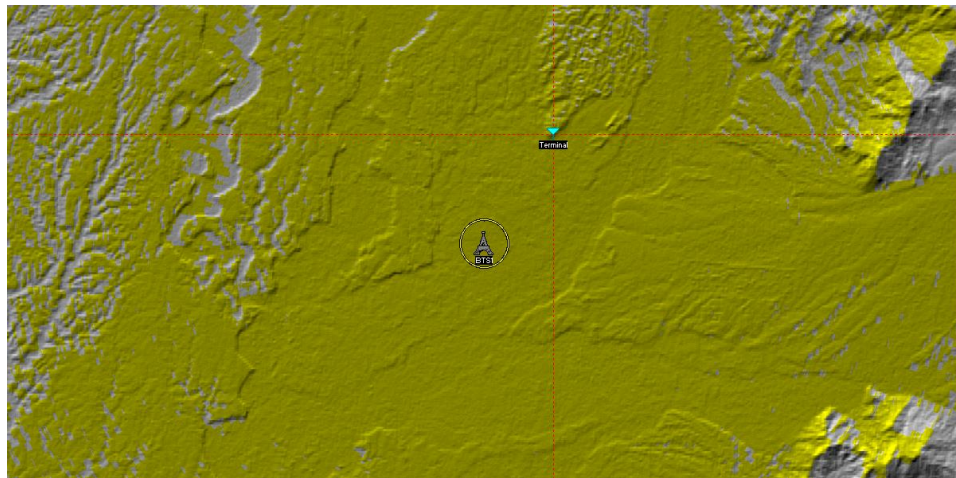


Figura 3.8 Cobertura de la BTS

En la figura 3.8, se muestra el margen de cobertura que tendría la BTS según la irregularidad del terreno, se debe tener en cuenta que es una simulación y que los resultados variarán en la ejecución del proyecto.

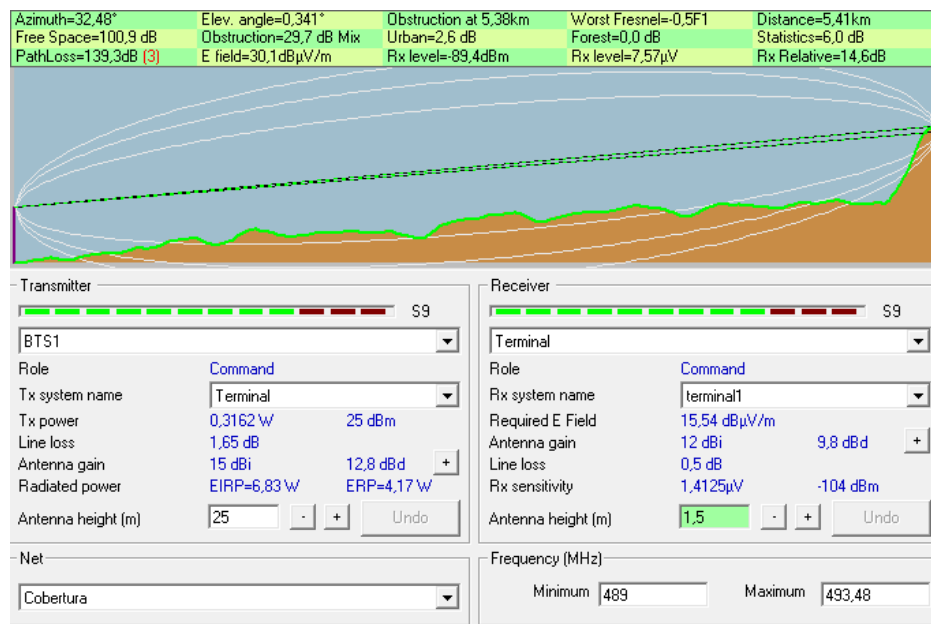


Figura 3.9 Enlace entre BTS y un posible terminal lejano

En la figura 3.9, se muestra una conexión de la BTS con el terminal que podría estar más alejado en el área de cobertura y en la simulación observamos que la recepción de la señal es buena; ya que, el valor de la recepción relativa es bajo.

Al tomar uno de las localidades más lejanas donde posiblemente se adquiriera el servicio se puede constatar que CDMA en la banda de 450MHz tiene el alcance para cubrir satisfactoriamente la zona requerida.

3.7 Servicios de la red CDMA 450

3.7.1 Detalles de uso del ancho de banda por servicio

A continuación se presentaran los anchos de banda disponible para los servicios que se prestaran a las entidades públicas y habitantes de las localidades rurales del cantón

Valencia provincia de Los Ríos que son parte de este estudio:

Servicios	Velocidad de Subida	Velocidad de bajada
Telefonía Fija	32Kbps	32Kbps
Internet	1Mbps	3Mbps
	2Mbps	5Mbps

Tabla 22: Servicios de la Red CDMA 450

CAPÍTULO 4

4. CRONOGRAMA Y ANÁLISIS FINANCIERO

En este capítulo se realizará una estimación del tiempo que tardara la ejecución del proyecto y un análisis económico para conocer la viabilidad del mismo; al realizar las valoraciones indicadas se podrá decidir si el proyecto será tomado como un potencial negocio con una alta rentabilidad o un proyecto social.

Se debe tener presente que el objetivo es cubrir las necesidades de conectividad en un área rural del cantón Valencia, provincia de Los Ríos; y además los servicios de comunicación en la sociedad actual se pueden considerar como básicos, por lo tanto deberían estar al alcance de toda la población.

4.1 Gestión de Tiempo del proyecto

En el Anexo L se presenta una estimación de los tiempos de desarrollo del proyecto, especificamos cada tarea a lo largo del tiempo y se identifica relaciones e interdependencias entre las mismas, por lo general en los proyectos en ejecución estos tiempos tienden a variar y por lo tanto se debe ajustar los tiempos de gestión del mismo.

Se ha estimado un tiempo total de 11 meses para la implementación de proyecto, en el cual se comprende el estudio preliminar, permisos y concesiones, adquisición de equipos, implementación del sistema y venta de servicio.

4.1.1 Planteamiento del problema

Para el planteamiento del problema se ha estimado dos semanas debido a que se requiere determinar la zona geográfica en la cual ofreceré el servicio, cual es la necesidad de los habitantes de aquel lugar y la manera en la que se cubrirá esa necesidad: esto conlleva tener un tiempo de análisis para esquematizar el proceso a seguir para solucionar el problema de aquella región.

4.1.2 Estudio Preliminar

En todo proyecto se debe contemplar un estudio de la población objetivo o mercado al cual se dará el bien o servicio, realizando encuestas y recopilando información sobre el nivel socio económico de la población

objetivo y sus necesidades; así como también la factibilidad de ejecutar una determinada infraestructura para ofrecer el servicio y la cotización de la misma; para esta etapa del proyecto se ha estimado 46 días laborables.

4.1.3 Diseño del Proyecto

En este momento del proyecto se realiza un estudio más detallado sobre la ubicación geográfica como delimitar la zona de cobertura, mejor opción de ubicación de los equipos; análisis del marco regulatorio en el país; tipo de tecnología a emplear según las condiciones topográficas del terreno y el servicio que se ofrecerá; infraestructura a adquirir de acuerdo a la tecnología escogida y el diseño de la red; cálculos y simulaciones computarizadas de los presupuestos de radio enlaces para determinar la factibilidad del diseño; los detalles de inversiones y costos para determinar la viabilidad del proyecto.

