



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN
TELECOMUNICACIONES Y REDES

**“DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA PARA LA TRANSMISIÓN
DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE EN LA CIUDAD DE
RIOBAMBA Y SUS PARROQUIAS RURALES. (CASO DE
ESTUDIO ECUAVISIÓN CANAL 29 UHF)”**

Trabajo de titulación presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA EN ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES
Y REDES**

AUTORA: MARÍA CRISTINA TENE SAGUAY

TUTOR: ING. OSWALDO GEOVANNY MARTINEZ

Riobamba-Ecuador

2016

©2016, María Cristina Tene Saguay

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

MARÍA CRISTINA TENE SAGUAY

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA TELECOMUNICACIONES Y
REDES

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: “DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA PARA LA TRANSMISIÓN DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA Y SUS PARROQUIAS RURALES. (CASO DE ESTUDIO ECUAVISIÓN CANAL 29 UHF)”, de responsabilidad de la señorita María Cristina Tene Saguay, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
ING. WASHINGTON LUNA DECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA	_____	_____
ING. FRANKLIN MORENO DIRECTOR DE LA ESCUELA DE ELECTRÓNICA TELECOMUNICACIONES Y REDES	_____	_____
ING. OSWALDO MARTINEZ DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN	_____	_____
ING. JORGE YUQUILEMA MIEMBRO DEL TRIBUNAL	_____	_____

“Yo, MARÍA CRISTINA TENE SAGUAY, soy responsable de las ideas y resultados expuestos en este trabajo de titulación; y, el patrimonio de la misma pertenecen a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”.

MARÍA CRISTINA TENE SAGUAY

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedicado para aquellas personas quienes siempre me han brindado su apoyo incondicional durante mi vida estudiantil, en especial a mi madre quien es la persona que me ha motivado día a día para continuar y seguir adelante con mis estudios, con esfuerzo y valentía diaria ha sido mi ejemplo a seguir.

A mi hermanas quienes siempre me han guiado y ofrecido su ayuda durante el trayecto de mi carrera. Quiero también dedicar este proyecto para aquella personita que llego a mi vida, mi hija, quien ha sido mi fortaleza e inspiración durante mi formación académica.

Cristina T.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios por la oportunidad de cumplir un objetivo más de mi vida. A mi familia quienes creyeron en mí y me brindaron siempre su apoyo incondicional durante esta etapa estudiantil por su paciencia y comprensión.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a los docentes de la Carrera Ingeniería Electrónica en Telecomunicaciones y Redes, quienes supieron impartir los conocimientos necesarios para mi formación académica. A Ecuavisión Canal 29, quienes me brindaron los medios y la información necesaria para el desarrollo de este proyecto.

Y en especial quiero agradecer a mi Director de trabajo de titulación, Ing. Oswaldo Martínez, quien ha sido la persona que me ha colaborado durante el desarrollo de este trabajo de investigación.

Cristina T.

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ECUACIONES	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xvi
RESUMEN.....	xviii
SUMMARY	xix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
1. MARCO TEÓRICO	5
1.1. Estado del Arte	5
1.1.1. <i>Televisión Analógica.</i>	5
1.1.1.1. <i>Formatos/ Sistemas de Televisión Analógica.</i>	5
1.1.1.2. <i>Transmisión de video y audio.</i>	6
1.1.1.3. <i>Distribución de frecuencias.</i>	7
1.1.1.4. <i>Transmisión de la Televisión Analógica.</i>	8
1.1.1.5. <i>Desventajas de la Televisión Analógica.</i>	9
1.1.2. <i>Televisión Digital (TVD).</i>	9
1.1.2.1. <i>Características de la Televisión Digital Terrestre.</i>	11
1.1.2.2. <i>Ventajas de la Televisión Digital Terrestre.</i>	13

1.1.3.	<i>Diferencias entre la televisión analógica y la televisión digital terrestre.</i>	14
1.1.4.	<i>Estándares de la Televisión Digital Terrestre (TDT).</i>	15
1.1.4.1.	<i>ATSC (Advanced Television System Committee).</i>	15
1.1.4.2.	<i>DVB-T (Difusión de Video Digital - Terrestre).</i>	16
1.1.4.3.	<i>DTMB (Digital Terrestrial Multimedia Broadcasting).</i>	16
1.1.4.4.	<i>ISDB-T (Transmisión Digital de Servicios Integrados).</i>	16
1.1.4.5.	<i>SBTVD (Sistema Nipo-Brasileño de Televisión Digital Terrestre).</i>	16
1.2.	ISDB–Tb (Integrated Service Digital Broadcasting Televisión Brazil)	17
1.2.1.	<i>Características generales de ISDB-Tb.</i>	17
1.2.2.	<i>Características técnicas ISDB-TB/ SBTVD.</i>	18
1.2.3.	<i>Esquema del sistema de transmisión de la TDT bajo la norma ISDB-Tb/SDVBT.</i>	26
1.2.3.1.	<i>Capa de Compresión.</i>	26
1.2.3.2.	<i>Capa de Transporte.</i>	27
1.2.3.3.	<i>Capa de Transmisión.</i>	27
1.2.3.4.	<i>Sección de Radio Frecuencia (RF).</i>	28
1.2.3.5.	<i>Módulos de Recepción.</i>	29
1.3.	Difusión de la Señal	29
1.3.1.	<i>Redes de Difusión.</i>	29
1.3.1.1.	<i>MFN (Multiple Frequency Network).</i>	29
1.3.1.2.	<i>SFN (Single Frequency Network).</i>	30
1.4.	Recepción de Televisión Digital Terrestre	31
1.5.	Sistema de transmisión de Ecuavisión Canal 29 UHF	32
1.5.1.	<i>Funcionamiento de la estación Ecuavisión Canal 29.</i>	33

1.5.1.1.	<i>Área de Producción</i>	35
1.5.1.2.	<i>Área de Programación</i>	37
1.5.1.3.	<i>Área de Transmisión</i>	39
1.5.2.	<i>Características técnicas del Sistema de Radiodifusión de Ecuavisión Canal 29</i>	41
1.5.2.1.	<i>Descripción enlace microonda</i>	41
1.5.2.2.	<i>Características técnicas de operación del sistema de transmisión</i>	42

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	43
2.1.	Metodología de la Investigación	43
2.1.1.	<i>Tipo de investigación</i>	43
2.1.2.	<i>Método de investigación</i>	43
2.1.3.	<i>Técnicas de investigación</i>	44
2.1.4.	<i>Herramientas/Instrumentos</i>	45
2.1.5.	<i>Población de la investigación</i>	46
2.2.	Metodología del diseño	46
2.3.	Metodología de la propuesta	47

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	49
3.1.	Análisis del diseño de transmisión actual de Ecuavisión Canal 29 UHF en el Cantón Riobamba	49
3.1.1.	<i>Esquema actual del Sistema de Transmisión de la Estación Televisiva Ecuavisión</i>	49
3.1.2.	<i>Simulaciones en Radio Mobile del sistema de transmisión actual de Ecuavisión</i> ...	50

3.1.2.1.	<i>Enlace Microonda: Estudio - Transmisor.....</i>	51
3.1.2.2.	<i>Enlace Sistema Radiante: Transmisor – Receptor.....</i>	53
3.1.2.3.	<i>Resultados de los radioenlaces.</i>	55
3.2.1.	<i>Propuesta Económica</i>	65
3.2.1.1.	<i>Instalación, configuración y puesta en marcha el proceso de transición de TVA a TDT para Ecuavisión.</i>	69
3.3.1.	<i>Simulación de una red de trabajo TDT a través de Radio Mobile.</i>	72
3.3.1.1.	<i>Configuración de la red de trabajo TDT.</i>	72
3.3.1.2.	<i>Configuración de la Cobertura de TDT para el Canton Riobamba.</i>	74
3.3.1.3.	<i>Cobertura de TV Digital Terrestre para Ecuavisión Canal 29.</i>	78
3.4.	<i>Cálculo de la intensidad de campo</i>	79
3.4.1.	<i>Cálculo de la primera zona de fresnel.</i>	80
3.5.	<i>Análisis Costo/Beneficio.....</i>	83
3.6.	<i>Análisis viabilidad y factibilidad para la transición de televisión analógica a TDT... </i>	84
	CONCLUSIONES.....	86
	RECOMENDACIONES.....	87