4.1.4 Ejecución del Proyecto

Una vez concluidas las etapas de estudios se comenzará con el desarrollo físico del proyecto, adquisición de equipos, instalación, configuración, pruebas, y puesta en operación de los dispositivos construyendo la red troncal y de acceso del sistema de telecomunicaciones. Para la ejecución del proyecto se ha estimado un tiempo de duración de 100 días laborables, esto podría variar dependiendo de los procesos de construcción, fabricación y transporte de los equipos por parte de la empresa proveedora.

4.1.5 Permisos Regulatorios

Mientras se concluyen los estudios de diseño o empezando la ejecución del proyecto se deberán ir solicitando los terrenos, las concesiones y permisos para la ejecución del mismo; esta es una de las etapas que requieren un especial tiempo, dependiendo de la demora de los trámites a realizar se ejecutara a la par con otras tareas; para este proyecto se ha estimado un tiempo de un mes y quince días laborables.

4.1.6 Etapa de Ventas

Una vez conseguido los permisos y concesiones se empezara a promocionar el servicio para ponerlo a disposición del cliente objetivo del estudio.

4.2 Estudio de Demanda

El estudio de la demanda y de las características del mercado aplicado a servicios presenta problemáticas completamente distintas a las del estudio realizado para productos. Los servicios se caracterizan por sobre todo, por la naturaleza transitoria de su oferta. La evaluación de la demanda (existente o potencial) para un servicio o producto propuesto, debe, por lo tanto, ser el primer paso que se tome para determinar si una inversión es factible o no.

Para una siguiente fase de expansión se debe considerar un estudio más detallado del mercado para la comercialización del servicio para responder preguntas tales como:

¿Cuál es la característica del servicio que atraerá la atención del consumidor? ¿Podría ser el precio, la calidad, lugar de origen o algún elemento novedoso en su característica? Sin importar qué pueda ser, cada servicio debe ofrecer algo al consumidor y la primera etapa en la evaluación del mercado debe ser el identificar esta característica o necesidad.

¿Qué tipo de persona o cliente sería el más inclinado a adquirir este servicio?

¿Qué canal de comercialización se utilizará? Si el plan es vender el servicio a través de un mercado o de un vendedor, debe asegurarse que éstos aceptarán el servicio y deberá determinar el margen de ganancia que ellos requerirán.

La evaluación de la demanda no determina únicamente la factibilidad general de la inversión, sino que además puede tener un impacto importante en las características del servicio a ser generado, la tecnología aplicada y la programación de actividades.

Las tareas necesarias para evaluar la demanda del mercado varían, dependiendo del tipo de producto o servicio analizados. Se pueden identificar cuatro categorías generales de bienes y servicios, cada una presenta sus propias características y requiere un enfoque distinto para evaluar la demanda.

A pesar de que la evaluación del mercado es por lo general bastante simple, es necesario tener en mente ciertos puntos clave, en especial cuando se trata de servicios:

- El precio.
- Características de las demandas del servicio en el mercado.
- Beneficios extra.

4.3 Estado financiero

Se determinara la factibilidad del proyecto haciendo un análisis de los ingresos, inversiones, costos, flujo de caja.

4.3.1 Inversiones Inicial

En la Tabla 22 se presenta el valor total de la inversión de la infraestructura de la red. En el Anexo M se mostrara el desglose de los valores de equipos, enlace de redes, el presupuesto de la ingeniería civil y de los estudios realizados para el proyecto.

INVERSIONES	VALOR
Infraestructura de Equipos	\$ 211.350.00
Equipos terminales	\$ 30.000.00
Infraestructura de Redes	\$ 126.050.00
Infraestructura Civil	\$ 84.200.00
Estudios	\$ 463.600.00
TOTAL	
INVERSIONES	\$ 706.660.00

Tabla 23: Inversión inicial

4.3.2 Costos de ingeniería

El costo de ingeniería corresponde al total de los salarios del personal encargado de las distintas áreas.

Para la realización del proyecto se necesita hacer un estudio de la zona de interés, recopilar la información necesaria para posteriormente hacer el diseño de la red.

Se deben incluir costos también de quienes realizaran la adecuación del terreno y la construcción del sitio, en el Anexo K se detalla cada uno de los costos.

GASTOS	COSTOS
Ingeniería	\$
Civil	31.910.00
	\$
Ingeniería Telecomunicaciones	13.224.00
	\$
Administrativo	29.576.00
	\$
TOTAL	243.060.00

Tabla 24: Costos de Ingeniería

4.3.3 Ingresos proyectados

En este proyecto se considera un total de 450 familias de las zonas rurales del cantón Valencia, provincia de los Ríos; en el primer año hemos contemplado abarcar el mercado con el servicio de telefonía fija y dar servicios de datos a 250 clientes.

Los Ingresos que generaran los servicios de voz y datos en el primer año se detallan en la tabla 24 cabe recalcar que el servicio de datos produce un ingreso adicional por el costo de inscripción que corresponde a la instalación de los equipos, se muestra las tarifas de los distintos planes indicando las velocidades de bajada de los mismos; el servicio de telefonía fija también tendrá un costo mínimo de instalación y se detalla la tarifa básica, se sumara el valor del consumo de servicios adicionales en caso que se dispongan de ellos.

En el Anexo I se muestra el detalle mensual y el total de los ingresos proyectados para el primer año, esta cifra será tomada para posteriormente continuar con el estudio de nuestro proyecto

TELEFONIA FIJA		
Cientes al finalizar el año: 450	Tarifa	1er Año
Instalación	\$ 0.93	\$ 418.50
Pensión Básica (Mensual)	\$ 6.94	\$ 35394.00
Servicio Promedio	\$ 2.00	\$ 10200.00
Servicios Adicionales		
	Tarifa	
A red Móvil (tarifa por min)	\$ 0.12	\$ 864.00
A red Móvil (tarifa por min a otras operadoras)	\$ 0.15	\$ 1800.00
Todos los países (excepto cuba y otros)	\$ 0.15	\$ 810.00
	INGRESO ANUAL	\$ 49486.50
DATOS		
Cientes al finalizar el año: 250	Tarifa	1er Año
	Usuarios	Tarifa
Instalación		\$ 50.00
Plan1(3 Mbps)	65%	\$ 12500.00
Básico		\$ 18.00
Plan 2(5 Mbps)	35%	\$ 32688.00
Básico		\$ 24.90
	INGRESO ANUAL	\$ 24601.20
	INGRESO ANUAL	\$ 69789.20
	INGRESO TOTAL	\$ 119275.70

Tabla 25: Ingresos Proyectados

4.3.4 Flujo de Caja

Se ha llevado a cabo un estudio, tomando en cuenta las inversiones y gastos, hemos proyectado nuestros ingresos por servicios de datos y telefonía fija, los mismos que se tomaran como valores anuales fijos con excepción del primer año que tendremos un ingreso adicional correspondiente a la instalación de los equipos terminales, de esta manera lograremos determinar la rentabilidad.

Proyecto del canton Valencia								
Item	Descripcion	VAN	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
1	Ingresos proyectado	\$ 119.275.70	\$ 0.00	\$ 119.275.70	\$ 106.357.20	\$ 106.357.20	\$ 106.357.20	\$ 106.357.20
	Venta y Servicio	\$ 106.357.20						
	Instalación	\$ 12.918.50						
2	Inversiones	\$ 463.600.00	\$ 463.600.00					
	Equipos	\$ 241.350.00						
	Infraestructura	\$ 210.250.00						
	Estudios de diseño	\$ 12.000.00						
3	Costos	\$ 233.172.00	\$ 0.00	\$ 24.200.00	\$ 24.200.00	\$ 24.200.00	\$ 24.200.00	\$ 24.200.00
	Construcción Civil	\$ 31.910.00						
	Instalacion de Equipo	\$ 181.574.00						
	Administrativo	\$ 19.688.00						
	Mantenimiento	\$ 0.00		\$ 24.200.00	\$ 24.200.00	\$ 24.200.00	\$ 24.200.00	\$ 24.200.00
4	Arriendo de Banda Internacional	\$ 9.888.00		\$ 9.888.00	\$ 9.888.00	\$ 9.888.00	\$ 9.888.00	\$ 9.888.00
	Flujo de Caja		(\$ 696.772.00)	\$ 85.187.70	\$ 72.269.20	\$ 72.269.20	\$ 72.269.20	\$ 72.269.20
	Acumulado			(\$ 611.584.30)	(\$ 539.315.10)	(\$ 467.045.90)	(\$ 394.776.70)	(\$ 322.507.50)

Tabla 26: Flujo de caja del proyecto

En la tabla 25 podemos apreciar los valores correspondientes a lo anteriormente descrito, y el detalle de los ítems considerados como ingresos o egresos durante un periodo de tiempo evidenciando la factibilidad económica del proyecto.

En el Anexo J se muestra con más detalle el flujo de caja del proyecto.

4.3.5 VAN Y TIR

Con el fin conocer la rentabilidad de nuestro proyecto, estimamos flujos de caja futuros, se ha calculado el VAN (valor Actual Neto) esta cifra determina si luego de restar la inversión inicial tenemos ganancias y el TIR (Tasa Interna de Retorno) para los primeros 5 años.

Calculo del VAN y TIR	
VAN	(\$341.353.41)
TIR	-7%
Préstamo	(\$ 355.418.59)

Tabla 27: VAN y TIR del proyecto

4.4 Evaluación Económica

Se puede observar en el flujo de caja que el proyecto económicamente hablando genera gastos los cuales no son recuperables en una tiempo acorde para la factibilidad del mismo; queda considerar hacer un reajuste empezando desde el área a la cual se ofrecerá el servicio, hasta elevar los costos a los usuarios; lo cual no es recomendable.

También se puede considerar este proyecto como de orden social, donde más que obtener una alta rentabilidad se busca satisfacer las necesidades de los habitantes del sector rural que se desea atender, ya que, puede considerarse la comunicación como un servicio básico al cual todos tienen derecho

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Se logró una propuesta del diseño para la implementación de una red inalámbrica que satisfaga las necesidades de conectividad para servicios de internet y telefonía fija en los veinte recintos del cantón Valencia provincia de Los Ríos, como aporte para reducir la brecha digital y minimizar el analfabetismo tecnológico.
2. Es factible la construcción de una red CDMA 450 con bajos costos de implementación en el cantón Valencia, aunque debido a la poca densidad poblacional y la dispersión de las viviendas el proyecto no es viable económicamente puesto que se recupera la inversión realizada en 10 años.
3. Para delimitar la zona a la cual se desea dar el servicio es de mucho aporte valerse de software y de visitas al lugar para obtener datos de ubicación y observar la geografía del terreno; así como también la información proporcionada por entidades del gobierno y lograr un enfoque lo más cercano a la realidad de las características del área para un apropiado planteamiento del problema.
4. Se comprobó que para ofrecer servicios de telefonía fija e internet de alta calidad en áreas rurales y lograr un alto rendimiento, la tecnología CDMA en la banda de 450MHz supera a WIMAX en cuanto a los beneficios que ofrece y costos de diseño e infraestructura requerida y por lo tanto satisfacer las necesidades del usuario o cliente; y además obtener una buena rentabilidad para la empresa.
5. CDMA 450 es una tecnología que aprovecha la reutilización del espectro radio eléctrico, con todas las características de voz y datos de CDMA2000 con el alcance de la banda de 450 MHz para ofrecer un servicio de calidad a bajo costo de instalación y con la mayor cobertura.
6. El diseño de la red propuesta por simulación cumple satisfactoriamente la cobertura delimitada en la descripción del problema, trabajando con los mínimos requerimientos de transmisión y recepción; y en las peores condiciones bajo las cuales podría estar expuesto el sistema.
7. El software de simulación para emisiones radio eléctrica, Radio Mobile; es de gran ayuda ya que combina las características topográficas del terreno con las características técnicas de los equipos, interrelacionados en el sistema propuesto para el estudio.

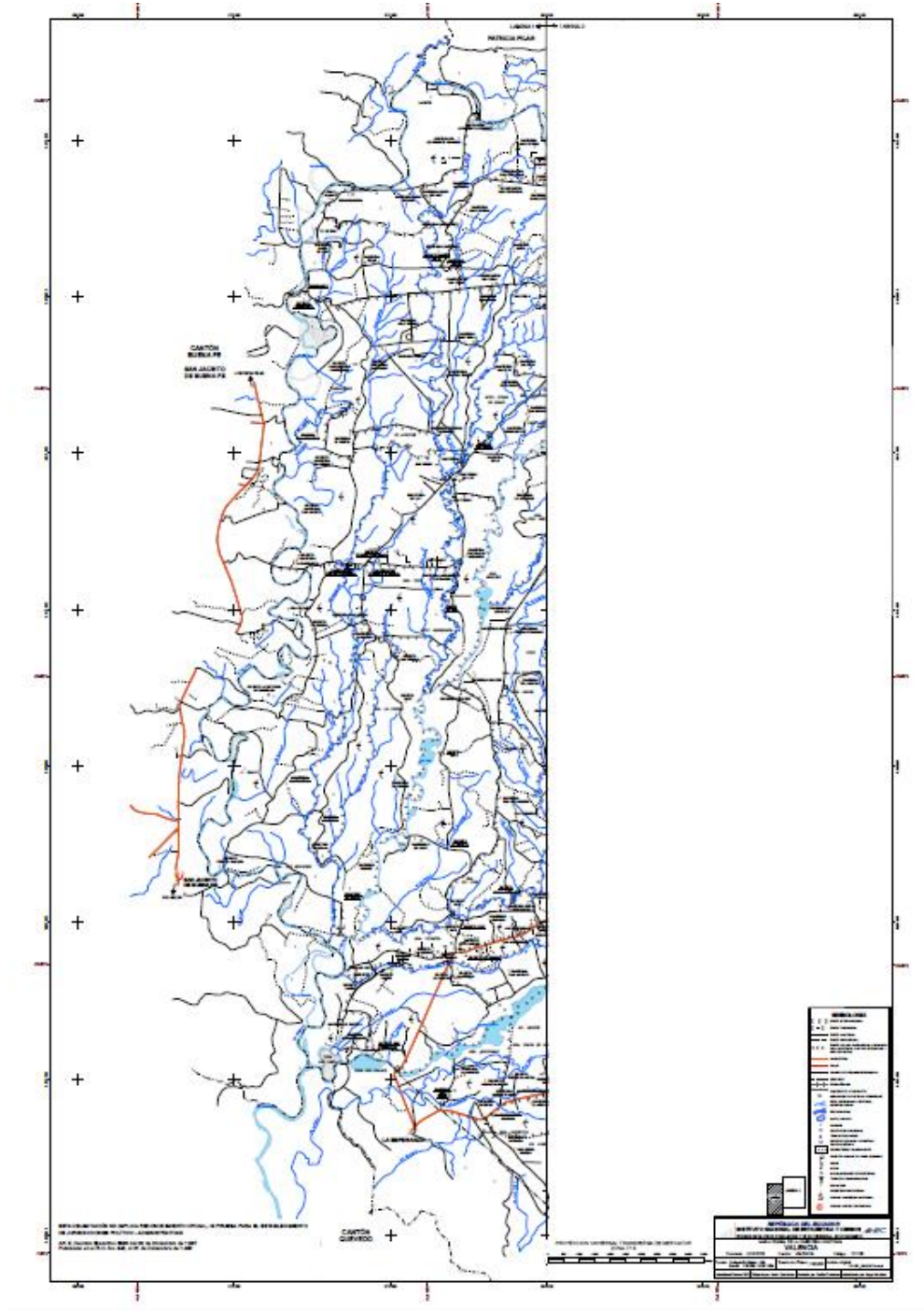
8. En cuanto al tiempo de ejecución del proyecto se tiene una estimación muy factible, de un año en días laborales para la operatividad del mismo, la cual podría cambiar dependiendo de eventualidades durante la implementación.
9. Se constata que la inversión inicial y los gastos de desarrollo del proyecto son superiores a los ingresos que se obtienen, esto se debe a la poca densidad poblacional que aprovecharían los servicios, además debido a la infraestructura implementada se podría expandir el radio de cobertura lo cual aumentaría la cantidad de abonados.