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Especificaciones técnicas del estándar NTSC-M.....	6
Tabla 2-1 Bandas de Frecuencia para VHF y UHF.....	8
Tabla 3-1 Comparación entre la TVA y la TDT	15
Tabla 4-1 Estándares de Televisión Digital Terrestre	15
Tabla 5-1 Frecuencias para el despliegue de la TDT en el Ecuador	20
Tabla 6-1 Perfiles y niveles de video	22
Tabla 7-1 Perfiles y niveles de audio	23
Tabla 8-1 Resolución de vídeo y relación de aspecto	23
Tabla 9-1 Características técnicas de la concesión para Ecuavisión Canal 29.....	41
Tabla 10-1 Coordenadas geográficas del estudio y del transmisor respectivamente	41
Tabla 11-1 Características técnicas Sistema Radiación	42
Tabla 1-3 Coordenadas Geográficas de los receptores.	53
Tabla 2-3 Resultados obtenidos para los puntos de recepción de TVA.....	57
Tabla 3-3 Sistema de Transmisión Digital Opción 1	65
Tabla 4-3 Sistema de Transmisión Digital Opción 2	66
Tabla 5-3 Sistema de Microonda Digital	67
Tabla 6-3 Equipos para el Estudio de TV digital	68
Tabla 7-3 Costo total de la Proforma Ecuatronic CIA. LTDA	68
Tabla 8-3 Total de la propuesta para Ecuavisión	70
Tabla 9-3 Parámetros de operación para transmitir TDT.....	72
Tabla 10-3 Resultados obtenidos de los puntos de recepción para TDT	75
Tabla 11-3 Cálculo Intensidad de Campo	79
Tabla 12-3 Cálculo de la primera Zona de Fresnel	82
Tabla 13-3 Intensidad de campo para TVA y TDT.....	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Ancho de banda de un Canal Analógico.	7
Figura 2-1 Transmisión y recepción de una señal de televisión terrestre.	8
Figura 3-1 Codificación de las señales de Televisión Digital.....	9
Figura 4-1 Transmisión de señal de TDT.	10
Figura 5-1 Aspecto (16:9) Televisión digital Terrestre.....	11
Figura 6-1 Audio analógico y audio digital	11
Figura 7-1 Tipos de receptores en el mismo canal.....	19
Figura 8-1 Banda de frecuencia para TDT.....	21
Figura 9-1 Representación digital de un archivo mediante espacios de colores.....	22
Figura 10-1 Comparación del área de cobertura entre el sistema análogo y digital.	24
Figura 11-1 Arquitectura de alto nivel del middleware Ginga.	25
Figura 12-1 Sistema de Transmisión de la TDT bajo la norma ISDB-Tb/SDVBT	26
Figura 13-1 Red Multi-frecuencia MFN.....	30
Figura 14-1 Red de Frecuencia Única SFN	31
Figura 15-1 Etapas del sistema de recepción de señal de TDT.....	31
Figura 16-1 Recepción en múltiples dispositivos.	32
Figura 17-1 Ecuavisión Canal 29 Riobamba - Ecuador.....	33
Figura 18-1 Instalaciones de Ecuavisión Canal 29	34
Figura 19-1 Estructura Interna de Ecuavisión Canal 29	35
Figura 20-1 Set de Ecuavisión Canal 29	36
Figura 21-1 Videocámara profesional Panasonic Full HD	36
Figura 22-1 Teleprompter	37
Figura 23-1 Monitor profesional LG	37
Figura 24-1 Consola de audio Yamaha 24 Canales	38
Figura 25-1 Mezclador de video Roland V-8	38
Figura 26-1 Monitores Hanns.G/Samsung.....	39
Figura 27-1 Generador de caracteres CG-300,	39
Figura 28-1 Transmisor.....	40
Figura 29-1 Antena parabólica DB Broadcast estándar	40
Figura 1-3 Estación de televisión Ecuavisión, matriz Riobamba.....	50
Figura 2-3 Configuración del Sistema Enlace Microonda	51
Figura 3-3 Radioenlace Ecuavisión - Cerro Cacha.	52
Figura 4-3 Enlace Estudio - Transmisor (ECUAVISIÓN - CACHA)	53
Figura 5-3 Asignación de las unidades al sistema Enlace Microonda	54

Figura 6-3 Configuración del sistema Sist-Tx-Analógico.	55
Figura 7-3 Escenario de la Simulación Transmisor-Receptor.	56
Figura 8-3 Perfil del enlace de microonda Cerro Cacha - Licto	58
Figura 9-3 Umbral de recepción Cerro Cacha - Licto.....	58
Figura 10-3 Perfil del enlace de microonda Cerro Cacha - Pungalá.....	59
Figura 11-3 Umbral de recepción Cerro Cacha - Pungalá	60
Figura 12-3 Área de cobertura de la estación televisiva Ecuavisión Canal 29	61
Figura 13-3 Arquitectura para la Transmisión de TDT hacia el Cantón Riobamba	63
Figura 14-3 Esquema del Sistema de transmisión para Ecuavisión Canal 29	71
Figura 15-3 Configuración del Sistema emisor Ecuavisión.....	73
Figura 16-3 Enlace Ecuavisión - Cerro Cacha.....	73
Figura 17-3 Radioenlaces Transmisor – Receptores para TDT	74
Figura 18-3 Radioenlaces Transmisor – Receptores para TDT	75
Figura 19-3 Umbral de recepción Cerro Cacha - Licto.....	76
Figura 20-3 Umbral de recepción Cerro Cacha - Pungalá	77
Figura 21-3 Umbral de recepción Cerro Cacha - Altos de Penipe.....	77
Figura 22-3 Alcance de cobertura de TDT hacia el Cantón Riobamba	78
Figura 23-3 Perfil de elevación del terreno del Cerro Cacha - Licto	80

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1-3 Intensidad de campo.....	79
Ecuación 2-3 Radio de la primera zona de Fresnal R1	81
Ecuación 3-3 Distancia de la línea de vista.....	81

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. PROFORMA ECUATRONIX

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

TVA	TELEVISIÓN ANALÓGICA TERRESTRE
TDT	TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE
ISDB-Tb	RADIODIFUSIÓN DIGITAL TERRESTRE DE SERVICIOS INTEGRADOS, VERSIÓN BRASILEÑA
VHF	MUY ALTA FRECUENCIA (VERY HIGH FREQUENCY)
UHF	ULTRA ALTA FRECUENCIA (ULTRA HIGH FREQUENCY)
PAL	LÍNEA ALTERNADA EN FASE - PHASE ALTERNATION LINE
SECAM	COLOR SECUENCIAL CON MEMORIA - SÉQUENTIEL COULEUR À MÉMOIRE
NTSC	COMISIÓN NACIONAL DE SISTEMAS DE TELEVISIÓN - NATIONAL TELEVISION SYSTEM COMMITTEE
RGB	RED, GREEN, BLUE
TVD	TELEVISIÓN DIGITAL
LDTV	LOW DEFINITION TELEVISION
SDTV	STANDARD DEFINITION TELEVISION
EDTV	ENHANCED DEFINITION TELEVISION
HDTV	HIGH DEFINITION TELEVISION
EPG	GUÍA DE PROGRAMACIÓN ELECTRÓNICA
SFN	RED DE FRECUENCIA ÚNICA (SINGLE FREQUENCY NETWORK)
MFN	RED DE MÚLTIPLES FRECUENCIAS (MULTIPLE FREQUENCY NETWORK)
STB	SET-TOP BOX
ATSC	ADVANCE TELEVISION SYSTEM COMMITTEE
DVB-T	DIGITAL VIDEO BROADCASTING TERRESTRIAL
DTMB	DIGITAL TERRESTRIAL MULTIMEDIA BROADCASTING
ISDB-T	INTEGRATED SERVICES DIGITAL BROADCASTING TERRESTRIAL
SBTVD	SISTEMA BRASILEÑO DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE
MPEG-2	MOVING PICTURE EXPERT GROUP
OFDM	MULTIPLEXACIÓN POR DIVISIÓN DE FRECUENCIAS ORTOGONALES
BST-OFDM	BAND SEGMENTED TRANSMISSION – ORTHOGONAL FREQUENCY DIVISION MULTIPLEXING
FDM	MULTIPLEXACIÓN POR DIVISIÓN DE FRECUENCIAS

ICI	INTERFERENCIA ENTRE LAS PORTADORAS
BST	TRANSMISIÓN SEGMENTADA POR BANDAS
QPSK	MODULACIÓN POR DESPLAZAMIENTO DE FASE EN CUADRATURA
DQPSK	MODULACIÓN POR DESPLAZAMIENTO DE FASE EN CUADRATURA DIFERENCIAL
16QAM	MODULACIÓN DE AMPLITUD EN CUADRATURA DE 16 ESTADOS
64QAM	MODULACIÓN DE AMPLITUD EN CUADRATURA DE 64 ESTADOS
AVC	ADVANCED VIDEO CODING
AAC	ADVANCED AUDIO CODING
GINGA-NCL	GINGA NESTED CONTEXT LANGUAGE
GINGA-J	GINGA JAVA
GINGA-CC	GINGA COMMON CORE
TS	TRANSPORT STREAM
BTS	FLUJOS DE TRANSPORTE DE BROADCASTING
FEC	FORWARD ERROR CORRECTION
TMCC	CONTROL DE CONFIGURACIÓN PARA LA TRANSMISIÓN Y MULTIPLEXACIÓN
ISI	INTERSYMBOL INTERFERENCE
IFFT	TRANSFORMADA RÁPIDA DE FOURIER INVERSA
RF	RADIO FRECUENCIA
FI	FRECUENCIA INTERMEDIA
P.E.R	POTENCIA EFECTIVA RADIADA
W	VATIO
MHz	Mega Hertz
dB	DECIBELIO
dBμV/m	INTENSIDAD DE CAMPO

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue el diseño de la arquitectura para la transmisión de Televisión Digital Terrestre en la ciudad de Riobamba y sus parroquias rurales, caso de estudio Ecuavisión Canal 29 UHF, para su elaboración y cumplimiento de las normativas vigentes se utilizó como modelo la arquitectura de transmisión analógica que actualmente utiliza Ecuavisión y la guía de implementación ABNT NBR 1508-1 de la norma Brasileña Número ABNT NBR 150, que manifiesta que los niveles de intensidad de campo mínimos a proteger son de $51\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$. Combinando la metodología de búsqueda de la información sobre los equipos que utiliza actualmente el canal y el método de investigación lógico deductivo, con la ayuda de las ofertas entregadas por parte de la empresa Ecuatronix, se analizó el Costo/Beneficio para la estación Televisiva. Adicionalmente, para verificar las limitaciones y el estado actual de la transmisión analógica se utilizó el Software Radio Mobile y Google Earth, para una estimación sobre la cobertura que se tiene y así realizar una proyección de cobertura para Televisión Digital Terrestre (TDT). Se concluye que el estudio para la migración de transmisión analógica a TDT bajo la norma ISDB-Tb, es viable y factible, logrando cubrir un 80% del total de su cobertura permitiendo obtener niveles óptimos de intensidad de campo para la transmisión de señal digital. Se recomienda que la estación televisiva imparta capacitaciones al personal en las áreas de producción, programación y contenidos multimedia para el aprovechamiento de todos los recursos de TDT.

PALABRAS CLAVE: <TECNOLOGIA Y CIENCIAS DE LA INGENIERIA>, <TECNOLOGIA DE COMUNICACIONES>, <TELEVISION DIGITAL TERRESTRE (TDT)>, <RADIODIFUSIÓN DIGITAL TERRESTRE DE SERVICIOS INTEGRADOS VERSIÓN BRASILEÑA (ISDB-TB)>, <ASOCIACIÓN BRASILEÑA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT NBR)>, <COBERTURA LOCAL>.