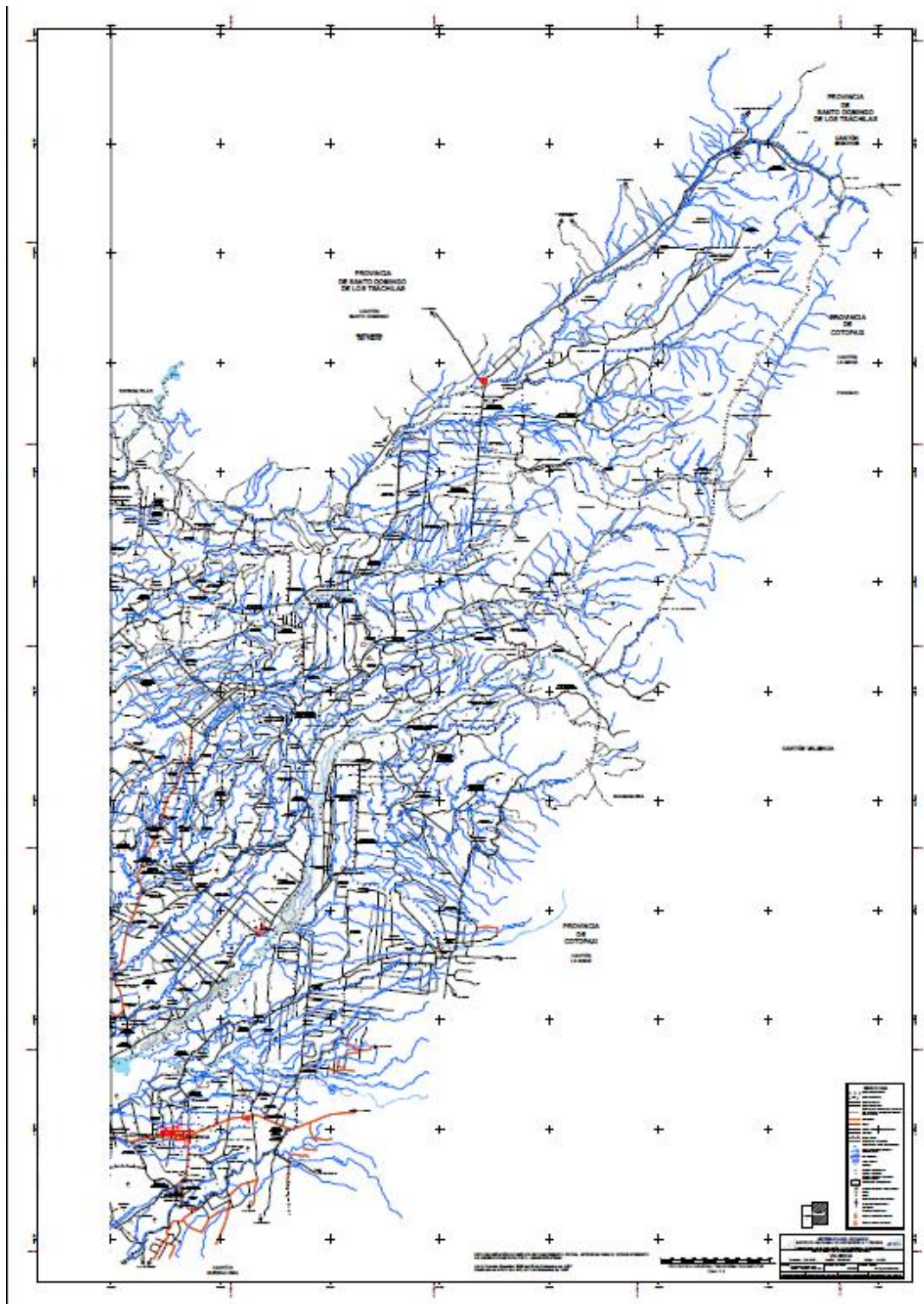
Recomendaciones

1. Este proyecto podría ser incluido como parte de un sistema de telecomunicaciones previamente implementado, lo cual disminuiría los gastos o podría ser tratado como un proyecto de orden social considerando que los habitantes tienen derecho a disponer de los recursos de las TIC.
2. Se debería realizar varias visitas a la zona de estudio, no solo para delinear el área de cobertura sino para constatar que clase de servicios requieren los habitantes del lugar y si están en posibilidades socio económicas para adquirirlos.
3. Cada tecnología tienen sus estándares de diseño; más aún se debe revisar y hacer un análisis de las normas y leyes de regulación en el país para identificar como debe ser aplicada esta tecnología bajo las normativas legales como: las concesiones de frecuencias libres, series numéricas y permisos de implementación.
4. Se debe tener en cuenta los cálculos del presupuesto de enlace para dimensionar los equipos de la radio base y dispositivos terminales requeridos.
5. El tiempo de gestión del proyecto podría modificarse dependiendo de la cantidad de personal en los distintos departamentos de la empresa o al estar incluidos en otros proyectos de desarrollo.