SUMMARY

The objective of the research was the design of the architecture for the transmission of Digital Terrestrial Television in the city of Riobamba and its rural parishes, case study Ecuavisión Channel 29 UHF, for their elaboration and implementation of the regulations was used as a model of architecture of analogue transmission that currently uses Ecuavisión and the deployment guide ABNT NBR 1508-1 of the Brazilian standard Number ABNT NBR 150, which states that the levels of intensity of field minimum requirements to protect are $51\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$. Combining the methodology of searching for information on the equipment currently used channel and deductive logical research method, with the help of bids submitted by the company Ecuatronix, was analyzed the Cost/Benefit to the television station. Additionally, to verify the limitations and the current status of the analogue transmission used the Radio Software Mobile and Google Earth, for an estimate on the coverage you have and make a projection of coverage for Digital Terrestrial Television (DTT). It was concluded that the study for the migration of analogue transmission to DTT under the standard ISDB-Tb, is viable and feasible, covering 80 per cent of its total coverage allowing to obtain optimum levels of field strength for the transmission of digital signal. It is recommended that the television station provided training staff in the areas of production, programming and multimedia content for the use of all the resources of TDT.

KEYWORDS: <TECHNOLOGY AND ENGINEERING SCIENCE>, <COMMUNICATIONS TECHNOLOGY>, <DIGITAL TERRESTRIAL TELEVISION (DTT)>, <BROADCASTING DIGITAL TERRESTRIAL OF SERVICES INTEGRATED VERSION BRAZILIAN (ISDB-TB)>, <ASSOCIATION BRAZILIAN OF TECHNICAL STANDARDS (ABNT NBR)>, < LOCAL COVERAGE >.

INTRODUCCIÓN

La televisión desde sus inicios se ha convertido en un medio de difusión masivo que ha generado un gran impacto económico, político y social; tras la evolución de la televisión analógica (TVA) llega una nueva tecnología denominada televisión digital (TVD) la cual permite difundir la señal televisiva con mejores características respecto a la TV analógica; una de sus principales formas de ver es la Televisión Digital Terrestre (TDT).

Este cambio tecnológico conlleva una inherente mejora en la calidad de imagen y sonido, un uso eficiente del espectro radioeléctrico, la posibilidad de incrementar la cantidad de señales transmitidas así como también la posibilidad de desarrollar servicios interactivos asociados al contenido televisivo.

En Ecuador el 31 de diciembre de 2017 se efectuará la segunda fase del llamado "apagón analógico" para las áreas de cobertura de las estaciones que al menos cubran una capital de provincia, cabecera cantonal o parroquia con una población entre 200.000 y 500.000 habitantes, como es el caso del Cantón Riobamba, en el que se encuentra ubicada la estación televisiva denominada Ecuavisión Canal 29 que deberá estar preparada para la migración de TVA a TDT.

Este trabajo tiene como objetivo diseñar una arquitectura para transmitir TDT en la ciudad de Riobamba y sus parroquias rurales, para el desarrollo de esta propuesta se tiene como caso de estudio a Ecuavisión, a la cual se expondrá el presente proyecto para que brinde la suficiente cobertura a aquellas zonas de sombra y logren receptor su señal en formato digital.

El desarrollo de este trabajo de investigación, se estructura en 3 capítulos. En el capítulo 1, se presenta el Estado del arte de la televisión digital con el estándar ISDB-Tb, además de las principales características de la televisión analógica y TDT, se indicará los formatos en los que puede trabajar cada una, concentrándose más en el formato ISDB-Tb.

En el capítulo 2 se explica la metodología utilizada para el desarrollo de este documento, a continuación en el capítulo 3 se analiza a través del software Radio Mobile el sistema de transmisión que actualmente utiliza el Canal 29 para transmitir televisión analógica también se estudia las cotizaciones recibidas de Ecuatronix para finalmente realizar el diseño que permita a Ecuavisión transmitir su señal en formato digital. Seguidamente se expone el análisis Costo/Beneficio que representa para el Canal 29 este cambio tecnológico, también se realiza un análisis de la viabilidad y factibilidad, por último se muestra las conclusiones y recomendaciones producto del estudio realizado anteriormente.

ANTECEDENTES

La televisión se ha constituido en uno de los principales medios de comunicación desde su aparición en el año de 1937 con las primeras emisiones en Francia y en el Reino Unido, lo que conllevó a un rápido desarrollo en la industria televisiva, ofreciendo servicios como noticias e información.

Posteriormente la televisión analógica ha ido creciendo aceleradamente hasta convertirse en un sistema con mejores características, como lo es hoy la Televisión Digital Terrestre (TDT), a nivel mundial se han desarrollado diferentes estándares para la TDT, es así que el 25 de marzo de 2010 Ecuador adoptó el estándar ISDB-Tb/SBTVD para impulsar la transmisión en señal digital.

Actualmente en el país existen alrededor de 23 estaciones de televisión digital operativas entre las cuales se encuentran: Ecuador TV, Teleamazonas HD, Canal Uno HD, Ecuavisa HD, OROMAR HD, Unimax, etc. de las ciudades de Quito, Guayaquil, Cuenca, Ambato-Latacunga, Manta-Portoviejo y Santo Domingo, que constituyen un 34.85% de la población que ya tiene cobertura para poder receptor TDT con las nuevas y mejores prestaciones que ofrece esta tecnología.

La televisión dejará de ser exclusivamente un dispositivo para desplegar imágenes sino que también permitirá a los televidentes pasar de ser un receptor pasivo a interactuar con el proveedor de servicios, constituyéndose como un progreso para el país.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Cuáles son los beneficios que obtienen la ciudad de Riobamba, sus parroquias rurales y Ecuavisión Canal 29, con el diseño de una arquitectura para la transmisión de Televisión Digital Terrestre, utilizando el estándar ISDB-Tb para transmitir señal en HD?

SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

¿Por qué es necesario un sistema de Televisión Digital Terrestre para la ciudad de Riobamba y sus parroquias rurales?

¿Qué tipo de equipos darán mayores prestaciones para lograr una cobertura aceptable en la transmisión de la señal de televisión digital terrestre?

¿Cómo ha impactado la televisión digital Terrestre en la actualidad?

¿Cómo se beneficiarían los usuarios de las zonas rurales y urbanas del cantón Riobamba con la transmisión digital terrestre?

JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La migración de las estaciones locales de transmisión analógica a digital es un proceso a priori que debe estar en marcha para la ejecución del plan maestro, por lo cual es necesario realizar un estudio sobre la incorporación de TDT en Ecuavisión canal 29, para que transmita su señal en formato digital a la ciudad de Riobamba y sus parroquias rurales. Para cumplir este propósito es necesario, realizar un rediseño de la infraestructura tecnológica de transmisión analógica actual del canal en mención, bajo el estándar ISDB-Tb/SBTVD para transmisión digital, además se propondrán los equipos más apropiados para la transmisión de TDT, con el fin de buscar la mejor opción Costo/Beneficio, para el Canal.

Para todo lo mencionado anteriormente se realizará el siguiente proceso:

Primero, recopilación de la información sobre las características de funcionamiento de los equipos de transmisión que utiliza Ecuavisión canal 29 para transmitir televisión analógica.

Segundo, análisis de la cobertura que tiene la señal de televisión analógica, por medio de un mapa de cobertura virtual creado a través del software Radio Mobile.

Tercero, dimensionamiento del sistema de TDT bajo las características de funcionamiento de los equipos, de la cobertura y del estándar ISDB-Tb, con la ayuda de las empresas encargadas de suministrar dichos equipos.

Cuarto, estudio de la mejor oferta para el beneficio proveedor/cliente, con las características de integración minimizadas.

El diseño propuesto va hacer sustentado con la aceptación de la oferta de los equipos por parte de la empresa que provea equipos a nivel nacional y que esta posea un personal calificado que efectué observaciones y sugerencias las cuales deben ser tomadas en cuenta.

JUSTIFICACIÓN APLICATIVA

La propuesta realizada para Ecuavisión Canal 29, ayuda a cumplir con la segunda fase del apagón analógico que se ejecuta en el 31 de diciembre de 2017 en las capitales de provincia, esta oferta cumple con el estándar ISDB-Tb vigente en nuestro país y los objetivos de transmisión de la estación y de recepción de los usuarios.

OBJETIVOS

Objetivo General

Diseñar una Arquitectura para la transmisión de Televisión Digital Terrestre en la ciudad de Riobamba y sus parroquias rurales. (Caso de estudio Ecuavisión Canal 29 UHF).

Objetivos Específicos

- ✓ Analizar el estado del arte de la Televisión Digital Terrestre, con el estándar ISDB-Tb.
- ✓ Analizar el diseño de transmisión actual de Ecuavisión Canal 29 UHF en la ciudad de Riobamba.
- ✓ Conocer las características técnicas del estándar ISDB-Tb para transmitir la TDT en la ciudad de Riobamba y sus parroquias rurales.
- ✓ Diseñar una arquitectura de transmisión de TDT que beneficie a la ciudad de Riobamba y sus parroquias rurales.
- ✓ Determinar el Costo/Beneficio de la implementación de la arquitectura en Ecuavisión Canal 29 UHF para la transmisión de TDT en la ciudad de Riobamba y sus parroquias rurales.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Estado del Arte

1.1.1. *Televisión Analógica.*

La televisión analógica (TVA) es el método tradicional de transmitir y sintonizar las señales de televisión, consiste en la radiodifusión unilateral de programas de televisión a partir de una estación televisiva ubicada en la tierra. La transmisión puede ser efectuada por medio de ondas de radio, por cable, por satélite o IPTV. (García, 2013, p.4)

1.1.1.1. *Formatos/ Sistemas de Televisión Analógica.*

PAL (Phase Alternation Line - Línea Alternada en Fase).

Línea Alternada en Fase, surgió con el fin de mejorar la calidad y reducir los defectos en los tonos de color que presentaba el sistema NTSC. PAL utiliza un formato de vídeo de 625 líneas por cuadro (un cuadro es una imagen completa, compuesta de dos campos entrelazados) y una frecuencia de actualización de 25 imágenes completas por segundo, entrelazadas.