ANEXO A

MAPAS CENSALES DE LA CABECERA CANTONAL

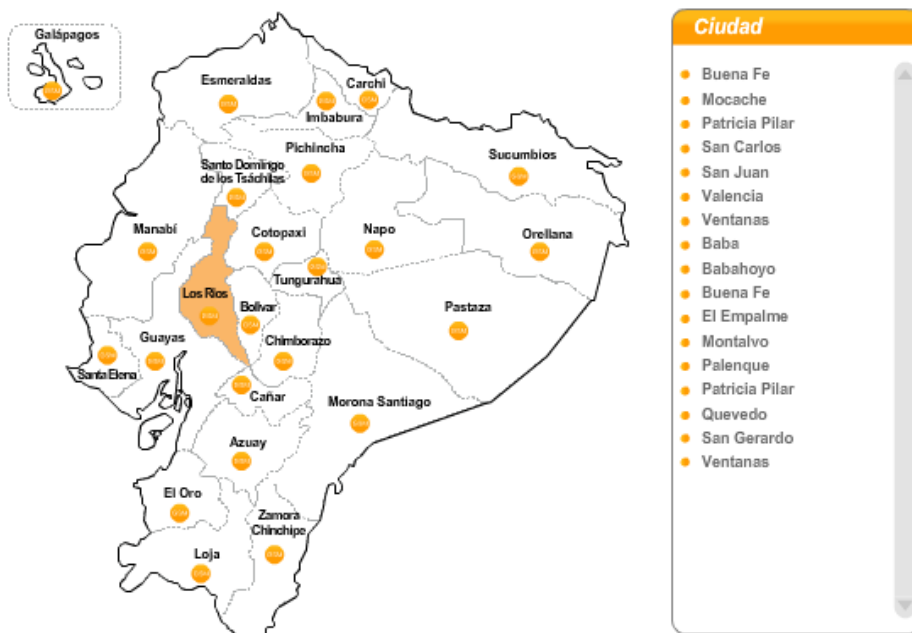




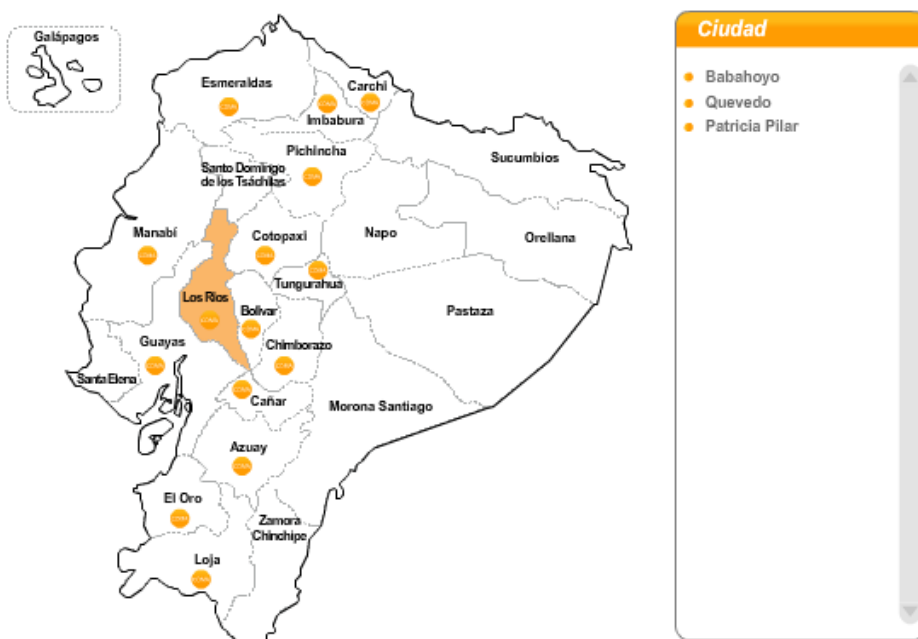
ANEXO B

Despliegue de otro sistemas inalámbricos en la provincia de Los Ríos [12]

GSM CDMA 3.5G Puntos de Venta Centros de Atención y Ventas Pines Electrónicos Cadenas Comerciales





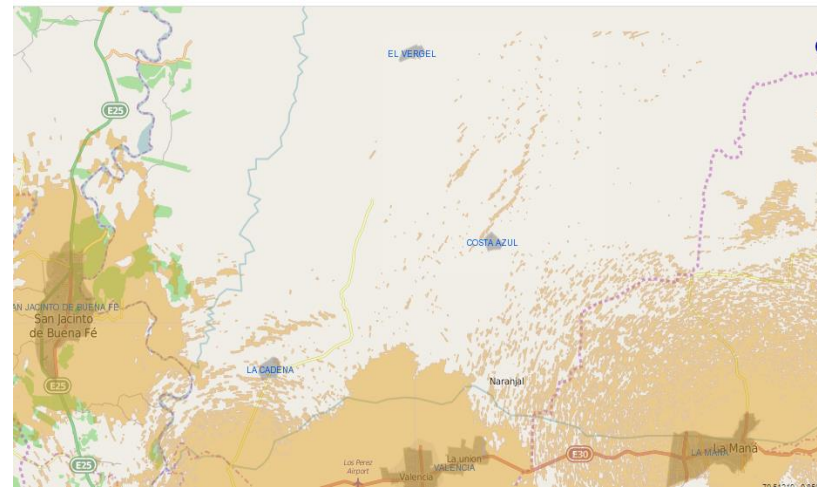
GSM CDMA 3.5G Puntos de Venta Centros de Atención y Ventas Pines Electrónicos Cadenas Comerciales



ANEXO C

Despliegue de la tecnología 3g en el cantón
Valencia y sus alrededores [11]

SIMBOLOGIA:
LIMITE DE CIUDADES 
COBERTURA 3.5G 
Fecha de actualización
Diciembre/2013



ANEXO D

Tabla de coordenadas de las Zona de Cobertura

Área cuadrada	Latitud	Longitud
Norte	0°51'49.85"S	79°24'23.43"O
Sur	1° 2'27.74"S	79°24'23.80"O
Este	0°57'46.05"S	79°19'46.03"O
Oeste	0°56'42.92"S	79°31'2.77"O

Tabla de coordenadas de las localidades de interés

Recinto	Objetivo	Longitud	Latitud
Pice	Escuela Sagrado Corazón de Jesús	79°23'14.55"O	0°53'51.87"S
La Cadena	Unidad Educativa Eugenio Espejo	79°24'35.68"O	0°54'49.40"S

ANEXO E

Tabla de proyecciones de ingresos mensuales correspondientes al primer año previo al diseño del proyecto

TELEFONIA FIJA																			
Clientes: 450				MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1er Año		
					400	400	400	400	400	400	450	450	450	450	450	450			
				Tarifa															
Instalación			\$ 0.93	\$ 372.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 46.50	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 418.50		
Pensión Básica (Mensual)			\$ 6.94	\$ 2776.00	\$ 2776.00	\$ 2776.00	\$ 2776.00	\$ 2776.00	\$ 2776.00	\$ 2776.00	\$ 3123.00	\$ 3123.00	\$ 3123.00	\$ 3123.00	\$ 3123.00	\$ 3123.00	\$ 35394.00		
Servicio Promedio			\$ 2.00	\$ 800.00	\$ 800.00	\$ 800.00	\$ 800.00	\$ 800.00	\$ 800.00	\$ 800.00	\$ 900.00	\$ 900.00	\$ 900.00	\$ 900.00	\$ 900.00	\$ 900.00	\$ 10200.00		
				Servicios Adicionales	Tarifa	Min	Usuarios												
A red Móvil (tarifa por min)			\$ 0.12	20	30	\$ 72.00	\$ 72.00	\$ 72.00	\$ 72.00	\$ 72.00	\$ 72.00	\$ 72.00	\$ 72.00	\$ 72.00	\$ 72.00	\$ 72.00	\$ 864.00		
A red Móvil (tarifa por min a otras operadoras)			\$ 0.15	25	40	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 1800.00		
Todos los países (excepto cuba y otros)			\$ 0.15	45	10	\$ 67.50	\$ 67.50	\$ 67.50	\$ 67.50	\$ 67.50	\$ 67.50	\$ 67.50	\$ 67.50	\$ 67.50	\$ 67.50	\$ 67.50	\$ 810.00		
				INGRESOS MENSUALES	\$ 3865.50	\$ 3865.50	\$ 3865.50	\$ 3865.50	\$ 3865.50	\$ 3865.50	\$ 4312.50	\$ 4312.50	\$ 4312.50	\$ 4312.50	\$ 4312.50	\$ 4312.50	INGRESO ANUAL	\$ 49486.50	
DATOS																			
				MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1er Año		
				NUMERO DE USUARIOS	200	200	200	200	250	250	250	250	250	250	250	250	250		
				Usuarios															
				Tarifa															
Instalación			\$ 50.00	\$ 10000.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 2500.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 12500.00		
Plan1(3 Mbps)		65%																	
Basico			\$ 18.00	\$ 2340.00	\$ 2340.00	\$ 2340.00	\$ 2340.00	\$ 2916.00	\$ 2916.00	\$ 2916.00	\$ 2916.00	\$ 2916.00	\$ 2916.00	\$ 2916.00	\$ 2916.00	\$ 2916.00	\$ 32688.00		
Plan 2(5 Mbps)		35%																	
Basico			\$ 24.90	\$ 1767.90	\$ 1767.90	\$ 1767.90	\$ 1767.90	\$ 2191.20	\$ 2191.20	\$ 2191.20	\$ 2191.20	\$ 2191.20	\$ 2191.20	\$ 2191.20	\$ 2191.20	\$ 2191.20	\$ 24601.20		
				INGRESOS MENSUALES	\$ 14107.90	\$ 4107.90	\$ 4107.90	\$ 4107.90	\$ 7607.20	\$ 5107.20	\$ 5107.20	\$ 5107.20	\$ 5107.20	\$ 5107.20	\$ 5107.20	\$ 5107.20	\$ 5107.20	INGRESO ANUAL DATOS	\$ 69789.20