La mayoría de los países europeos eligieron el sistema PAL por ser más robusto que el formato NTSC. El único aspecto en el que NTSC es mejor al PAL es en evitar la sensación de parpadeo que se puede apreciar en la zona de visión periférica cuando se mira la TV en una pantalla grande, porque la frecuencia de actualización es mayor (30Hz en NTSC frente a 25Hz en PAL). (Caiza, D. y Pérez, J., 2011, p.20)

SECAM (Séquentiel Couleur à Mémoire - Color secuencial con memoria).

Es un sistema para la codificación de televisión en color analógica, utilizado por primera vez en Francia. Se basa en la transmisión de una señal monocromática que transmite la luminancia complementada con una segunda señal que porta la información del color.

NTSC (National Television System Committee - Comisión Nacional de Sistemas de Televisión).

Sistema de codificación y transmisión de televisión a color analógica, desarrollado en Estados Unidos (EE.UU) en 1940, este formato se emplea por la mayor parte de América, Japón entre otros países.

En 1953 el estándar es modificado dando lugar a un nuevo formato denominado: NTSC-M, el cual es usado por Ecuador para brindar el servicio de televisión terrestre, este estándar trabaja con una resolución de 525 líneas, frecuencia de actualización de 30 imágenes completas por segundo, 6 MHz de ancho de banda, garantizando la compatibilidad entre sistemas B/N (blanco y negro) y a color.

Tabla 1-1 Especificaciones técnicas del estándar NTSC-M

SISTEMA NTSC-M	
Líneas por cuadro / Campos	525/60
Frecuencia de barrido horizontal	15.750 Hz
Frecuencia de barrido vertical	60 Hz
Relación de aspecto	4:3
Ancho de banda	6 MHz
Portadora de sonido	4.5 MHz
Frecuencia subportadora de color	4.5 MHz

Realizado por: TENE, Cristina. 2016.

1.1.1.2. Transmisión de video y audio.

Una señal de televisión analógica está compuesta por una señal portadora de vídeo y una de audio, la señal de imagen contiene a las componentes de color RGB (Red, Green, Blue), que por razones de compatibilidad con la televisión a Blanco y Negro, se encuentran en la Luminancia (Y), la misma que representa el brillo de la escena que se transmite.

Un valor mínimo “0” equivale a un color negro y un valor máximo “1” representa una imagen totalmente blanca. En cuanto a la señal de audio es montada sobre una portadora a 4.5 MHz de

la portadora de video, además de ser modulada en FM, puede ser de tipo estéreo/bilingüe analógico (dos portadoras) o de tipo estéreo/bilingüe digital con modulación QPSK.

La Figura 1-1 muestra los componentes de la señal de audio y video de televisión dentro de los 6 MHz de ancho de banda de un canal de televisión analógico.

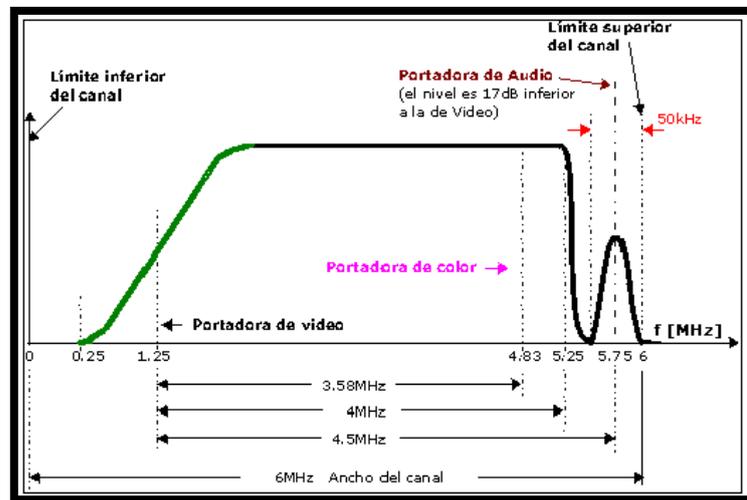


Figura 1-1 Ancho de banda de un Canal Analógico.

Fuente: Recuperado de http://www.oocities.org/ar/raggio_tv/01TV-sintesis_Ex1.htm

En un canal de 6 MHz, la portadora de video principal está a 1.25 MHz del límite inferior con dos bandas laterales, una vestigial de 0.75 MHz y otra completa de 4.25 MHz, La portadora de sonido a 0.25 MHz abajo del límite inferior, las portadoras de video y audio siempre tienen una separación de 4.5MHz. La subportadora de color está ubicada a 3.57 MHz por encima de la portadora de video.

1.1.1.3. Distribución de frecuencias.

“Las bandas de frecuencias asignadas a los servicios de radiodifusión terrestre de televisión comprenden segmentos de las bandas de VHF (30 a 300 MHz) y UHF (300 – 3000 MHz). Esta asignación se llevó a cabo por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) desde los inicios de la televisión hasta la actualidad para cada una de las regiones establecidas por la UIT.” (Pérez, C. 2015, p.10)

Para la transmisión de estaciones de televisión en Ecuador usan frecuencias entre [54–686] MHz. Las bandas atribuidas al servicio televisión abierta se dividen en 42 canales con un ancho de banda de 6 MHz cada uno.

Tabla 2-1 Bandas de Frecuencia para VHF y UHF

Televisión VHF	Rango de Frecuencias	Canales
Banda I	(54 – 72) MHz	2 – 4
	(76 – 88) MHz	5 – 6
Banda III	(174 – 216) MHz	7 – 13
Televisión UHF	Rango de Frecuencias	Canales
Banda IV	(500– 608) MHz	19 – 36
	(614– 644) MHz	38 – 42
Banda V	(644– 686) MHz	43 – 49

Fuente: Norma Técnica para el servicio de Televisión Analógica y plan de distribución de canales

1.1.1.4. Transmisión de la Televisión Analógica.

- Se capta la imagen a través de una cámara de video, el sonido con un micrófono, estas dos señales son enviadas a una unidad emisora para ser procesadas y editadas.
- Mediante una antena la señal resultante se transmite en forma de ondas electromagnéticas, estas ondas son captadas por la antena receptora, que transforma las ondas en una señal eléctrica muy débil.
- Finalmente, los receptores de televisión conectados a la antena disponen de un circuito electrónico que amplifica la señal eléctrica y la convierten nuevamente en imagen y sonido, reproduciendo la escena original.

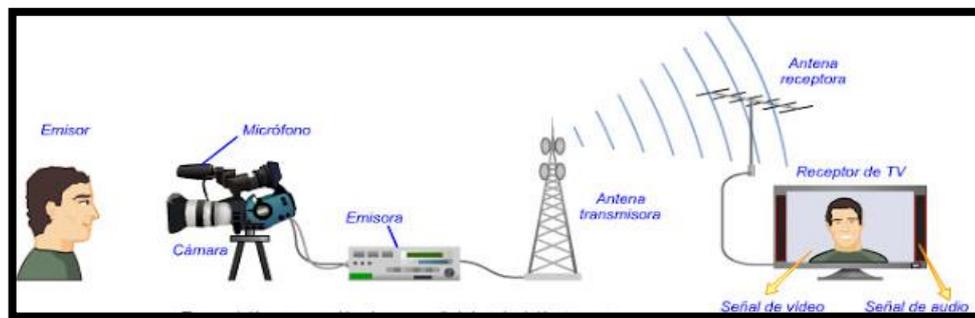


Figura 2-1 Transmisión y recepción de una señal de televisión terrestre.

Fuente: Pérez, Laura. 2015. Recuperado de: <http://latelevision4b.blogspot.com/>

1.1.1.5. Desventajas de la Televisión Analógica.

- Dificil recuperación de cualquier variación de información esta pérdida afecta en gran medida al correcto funcionamiento y rendimiento del dispositivo analógico.
- Deterioro en la calidad de imagen, alterando la fase de la señal de color, provocando que un cuadro pierda su color al momento de ser recibido, esto es ocasionado por la presencia de interferencias durante la transmisión análoga.

1.1.2. Televisión Digital (TVD).

La televisión digital es un conjunto de tecnologías de transmisión y recepción de imagen y sonido, a través de señales digitales. En contraste con la televisión tradicional que codifica los datos de manera analógica, con la TVD señales se codifican de forma binaria, habilitando la posibilidad de crear vías de retorno entre consumidor y productor de contenidos, de crear aplicaciones interactivas y de la capacidad de transmitir varias señales en un mismo canal asignado, gracias a la diversidad de formatos existentes.

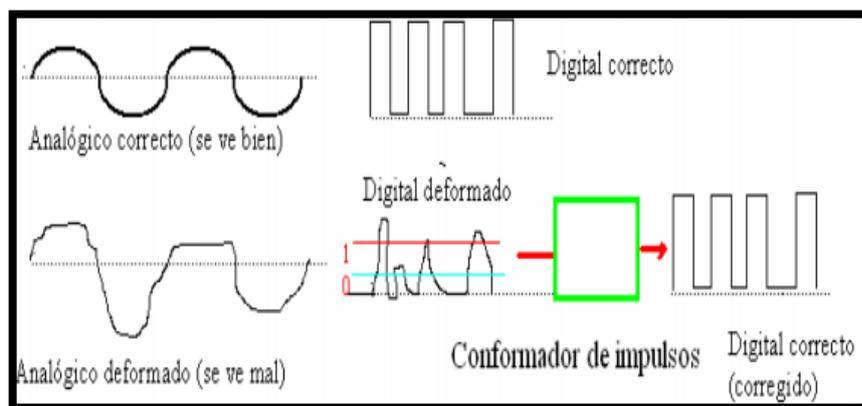


Figura 3-1 Codificación de las señales de Televisión Digital

Fuente: Televisión Analógica a Digital. 2011: 28.

TVD puede ser utilizada para proporcionar múltiples opciones de programación, denominada "multidifusión", servicios interactivos de vídeo y datos, también permite la transmisión de varios programas de la TV al mismo tiempo llamado "multicasting."

Existen diferentes formas de TVD, que dependen del medio y el modo de transmisión, entre las cuales se encuentran las siguientes:

- Televisión digital por Cable
- Televisión digital por Satélite
- Televisión digital terrestre (TDT)

Televisión Digital Terrestre (TDT).

A la Televisión Digital Terrestre (TDT), se la define como un formato televisivo que utiliza la codificación binaria para la emisión, transmisión y recepción de señales televisivas, habilitando beneficios tales como una mejor calidad de video y sonido, interactividad, conectividad, multiprogramación, movilidad, etc.

La TDT es el resultado de la aplicación de la tecnología digital a la señal de televisión, para luego ser transmitida por medio de ondas hertzianas terrestres. Éstas se transmiten por la atmósfera sin necesidad de cable o satélite y se reciben a través de antenas UHF convencionales, que se ubican en las edificaciones y visualizado por medio de televisores preparados para recibir la señal digital o mediante cajas decodificadores (Set Top Box) acoplados a televisores analógicos. (Naranjo. et al., 2002, p.30)

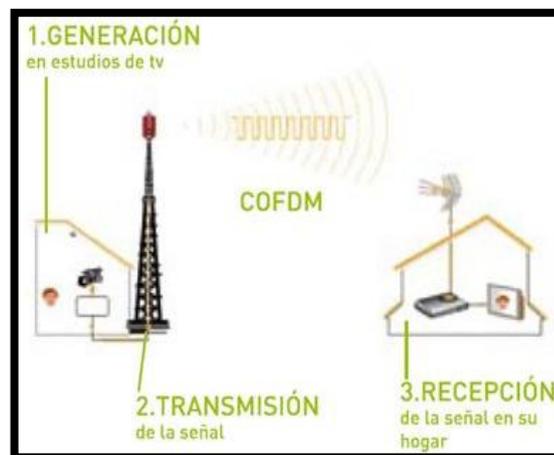


Figura 4-1 Transmisión de señal de TDT.

Fuente: Pérez, Marta. 2013.

1.1.2.1. Características de la Televisión Digital Terrestre.

Calidad

La mayor calidad de imagen y sonido está relacionada con la capacidad para transportar información, con tasas del orden igual o mayores a 20Mbps. En TDT se transmite tres flujos binarios:

- Video en diversos formatos de resolución y de pantalla, con barridos (progresivo entrelazado).

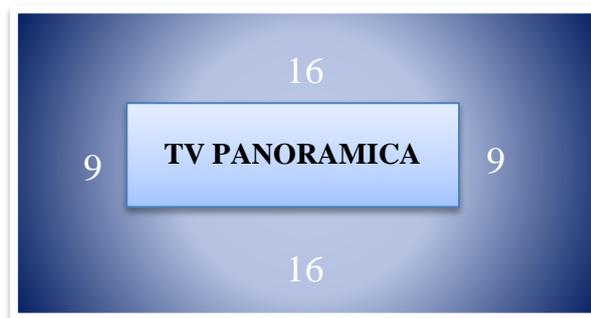


Figura 5-1 Aspecto (16:9) Televisión digital Terrestre

Realizado por: TENE, Cristina. 2016

- Audio en distintos idiomas, con respecto a su calidad se migra de una transmisión estéreo, dos canales: izquierdo y derecho, a una transmisión por 6 canales Dolby 5.1 o MPEG-2, esto dependerá del estándar

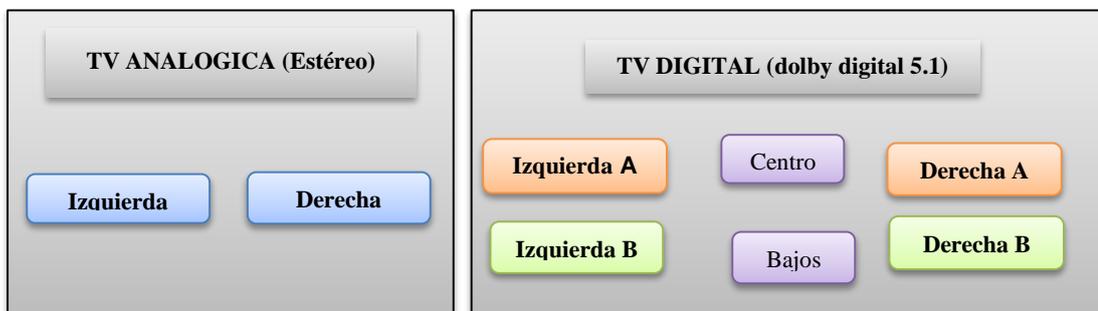


Figura 6-1 Audio analógico y audio digital

Fuente: Mayorga, Marco. 2012: 19

- Datos, se utiliza para enviar al receptor información adicional como interactividad entre la planta transmisora.

La codificación protege los flujos útiles de las interferencias introducidas en el canal de transmisión y la sincronización: permite que el receptor detecte el esquema de transmisión y recupere los datos recibidos.

Formatos de video

- *LDTV (Low definition television)*: baja resolución de 320x240 pixeles, utilizado en los transmisores para receptores móviles, requiere una tasa binaria del orden de 450 kbps.
- *SDTV (Standart definition television)*: resolución estándar de 720x576 pixeles, típica de los transmisores analógicos, se emplea para la multiprogramación. Requiere una tasa de datos en el orden de 3Mbps, una relación de aspecto es 4:3 y sonido estéreo.
- *EDTV (Enhanced definition television)*: resolución intermedia de 1280x720 pixeles la calidad de imagen es muy buena, con una tasa en el orden de 9 Mbps, permite un mejor aprovechamiento del canal de transmisión.
- *HDTV (High definition television)*: alta resolución de 1920x1080 pixeles, tiene una tasa binaria en el orden de 13 Mbps, una relación de aspecto 16:9 y canales multisonido.

Interactividad

La TDT permite crear vías de retorno desde el televidente hacia la estación radiodifusora, ofreciendo al usuario nuevos servicios como:

- Acceso a internet.
- Realización de compras.
- Participación en encuestas en tiempo real.
- Ver programación sin horario fijo.
- Participar en juegos grupales electrónicos.

Canales

La TDT permite usar de forma más eficiente el espectro radioeléctrico, incrementando el número de canales disponibles. A diferencia de la televisión analógica que transmite una única

señal de televisión por cada canal de 6 MHz, en la TDT, la codificación digital permite transmitir de forma simultánea varios canales en HD y SD, en el mismo ancho de banda.

Con la TDT se amplía la versatilidad del sistema, esto significa:

- Emisión con sonido multicanal
- Múltiples señales de audio
- Teletexto
- Guía de programación electrónica (EPG)
- Canales de radio
- Servicios interactivos, etc.

Portabilidad y movilidad

Las emisiones de televisión digital terrestre, a diferencia de los sistemas de televisión digital (satélite o cable), permiten la recepción portátil y móvil.

Portabilidad: es la capacidad para recibir la señal de TDT en dispositivos móviles como teléfonos celulares o dispositivos USB.

Movilidad: es la posibilidad ver contenidos en televisores convencionales que estén en situaciones de movimiento, como equipos incorporados en buses, autos y trenes.

1.1.2.2. Ventajas de la Televisión Digital Terrestre.

- La posibilidad de comprimir la señal, efectuando un uso más eficiente del espectro radioeléctrico, por ejemplo: la transmisión de un flujo de video, dos de audio y varios de datos, es decir se puede transmitir un partido de fútbol, mientras que las 2 señales de audio envía el relato en dos idiomas diferentes, y al mismo tiempo los canales de datos van mostrando subtítulos, estadísticas y comentarios de los espectadores.
- La compresión digital también ha hecho posible la emisión de señales en HD que requiere de un ancho de banda mayor que la de SD.

- Mejor transmisión: Al codificarse digitalmente la TDT transmite los contenidos casi sin ninguna interferencia o distorsión de las imágenes y el sonido.
- Posibilita la transmisión de la señal a través de Redes de Frecuencia Única (SFN), ampliando la cobertura de una misma emisora.
- Brinda servicios a diversos dispositivos: teléfonos móviles, STB fijas o portátiles, GPS con sintonizador, etc.

1.1.2.3. *Desventajas de la Televisión Digital Terrestre.*

- Costo que asumen los usuarios para recibir la señal en sus hogares ya sea por adquisición de un televisor que soporte TVD, o comprar un equipo decodificador que permite convertir una señal en formato digital a formato analógico.
- Mala cobertura: En sitios de difícil recepción, la imagen será pixelada continuamente, no se verá absolutamente nada, a diferencia de la televisión analógica que si se puede receptr la señal con interferencias, pero se puede ver.
- Desaparición de canales locales: el costo que involucra la implementación de un sistema de transmisión de TDT será elevado para estaciones locales, por lo que tendrán a desaparecer dichas estaciones.

1.1.3. *Diferencias entre la televisión analógica y la televisión digital terrestre.*

La televisión digital se basa en el muestreo de voltajes, tomando una muestra a intervalos iguales, cada muestra se transforma en un número binario que corresponde al nivel de voltaje que tiene la señal analógica, ésta muestra digital se transmite y se recibe en el receptor, donde ese número digital es reconvertido nuevamente en la señal analógica original, permitiendo someter a la señal a procesos complejos, sin degradación de calidad, ofreciendo una serie de ventajas y abriendo la posibilidad de nuevos servicios en el hogar.

Tabla 3-1 Comparación entre la TVA y la TDT

TELEVISIÓN ANALÓGICA	TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE
Imágenes dobles, ruido, interferencia	Imágenes nítidas sonido de alta calidad
Recepción en puntos fijos	Recepción en puntos fijos, movilidad y portabilidad.
Unilateral	Interactivo
6MHz (un solo canal)	6MHz (varios canales HDTV-SDTV)

Realizado por: TENE, Cristina. 2016

1.1.4. Estándares de la Televisión Digital Terrestre (TDT).

Un estándar para la televisión digital involucra varios aspectos tecnológicos tales como la codificación y transmisión de la señal, la arquitectura del sistema y la plataforma tecnológica sobre la que trabaja. Cada uno de estos estándares posee sus propias características como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 4-1 Estándares de Televisión Digital Terrestre

Estándar	País de Origen	Fortalezas
ATSC (<i>Advance Television System Committee</i>)	EE.UU	Alta definición, HD en puntos fijos.
DVB-T (<i>Digital Video Broadcasting Terrestrial</i>)	Europa	Interactividad, desarrollo de aplicaciones multimedia
DTMB (<i>Digital Terrestrial Multimedia Broadcasting</i>)	China	Alta definición, movilidad, portabilidad
ISDB-T (<i>Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial</i>)	Japón	Portabilidad, movilidad
SBTV-D (Sistema Brasileño de Televisión Digital Terrestre ó ISDB-T Internacional)	Brasil	Destaca la posibilidad de cambiar transmisores de alta definición con las de definición estándar en un mismo canal

Realizado por: TENE, Cristina. 2016

1.1.4.1. ATSC (*Advanced Television System Committee*).

Primer sistema de televisión digital, fue diseñado en EE.UU para la transmisión de una señal de televisión digital de alta definición (HDTV, High Definition Television), que utiliza un ancho

de banda de 6 MHz, emplea para la comprensión de video MPEG-2 (Moving Picture Expert Group) y para comprensión de audio Dolby utiliza AC-3 (Audio Códec 3).