TOTAL INGRESOS

\$ 119275.70

Tabla De Proyección de Ingresos correspondiente a los primeros 5 Años

Cientes	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	TOTAL
Servicio de Voz	\$ 49486.50	\$ 49068.00	\$ 49068.00	\$ 49068.00	\$ 48696.00	\$ 245386.50
Servicio de Datos	\$ 69789.20	\$ 57289.20	\$ 57289.20	\$ 57289.20	\$ 44789.20	\$ 286446.00
INGRESO ANUAL	\$ 119275.70	\$ 106357.20	\$ 106357.20	\$ 106357.20	\$ 93485.20	
			TOTAL INGRESO 5 AÑOS			\$ 531832.50

ANEXO F
Tablas del ARPU para Servicio de voz el primer año

MES	Calculo	
		ARPU
1	\$ 3865.50	9.66
2	\$ 3865.50	9.66
3	\$ 3865.50	9.66
4	\$ 3865.50	9.66
5	\$ 3865.50	9.66
6	\$ 3865.50	9.66
7	\$ 4312.50	9.58
8	\$ 4312.50	9.58
9	\$ 4312.50	9.58
10	\$ 4312.50	9.58
11	\$ 4312.50	9.58
12	\$ 4312.50	9.58
	ARPU	9.62

Tabla de ARPU servicio de datos para el primer año

MES	Calculo	
		ARPU
1	\$ 14107.90	70.54
2	\$ 4107.90	20.54
3	\$ 4107.90	20.54
4	\$ 4107.90	20.54
5	\$ 7607.20	30.43
6	\$ 5107.20	20.43
7	\$ 5107.20	20.43
8	\$ 5107.20	20.43
9	\$ 5107.20	20.43
10	\$ 5107.20	20.43
11	\$ 5107.20	20.43
12	\$ 5107.20	20.43
	ARPU	25.47

Tabla de ARPU para los primeros 5 años

ARPU ESTIMADO PARA LOS PRIMEROS 5 AÑOS		
SERVICIO DE VOZ	\$ 49486.50	109.97
SERVICIO DE		
DATOS	\$ 69789.20	279.16
		194.56

Apellidos y nombres	Cédula de Identidad	Pasaporte
Nombramiento vigente hasta (dd/mm/aaaa):		

Domicilio Actual (Urbanización/Edificio, Calle principal, Número, Intersección 1, Intersección 2, Piso, Dpto, Suite)

Ciudad	Parroquia	Provincia

Teléfono	Fax	E- mail	Sitio WEB

III. Datos de la persona jurídica

Razón Social	Fecha de Constitución	Fecha de Inscripción en Registro Mercantil:

IV. Nómina de Socios o Accionistas

Apellidos, Nombres/Razón Social	Cédula de Identidad / Pasaporte/RUC

V. Lista de entregables que se adjuntan

Persona Natural:

- Copia de la cédula de identidad, de ciudadanía o pasaporte de la persona natural;

Persona Jurídica:

- Copia del Registro Único de Contribuyentes (RUC);
- Copia certificada o protocolizada, del nombramiento del representante legal, que se halle vigente, debidamente inscrito en el Registro. Mercantil;
- Copia de la cédula de identidad, de ciudadanía o pasaporte del Representante Legal.
- Certificado de existencia legal de la compañía, capital social, objeto social, plazo de duración y cumplimiento de obligaciones extendido por la Superintendencia de Compañías;
- Copia del estatuto social de la compañía;
- Certificado, emitido por el Institutos de Compras Públicas de no hallarse impedido de contratar con el Estado; y,
- Informe de la Superintendencia de Telecomunicaciones respecto de la prestación de servicios de telecomunicaciones del solicitante y sus accionistas, incluida la información de imposición de sanciones en caso de haberlas

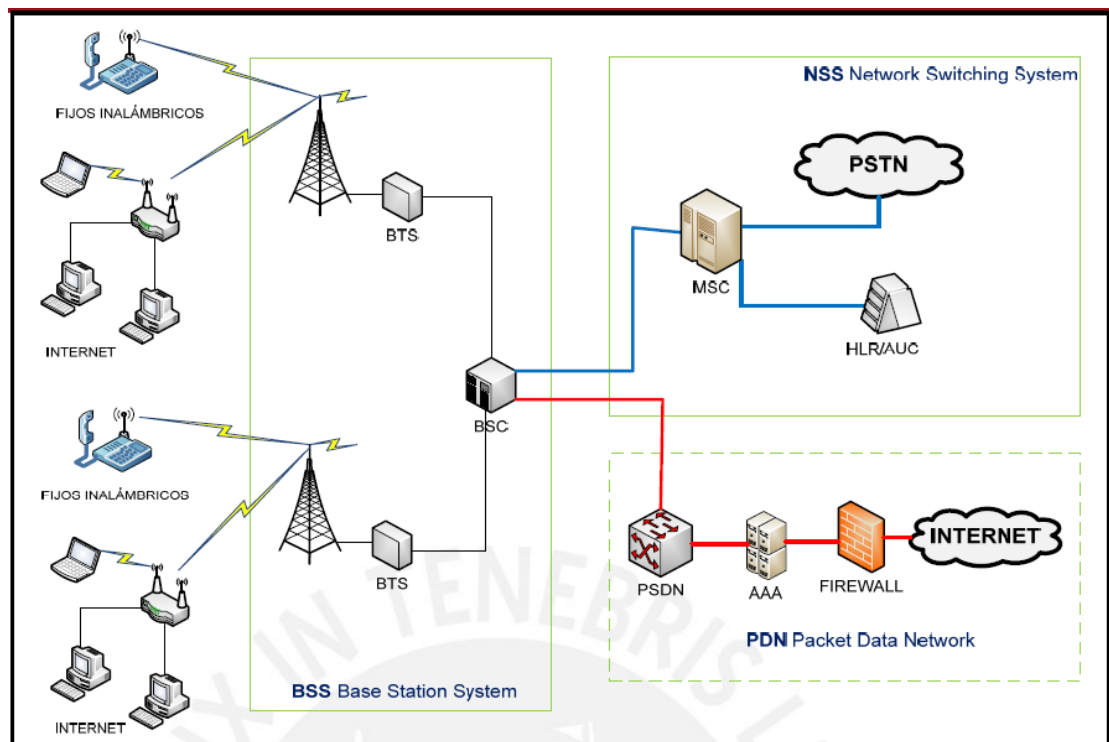
VI. Declaración juramentada

Declaro que los datos y documentos proporcionados a la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones dentro del proceso de concesión para prestar los servicios de telecomunicaciones son verdaderos y auténticos, ateniéndome a lo que dispone la Ley en el caso de no ser verdadera la información proporcionada,