1.1.4.2. *DVB-T (Difusión de Video Digital - Terrestre).*

Es un sistema Europeo diseñado originalmente para canales de 8 MHz (aplicable a canales de 7 y 6 MHz), utiliza MPEG-2 para codificación de audio y video. Se destaca por la multiprogramación que permite ubicar en un mismo canal varias señales de definición estándar (SD). Está diseñado para redes de frecuencia única (SFN) y redes de multifrecuencia (MFN).

1.1.4.3. *DTMB (Digital Terrestrial Multimedia Broadcasting).*

Estándar chino es una fusión de varias tecnologías e incluye derivaciones de la norteamericana ATSC y la europea DVB-T. Para la codificación de audio y video utiliza MPEG-2 y MPEG-4. Está diseñado para SFN y MFN, además incluye soporte para dispositivos móviles.

1.1.4.4. *ISDB-T (Transmisión Digital de Servicios Integrados).*

Es un conjunto de normas creado por Japón para las transmisiones de radio digital y televisión digital, ISDB-T fue desarrollado por ARIB (Association of Radio Industries and Businesses) y diseñado entorno al estándar de codificación y video MPEG-2 contiene especificaciones para transmisión de televisión de resolución estándar en modo multiplexado y de alta definición.

Este sistema usa modulación OFDM y códigos de corrección de errores. Su esquema de modulación es llamado “Band Segmented Transmission - OFDM” (BST-OFDM), y está compuesto de 13 segmentos OFDM.

1.1.4.5. *SBTVD (Sistema Nipo-Brasileño de Televisión Digital Terrestre).*

El Sistema de Televisión Digital Terrestre Brasileño también conocido como ISDB-Tb, es registrado en las entidades de regulación técnicas internacionales como ISDB-T Internacional.

Este nuevo sistema se enfoca hacia la inclusión social además ofrece servicios digitales de alta calidad, haciendo más robusta la movilidad de los receptores y permitiendo a las emisoras generar nuevos modelos de negocio.

El CONATEL mediante Resolución No. 084-05-CONATEL-2010 del 25 de marzo de 2010, resolvió adoptar la norma japonesa-brasileña de televisión digital ISDB-Tb/SBTVD o ISDB-T internacional para el Ecuador, resolviendo que la TDT funcionaria en la banda de frecuencias UHF [512-686] MHz (canales del 21 al 49) con transmisiones simulcast hasta el apagón analógico programado desde el 2016 al 2020.

Este estándar fue adoptado por el país por presentar mejores características en cuanto es al mejor rendimiento en condiciones indoor y mayor flexibilidad en recepción móvil, además que gracias a este estándar el país tiene parámetros claros para impulsar la transmisión en señal digital proporcionando a la ciudadanía de contenidos culturales y educativos no solo basados en la calidad de imagen sino también en la calidad de sus contenidos.

1.2. ISDB–Tb (Integrated Service Digital Broadcasting Televisión Brazil)

Internacionalmente, el sistema híbrido pasó a ser llamado ISDB-T Internacional y en Brasil es conocido como Sistema Brasileño de TV digital terrestre (SBTVDT), inicio sus servicios públicos y comerciales de manera oficial en el año 2007 en Brasil.

A diferencia del estándar ISDB-T para codificación de video emplea MPEG-4 (H.264/MPEG-4 AVC), y para codificación de audio HE-ACC (High-Efficiency Advanced Audio Coding); emplea modulación BST-COFDM (Band Segmented Transmission – Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing).

1.2.1. Características generales de ISDB-Tb.

- Incorpora el servicio de One-Seg, que permite la transmisión móvil terrestre de audio/video digital.

- Transmisión con múltiple programación (HD, SD y One-Seg), en los 6Mhz de ancho de banda, mediante el multiplexado de canales.
- Proporciona servicios interactivos con transmisión de datos, como una guía de programación, alertas de emergencia, información de tráfico, clima, salud, etc.
- Provee SFN (Red de frecuencia única), que permite cubrir con la misma frecuencia una gran área de cobertura.
- Presenta robustez a la interferencia de multitrayecto y a la de canal adyacente de TVA.

1.2.2. Características técnicas ISDB-TB/ SBTVD.

Técnica de Multiplexación: OFDM (Multiplexación por división de frecuencia ortogonal).

ISDB-Tb utiliza un sistema de modulación digital denominada OFDM (Multiplexación por división de frecuencias ortogonales), es un esquema en el cual se realiza la división del espectro disponible en varios subcanales similar a FDM (Multiplexación por división de frecuencias), pero a diferencia de este, que deja espacios de guarda entre subportadoras, en OFDM las subportadoras se encuentran cercanas y ortogonales entre sí, haciendo que su ancho de banda se sobreponga y así ayuda a minimizar interferencia entre las portadoras (ICI).

Este tipo de modulación es muy robusta frente al multitrayecto, al desvanecimiento producido por las condiciones meteorológicas y frente a las interferencias de radiodifusión.

Arquitectura de Transmisión: Segmentada

El esquema de modulación es BST-OFDM (Transmisión en Banda Segmentada – Multiplexación por división de frecuencia ortogonal) llamado así, porque utiliza transmisión segmentada por bandas (BST), permitiéndole al sistema proporcionar tres tipos de servicios:

- *Recepción fija:* 12 segmentos.
- *Recepción móvil:* 12 o 1 segmento.
- *Recepción portátil:* 1 segmento.

En la BST-OFDM al canal se lo divide en 13 segmentos cada uno de ellos tiene un ancho de banda de 430 kHz, sin embargo la catorceava parte de los 6 MHz, no se utiliza y tampoco es

asignado a ningún segmento, dejando una banda de guarda en cada extremo del canal radioeléctrico.

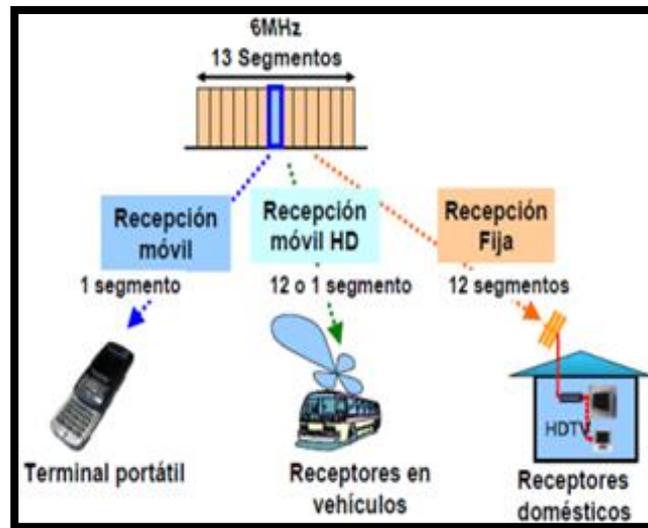


Figura 7-1 Tipos de receptores en el mismo canal

Fuente: Páez, X. 2015: 2

Este sistema está formado por tres modos de transmisión que permiten utilizar una amplia gama de frecuencias de transmisión. Cada segmento está compuesto por portadoras de datos, definidas por el modo de transmisión:

- Modo 1: 1400 portadoras
- Modo 2: 2809 portadoras
- Modo 3: 5617 portadoras

El sistema ISDB-Tb utiliza los cuatro tipos de Modulación de la portadora:

- *QPSK (Modulación por desplazamiento de fase en cuadratura)*: utilizado para transmisión SD (Definición estándar).
- *DQPSK (Modulación por desplazamiento de fase en cuadratura diferencial)*: utilizado en receptores móviles.
- *16-QAM (Modulación de Amplitud en Cuadratura de 16 estados)*: utilizado para transmisión SD (Definición estándar).

- *64-QAM (Modulación de Amplitud en Cuadratura de 16 estados):* utilizado para transmisión HDTV.

El sistema ISDB-Tb emplea QPSK, DQPSK, para modulaciones por desplazamiento de fase en cuadratura y desplazamiento de fase en cuadratura diferencial, con símbolos de 2 bits, 16-QAM y 64-QAM se usa para modulaciones de amplitud en cuadratura, con símbolos de 4 y 6 bits respectivamente. (PISCIOTTA, Néstor. 1ed. Argentina. 2013, p.110)

Banda de Frecuencias

De acuerdo al informe CITDT-GATR-2012-004, que establece que la banda de frecuencias que se usará para la transmisión de TDT a nivel nacional, es la banda de televisión UHF del espectro radioeléctrico, atribuida para el Servicio de Radiodifusión con emisiones de televisión.

Tabla 5-1 Frecuencias para el despliegue de la TDT en el Ecuador

Servicios de Telecomunicaciones	Rango de Frecuencias [MHz]	Canales UHF
Sistemas Fijos – Móviles	470 – 512	14 – 20
Servicio de Televisión Abierta Analógica	512 - 608	21 – 36
	614 – 686	38 – 49
	686 – 698	50 – 51

Fuente: MINTEL. Proceso de Implementación de la Televisión Digital en el Ecuador. 2015: 29

Para la transmisión de TDT se utilizan canales de 6MHz ancho de banda y para la implantación de TDT, se considerará las condiciones técnicas que tienden a utilizar la Redes de frecuencia Única (SFN).

Tasa de actualización de imagen (Velocidad de Presentación)

- *Servicio Fijo/Móvil:* Ecuador: 30 fps y 60 fps (frames per second).
- *Portátil:* Ecuador: Máximo de 30 imágenes/seg

Ancho de Banda del Canal

Ecuador, utiliza canales de 6MHz que permite transmitir varias programaciones (“HD, SD, One-Seg”) al mismo tiempo en el mismo canal, (se puede utilizar la norma SBTVD con 13 segmentos en 7 MHz u 8 MHz).

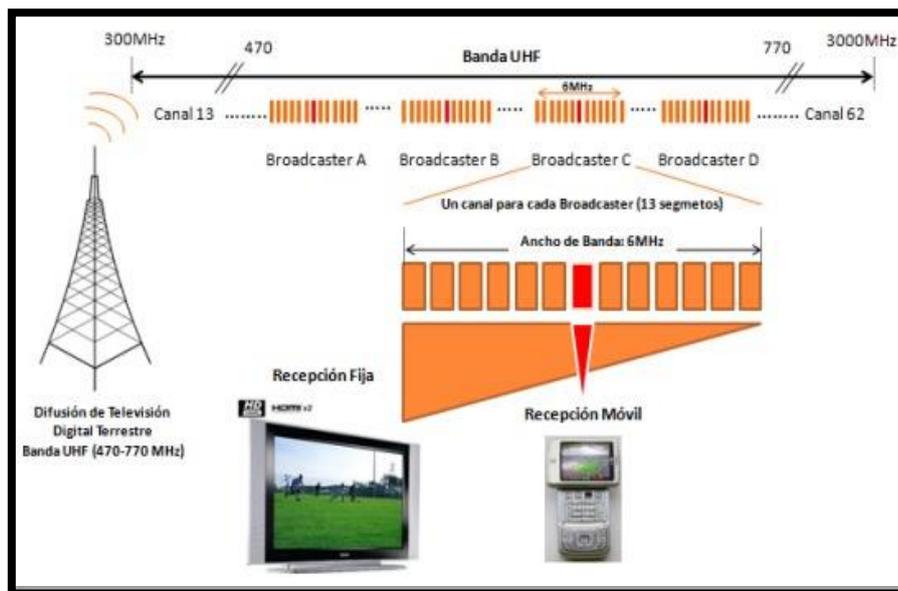


Figura 8-1 Banda de frecuencia para TDT

Fuente: Mayorga, Marco. 2012: 33

Codificación

✓ Codificación de video MPEG-4 (H.264/AVC).

H.264 es una norma que define un código de video de alta compresión, capaz de proporcionar mejor alta calidad de imagen con tasa binarias considerablemente inferiores a los estándares anteriores (MPEG-2, H.263 o MPEG-4 parte 2), además de no incrementar la complejidad de su diseño.

El códec MPEG-4 presenta muchas mejoras con respecto a MPEG-2: mejor estimación de movimiento y filtraje de desbloqueo, además se pueden hacer composiciones de video sobre un fondo en tiempo real. A diferencia de los otros códec para la web, MPEG-4 soporta interleaving (entrelazado), resoluciones de hasta 4096x4096 y un flujo de datos entre 5Kbps y 10Mbps en su primera versión.

La codificación de video se basa en los espacios de colores utilizados para representar digitalmente un archivo de imagen o video. Estos espacios pueden ser RGB, YCbCr o HSL (Figura 9-1), que muestran la misma información, pero graficada de diferente manera.

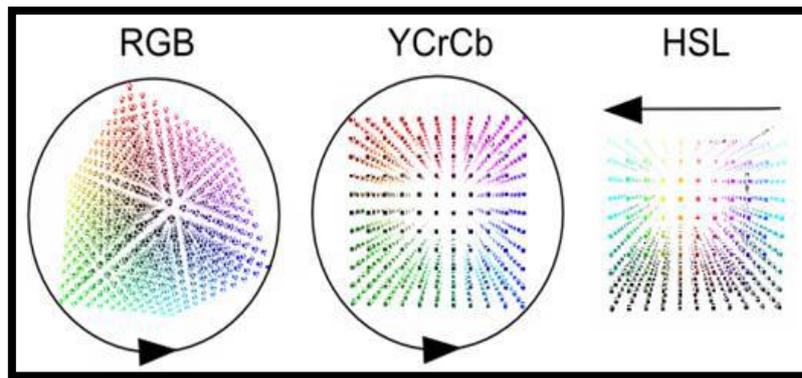


Figura 9-1 Representación digital de un archivo mediante espacios de colores

Fuente: Gutiérrez, Miguel. 2013: 72

Para la compresión de video se utiliza el espacio YCbCr debido a que el ojo humano es más sensible a la luminancia (Y) que a la crominancia ($C_R C_B$), es por eso que los formatos de compresión aumentan la eficiencia de codificación disminuyendo la tasa de muestreo de los componentes de crominancia con relación a los componentes de luminancia, obteniendo así una tasa de compresión de hasta 50% con respecto a la del formato RGB.

Tabla 6-1 Perfiles y niveles de video

Receptor	Códec de Vídeo
Fijo/Móvil	MPEG-4 AVC HP@L4 (Advanced Video Coding, High Profile, Level 4)
Portátil	MPEG-4 AVC BP@L1.3 (AVC, Base Profile, L1.3)

Fuente: Villamarín, Diego. 2014: 16

✓ *Codificación de Audio*

Para el tratamiento de audio, se utiliza la codificación MPEG-4 AAC (Codificación de Audio Avanzada), al ser un algoritmo de compresión de audio, que produce una salida capaz de representar el audio original, este tipo de codificación permite sonidos polifónicos con un máximo de 48 canales independientes, convirtiéndose en un codificador apropiado para un sonido envolvente (Surround).

Tabla 7-1 Perfiles y niveles de audio

Receptor	Audio	Códec de audio
Fijo/Móvil	Multi Canal 5.1	MPEG-4 AAC@L4 (Advanced Audio Coding, Level 4) o MPEG-4 HE-AAC v1@L4 (High Efficiency AAC, Version 1, Level 4)
	Estéreo	MPEG-4 AAC@L2 (AAC Level 2) o MPEG-4 HE-AAC v1@L2 (HE-AAC, Version 1, Level 2)
Portátil	Estéreo	MPEG-4 HE-AAC v2@L2 (HE-AAC, Versión 2, Level 2)

Fuente: Villamarín, Diego. 2014: 16

Formato de salida de video, relación de aspecto y resolución.

Tabla 8-1 Resolución de vídeo y relación de aspecto

FORMATO	RELACION DE ASPECTO	RESOLUCION
525i (480i)	4:3	720 x 480
525i (480i)	16:9	720 x 480
525p (480p)	16:9	720 x 480
750p (720p)	16:9	1280 x 720
1125i (1080i)	16:9	1920 x 1080

Fuente: Villamarín, Diego. 2014: 16

Donde,

i = Montaje de cuadros entrelazado.

p = Montaje de cuadros progresivo

Para receptores Portátiles: SQVGA (160x120/160x90) en 4:3/16:9; QVGA (320x240/320x180) en 4:3/16:9; CIF (352x288) en 4:3/16:9

Transmisión de baja potencia

Una señal digital durante su recepción se identifica a través de “1” o “0” haciendo que las transmisiones sean más inmunes al ruido por lo tanto la potencia del transmisor puede ser menor. La transmisión de TDT puede alcanzar un área de servicio particular con una potencia aproximadamente de 1/10 de la potencia que se utiliza para transmitir televisión análoga.

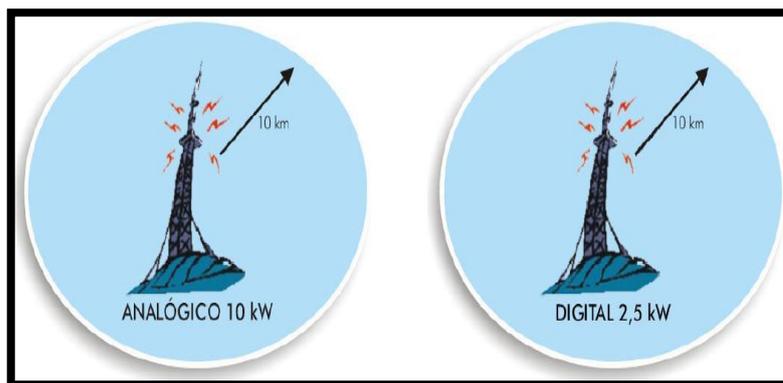


Figura 10-1 Comparación del área de cobertura entre el sistema analógico y digital.

Fuente: Villamarín, Diego. 2014: 18

Middleware: Ginga

Ginga es un middleware que permite el desarrollo y la ejecución de aplicaciones para la TDT, bajo la norma SBTVD/ISDB-Tb, que se conforma por una serie de tecnologías estandarizadas con innovaciones realizadas por Brasil.

Ginga se presenta en los hogares como un medio complementario para la inclusión digital proporcionando apoyo a las "aplicaciones de inclusión", tales como T-gobierno, T-salud y T-aprendizaje. Además se encuentra entre el código de las aplicaciones y la infraestructura de ejecución; al ser de código abierto, presenta ciertas facilidades al ser independiente de la plataforma y del tipo de receptor.

GINGA se compone de dos subsistemas de trabajo:

- *Declarativo*: Ginga-NCL (Nested Context Language).
- *Procedimental*: Ginga-J (Java), exigidos en los receptores fijos y portátiles.

Arquitectura de implementación de Ginga

Ginga-NCL: es un subsistema lógico del sistema Ginga, provee la infraestructura de presentación de aplicaciones declarativas escritas en el lenguaje NCL, llamadas XML, provee interactividad, sincronismo, espacio temporal entre objetos de media, adaptabilidad, soporte a múltiples dispositivos y soporte a la producción de programas interactivos no-lineales.

GINGA.J (Máquina de Ejecución): es un subsistema lógico del Sistema Ginga que procesa aplicaciones imperativas (Java Xlets). Un componente clave del ámbito de aplicación

imperativa es el mecanismo de ejecución de contenido procedimental, el cual se basa en una Máquina Virtual Java en el caso de Ginga-J.