<p>_____</p> <p>NOMBRES Y APELLIDOS</p> <p>C.I.: _____</p> <p>_____</p> <p>Firma del solicitante o Representante Legal</p>	<p>Lugar: _____</p> <p>Fecha: / /</p> <p style="text-align: center;">Día Mes Año</p> <p>Hora:</p>
--	---

ANEXO H

DISEÑO BÁSICO DE LA RED CDMA [13]



ANEXO I

TABLAS DE INGRESOS PROYECTADOS PARA EL PRIMER AÑO

TELEFONIA FIJA															
Clientes: 450	MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1er Año	
		400	400	400	400	400	400	450	450	450	450	450	450		
Tarifa															
Instalación	\$ 0.93	\$ 372.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 46.50	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 418.50	
Pensión Básica (Mensual)	\$ 6.94	\$ 2776.00	\$ 2776.00	\$ 2776.00	\$ 2776.00	\$ 2776.00	\$ 2776.00	\$ 3123.00	\$ 3123.00	\$ 3123.00	\$ 3123.00	\$ 3123.00	\$ 3123.00	\$ 35394.00	
Servicio Promedio	\$ 2.00	\$ 800.00	\$ 800.00	\$ 800.00	\$ 800.00	\$ 800.00	\$ 800.00	\$ 900.00	\$ 900.00	\$ 900.00	\$ 900.00	\$ 900.00	\$ 900.00	\$ 10200.00	
Servicios Adicionales	Tarifa	Min	Usuarios												
A red Móvil (tarifa por min)	\$ 0.12	20	30	\$ 72.00	\$ 72.00	\$ 72.00	\$ 72.00	\$ 72.00	\$ 72.00	\$ 72.00	\$ 72.00	\$ 72.00	\$ 72.00	\$ 72.00	\$ 864.00
A red Móvil (tarifa por min a otras operadoras)	\$ 0.15	25	40	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 1800.00
Todos los países (excepto cuba y otros)	\$ 0.15	45	10	\$ 67.50	\$ 67.50	\$ 67.50	\$ 67.50	\$ 67.50	\$ 67.50	\$ 67.50	\$ 67.50	\$ 67.50	\$ 67.50	\$ 67.50	\$ 810.00
	INGRESOS MENSUALES	\$ 3865.50	\$ 3865.50	\$ 3865.50	\$ 3865.50	\$ 3865.50	\$ 3865.50	\$ 4312.50	\$ 4312.50	\$ 4312.50	\$ 4312.50	\$ 4312.50	\$ 4312.50		
														INGRESO ANUAL	\$ 49486.50

ANEXO J TABLAS DE FLUJO DE CAJA

Proyecto del cantón Valencia							Años
Ítem	Descripción	VAN	0	2017	2018	2019	2020
1	Ingresos proyectado	\$ 119.275.70	\$ 0.00	\$ 119.275.70	\$ 106.357.20	\$ 106.357.20	\$ 106.357.20
	Venta y Servicio	\$ 106.357.20					
	Instalación	\$ 12.918.50					
2	Inversiones	\$ 463.600.00	\$ 463.600.00				
	Equipos	\$ 241.350.00					
	Infraestructura	\$ 210.250.00					
	Estudios de diseño	\$ 12.000.00					
3	Costos	\$ 233.172.00	\$ 0.00	\$ 24.200.00	\$ 24.200.00	\$ 24.200.00	\$ 24.200.00
	Construcción Civil	\$ 31.910.00					
	Instalación de Equipo	\$ 181.574.00					
	Administrativo	\$ 19.688.00					
	Mantenimiento	\$ 0.00		\$ 24.200.00	\$ 24.200.00	\$ 24.200.00	\$ 24.200.00
4	Ancho de Banda Internacional	\$ 9.888.00		\$ 9.888.00	\$ 9.888.00	\$ 9.888.00	\$ 9.888.00
	Flujo de Caja Acumulado		(\$ 696.772.00)	\$ 85.187.70	\$ 72.269.20	\$ 72.269.20	\$ 72.269.20
				(\$ 611.584.30)	(\$ 539.315.10)	(\$ 467.045.90)	(\$ 394.776.70)

Proyecto del cantón Valencia							
Ítem	Descripción	2021	2022	2023	2024	2025	2026
1	Ingresos proyectado Venta y Servicio Instalación	\$ 106.357.20	\$ 106.357.20	\$ 106.357.20	\$ 106.357.20	\$ 106.357.20	\$ 106.357.20
2	Inversiones Equipos Infraestructura Estudios de diseño						
3	Costos Construcción Civil Instalación de Equipo Administrativo Mantenimiento	\$ 24.200.00	\$ 24.200.00	\$ 24.200.00	\$ 24.200.00	\$ 24.200.00	\$ 24.200.00
4	Ancho de Banda Internacional	\$ 9.888.00	\$ 9.888.00	\$ 9.888.00	\$ 9.888.00	\$ 9.888.00	\$ 9.888.00
	Flujo de Caja	\$ 72.269.20	\$ 72.269.20	\$ 72.269.20	\$ 72.269.20	\$ 72.269.20	\$ 72.269.20
		(\$					
	Acumulado	322.507.50)	(\$ 250.238.30)	(\$ 177.969.10)	(\$ 105.699.90)	(\$ 33.430.70)	\$ 38.838.50

ANEXO K

TABLAS DE COSTOS DE INGENIERIA

COSTOS DE INGENIERIA			
Ingeniería Civil			
	cantidad	precio unitario	costo total
Acondicionamiento del Terreno	1	\$ 2.760.00	\$ 2.760.00
Cimentación	1	\$ 11.800.00	\$ 11.800.00
instalación de Torre	1	\$ 4.910.00	\$ 4.910.00
Instalación Caseta	1	\$ 2.750.00	\$ 2.750.00
Instalación Acometida Eléctrica	1	\$ 1.080.00	\$ 1.080.00
Estructuras Metálicas	1	\$ 2.110.00	\$ 2.110.00
Instalación de Sist. Seguridad	1	\$ 1.000.00	\$ 1.000.00
Otros	1	\$ 5.500.00	\$ 5.500.00
Subtotal			\$ 31.910.00
Ingeniería Telecomunicaciones			
Instalaciones Sistema CDMA	1	\$ 165.000.00	\$ 165.000.00
Instalaciones de Antenas			
Sectoriales	3	\$ 650.00	\$ 1.950.00
Parabólicas	2	\$ 700.00	\$ 1.400.00
Subtotal			\$ 168.350.00
Técnico			
Operadores	2	\$ 550.00	\$ 1.100.00
Instaladores	6	\$ 354.00	\$ 2.124.00
Capacitaciones	2	\$ 5.000.00	\$ 10.000.00
Subtotal			\$ 13.224.00
Administrativo			
Energía Eléctrica	1	\$ 5.000.00	\$ 5.000.00
Combustible Generador	12	\$ 500.00	\$ 6.000.00
Comunicación	12	\$ 500.00	\$ 6.000.00
Transporte	12	\$ 224.00	\$ 2.688.00
Ancho de banda Internacional	12	\$ 824.00	\$ 9.888.00
Subtotal			\$ 29.576.00
TOTAL GASTOS			\$ 243.060.00

ANEXO L

ANEXO M TABLAS DE INVERSIONES

Infraestructura de la Red			
Infraestructura de Equipos			
	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
Radio base			
Equipos de enlace			
BTS/S223 (CDMA 1X EVDO)	1	\$ 54.000.00	\$ 54.000.00
Antenas Parabólicas	2	\$ 3.700.00	\$ 7.400.00
Enlace Radio PDH 8x2	1	\$ 25.000.00	\$ 25.000.00
Enlace de Acceso			
Antenas Sectoriales	3	\$ 1.650.00	\$ 4.950.00
Repuestos	1	\$ 85.000.00	\$ 85.000.00
Software	1	\$ 35.000.00	\$ 35.000.00
Subtotal			\$ 211.350.00
Equipos terminales			
Voz	300	\$ 40.00	\$ 12.000.00
Datos	300	\$ 60.00	\$ 18.000.00
Subtotal			\$ 30.000.00
Infraestructura de Redes			
Cables y Conectores	2	\$ 6.350.00	\$ 12.700.00
Tuberías	2	\$ 4.550.00	\$ 9.100.00
Instrumentos y Herramientas	1	\$ 85.000.00	\$ 85.000.00
Licencias de usuario	350	\$ 55.00	\$ 19.250.00
Subtotal			\$ 126.050.00
Infraestructura Civil			
Materiales			
Terreno	1	\$ 2.500.00	\$ 2.500.00
Caseta	1	\$ 15.000.00	\$ 15.000.00
Torre	1	\$ 30.000.00	\$ 30.000.00
Generador Eléctrico	1	\$ 22.000.00	\$ 22.000.00
Red Eléctrica	1	\$ 6.000.00	\$ 6.000.00
Sistema de Alarmas	1	\$ 2.500.00	\$ 2.500.00
Accesorios de Seguridad	2	\$ 2.500.00	\$ 5.000.00
Sistema de Climatización	1	\$ 1.200.00	\$ 1.200.00
Subtotal			\$ 84.200.00
Estudios del Servicio			
Diseño	1	\$ 5.000.00	\$ 5.000.00
Demanda	1	\$ 7.000.00	\$ 7.000.00
Subtotal			\$ 12.000.00
TOTAL INVERSIONES			\$ 463.600.00
TOTAL GASTOS E INVERSIONES			\$ 706.660.00

BIBLIOGRAFIA

- [1] INEC, «Poblacion y Demografía,» [En línea]. Disponible: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/> [Último acceso: Mayo 2015].
- [2] Ministerio de Educacion, «Registro Administrativos 2013-2014 Fin (2233),» [En línea]. Disponible: <http://educacion.gob.ec/amie/>. [Último acceso: Mayo 2015].
- [3] Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información, «Plan de Acceso Universal,» [En línea]. Disponible: <http://www.telecomunicaciones.gob.ec/>. [Último acceso: Mayo 2015].
- [4] Memoria Técnica, « Generación De Geoinformación Para La Gestión Del Territorio A Nivel Escala 1:25 000,» [En línea]. Disponible: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/%23recycle/PDOT/IEE%202014/VALENCIA/MEMORIAS_TECNICAS/mt_valencia_socioecon%C3%B3mico.pdf. [Último acceso: Mayo 2015].
- [5] CNT E.P., «Tarifas» , [En línea]. Disponible: <http://cnt.gob.ec/telefonía>. [Último acceso: Junio 2015].
- [6] Salazar D. y Mora D. «La Brecha Digital en los Servicios de Telefonía Fija, Telefonía Móvil Celular y de Internet en el Ecuador », [En línea]. Disponible: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1108/1/94295.pdf>. [Último acceso: Junio 2015].
- [7] Corporación Unificada Nacional de Educacion Superior, « LAS TECNICAS DE ACCESO AL MEDIO Y MULTICANALIZACION EN LAS TRANSMISIONES DE DATOS SON,» [En línea]. Disponible: <http://networkingsignora.pbworks.com/f/Articulo-multiplexacion.pdf>. [Último acceso: Junio 2015].
- [8] Qualcomm, «What's Next for CDMA,» [En línea]. Disponible: <https://www.qualcomm.com/products>. [Último acceso: Junio 2015].

- [9] Pérez Romero J., «Contribución al Estudio de Técnicas de Acceso Aleatorio y al Análisis de la Calidad de Servicio en sistemas de Transmisión por Paquetes para Comunicaciones Móviles basadas en CDMA,» [En línea]. Disponible: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6875/tesis.pdf?sequence=1> [Último acceso: Mayo 2015].
- [10] CDG, «CDMA450,» [En línea]. Disponible: <http://www.cdg.org/technology/cdma450.asp>. [Último acceso: Junio 2015].
- [11] CNT, EP., «Coberturas de Red CNT EP,» [En línea]. Disponible: <http://gis.cnt.com.ec/apppublico/>. [Último acceso: Junio 2015].
- [12] CNT, EP., «Coberturas Ventas y Distribución,» [En línea]. Disponible: <http://soy.cnt.com.ec/cobertura/cobertura.html>. [Último acceso: Junio 2015].
- [13] Ing. Pilco Vargas J., «Diseño de una red rural cdma 450, en las cuencas de los ríos Apurímac, Paruro y Acomayo », [En línea]. Disponible: <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/45088>. [Último acceso: Junio 2015].
- [14] Tapia Solís J., «Diseño de una red rural para la provisión de telefonía fija inalámbrica empleando tecnología CDMA en la banda de los 450 MHz, para las parroquias de Ascázubi, Otón, Guayllabamba, Lloa y Rumipamba de la provincia de Pichincha,» [En línea]. Disponible: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/2623>. [Último acceso: Julio 2015].
- [15] Ayala Izurieta J. y Guaño Álvarez M., «Análisis de la tecnología CDMA-450 Y SU aplicación en la propuesta de diseño de una bts en Santa Rosa de Izitziñag y sus alrededores para CNT S.A,» [En línea]. Disponible: <http://hdl.handle.net/123456789/626>. [Último acceso: Julio 2015].
- [16] Paredes Tomala J., «Diseño de una red inalámbrica con tecnología CDMA 450 para proveer servicios de voz y datos en centros educativos ubicados en la parroquia Colonche y sus alrededores,» [En línea]. Disponible: <http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/1557>. [Último acceso: Agosto

2015].

- [17] Canto H. Rivamar A. Soto J., « IEEE 802.16 WMAN / WiMAX,». *INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES*. 2006.
- [18] Asitimbay Regalado M. y González Cabrera I., «Análisis de la calidad de servicios de las tecnologías CDMA 450 y WIMAX para la comunicación en las parroquias rurales de los cantones Azogues, Cañar y Déleg brindado por Corporación Nacional de Telecomunicaciones sucursal Cañar,» [En línea]. Disponible: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/2199>. [Último acceso: Julio 2015].
- [19] Huawei Technologies Co., Ltd., «Telecom Wireless Network,» [En línea]. Disponible: <http://www.huawei.com/en/>. [Último acceso: Julio 2015].
- [20] ZTE Corporation., «Products Wireless,» [En línea]. Disponible: <http://www.zte.com.cn/en/>. [Último acceso: Julio 2015].
- [21] ARCOTEL., «Plan Nacional de Frecuencias,» [En línea]. Disponible: http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/plan_nacional_frecuencias_2012.pdf [Último acceso: Agosto 2015].
- [22] ARCOTEL., «Resolución TEL-068-04-CONATEL-2013,» [En línea]. Disponible: http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/plan_tecnico_fundamental_numeracion.pdf [Último acceso: Agosto 2015].
- [23] Grupo de Radiocomunicación Departamento SSR, ETSIT - UPM., «Tutorial de Radio Mobile,» [En línea]. Disponible: <http://www3.fi.mdp.edu.ar/electronica/catedras/mediosdetransmision/files/ManualRadioMobile.pdf> [Último acceso: Agosto 2015].
- [24] Ing. Carrión Intriago O., « PROYECTO DE TELECOMUNICACIONES Y CONECTIVIDAD PARA EL GOBIERNO PROVINCIAL DE LOJA,» [En línea].

Disponible: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1061/1/95057.pdf>.
[Último acceso: Agosto 2015].