GINGA-CC (Common Core): Ginga-CC incluye decodificadores de contenidos comunes y procedimientos para obtener contenido transportado en flujos de transporte MPEG-2 (TS) mediante un canal de retorno.

La arquitectura y las características de la especificación de Ginga están presentadas en la figura 11-1.

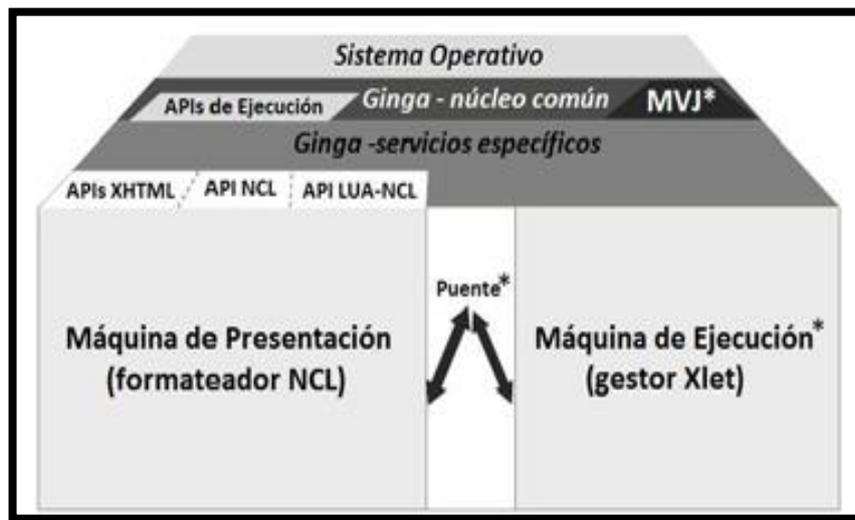


Figura 11-1 Arquitectura de alto nivel del middleware Ginga.

Fuente: Especificaciones Middleware GINGA, 2012: 5

1.2.3. Esquema del sistema de transmisión de la TDT bajo la norma ISDB-Tb/SDVBT.

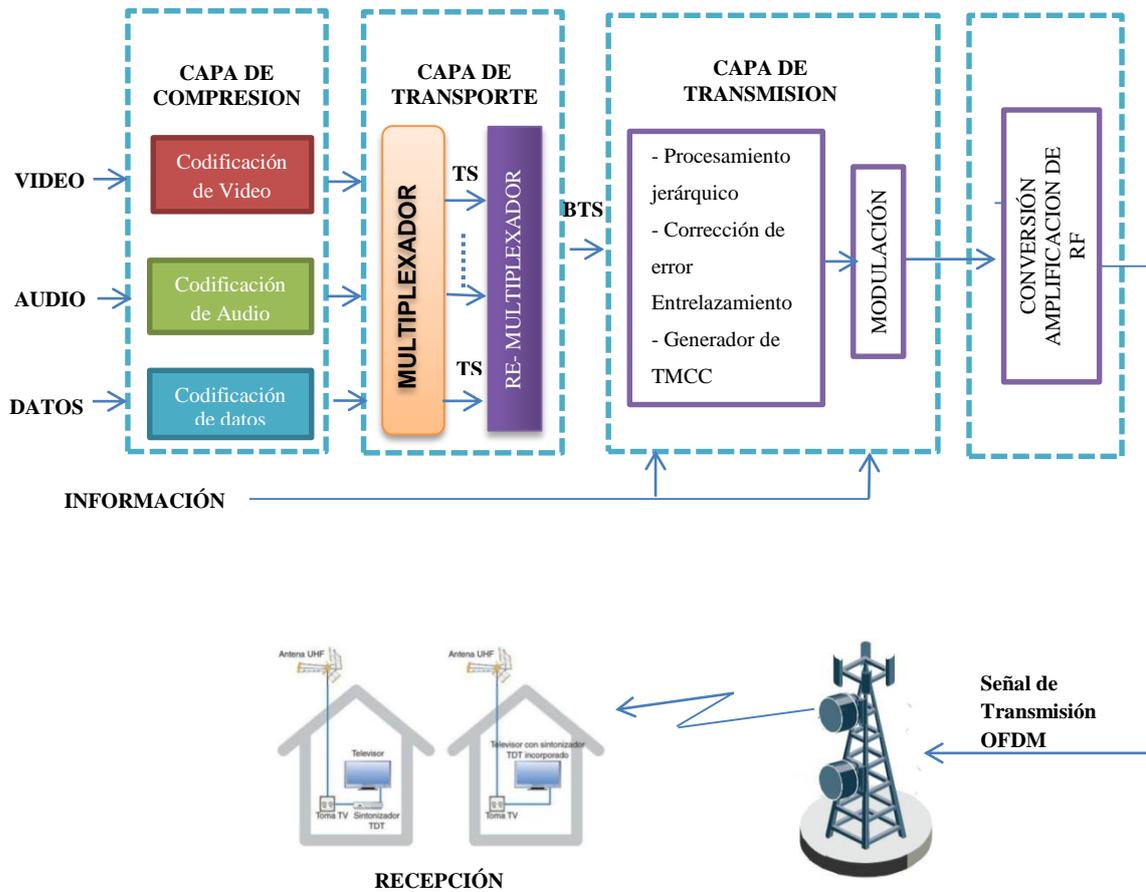


Figura 12-1 Sistema de Transmisión de la TDT bajo la norma ISDB-Tb/SDVBT

Realizado por: TENE, Cristina. 2016

1.2.3.1. Capa de Compresión.

Codificación de la señal fuente

Al tener la información (video, audio y datos) ya digitalizada, en decir, con algún formato expresado en bps, se procede a realizar la compresión, a través de los protocolos MPEG-4/AVC/H.264 y AAC, encargados de transformar y reducir en gran proporción a los flujos digitales.

1.2.3.2. *Capa de Transporte.*

Multiplexación

A la salida se obtiene los flujos digitales de video, audio, datos que deben ser igualmente interpretados por un primer multiplex para poder generar en su salida los llamados Transport Stream (TS), compuestos por 187 bytes de carga útil y 1 byte de sincronismo (con este mecanismo genera una programación local). Usar un segundo multiplexor posibilita introducir todas las señales satelitales y también la señal local.

Seguidamente los múltiples TS que transportan los distintos programas o servicios, ingresan a un Re-multiplexor, encargado de generar los llamados BTS (Flujos de Transporte de Broadcasting), que son paquetes de 204 bytes (tasa fija de datos de 32,5 Mps), de los cuales los 188 bytes es la información útil y el restante sirve para configuración del modulador y paridad.

1.2.3.3. *Capa de Transmisión.*

La capa de transmisión acopla el BTS proveniente del multiplexor al medio de transmisión, esta capa se encarga de la transmisión de la señal para ser transmitida hacia el amplificador y conversión de frecuencia de la señal modulada. Contiene las técnicas de modulación y de las especificaciones para proteger de ruidos, interferencias.

Codificación de canal

En esta etapa se introducen algunos algoritmos a la señal, para corregir cualquier tipo de error que se haya producido durante el proceso de transmisión. Básicamente, se utiliza la codificación externa Reed – Solomon, que sirve para corregir hasta 8 bytes defectuosos en los bloques de 188 bytes, convirtiéndose en 204 bytes.

Introduce métodos de entrelazado (interleaving) para reducir las consecuencias de los errores que puedan provocarse en el medio de transmisión y de los errores de sincronización, e incorpora corrección de errores FEC (Forward Error Correction) con el fin de que el receptor logre corregir efectos de ruido y degradaciones que se hayan producido en el trayecto de la señal. (Revista en Telecomunicaciones e Informática, Vol. 1, No. 1 (2011). p-37)

Transmisión Jerárquica: La codificación de canal es conducida en unidades de segmentos OFDM, por lo cual, parte de un único canal de televisión, permitiendo transmitir un flujo de datos para recepción fija y otro para recepción móvil simultáneamente.

Un máximo de tres capas jerárquicas pueden ser transmitidas al mismo tiempo en el mismo canal, cada capa jerárquica contiene uno o más segmentos OFDM y puede ser utilizada para transportar diferentes techos de información del mismo programa, cada grupo de segmentos puede tener su propio tipo de modulación, relación de código y tiempo de intercalación

También se usa una señal TMCC (Manejo de transmisión y configuración de la señal de control), para enviar el flujo de transporte (BTS) hacia el receptor, y pueda configurar correctamente la demodulación y la decodificación en la transmisión jerárquica.

Modulación

La señal debe ser modulada como parte del proceso de transmisión, ya que, en la radiodifusión de televisión terrestre, ocurren efectos de reflexión o absorción que degradan la señal recibida. En consecuencia, se presenta interferencia intersimbólica ISI (Intersymbol Interference), pero en transmisiones de señales TDT bajo el estándar ISDB-Tb esta logra ser muy mínima debido a que la ortogonalidad de la modulación utilizada, hace que los picos en el espectro de las portadoras coincidan con los valores nulos o ceros del espectro de las portadoras adyacentes pertenecientes a un mismo canal.

Es decir, se realiza modulación OFDM tras pasar la señal por un codificador de canal con el objetivo de corregir los errores producidos en la transmisión, esta modulación se denomina COFDM que permite transportar la señal en subcanales de 6, 7 u 8 MHz y difundir en áreas grandes o pequeñas, haciendo uso de redes SFN. El proceso de modulación con multiportadoras se realiza mediante Procesadores Numéricos como es la IFFT (Transformada Rápida de Fourier inversa).

1.2.3.4. Sección de Radio Frecuencia (RF).

Conversión – amplificación de RF: Después de la modulación, se realiza una conversión que lleva la señal desde una frecuencia intermedia (FI) hasta la frecuencia de emisión del canal. Por último se amplifica potencia hasta obtener el nivel necesario para conseguir el área de cobertura específica para el servicio considerado. (Palacios, José. 2014: 60)

1.2.3.5. *Módulos de Recepción.*

Finalmente, la señal OFDM única llega al usuario, quien la recoge mediante una antena convencional directamente a un televisor; siempre y cuando este televisor soporte el estándar; en caso contrario, se deberá utilizar un receptor para convertir la señal de la norma ISDB-Tb a la analógica NTSC y así poder visualizar la programación en cualquier tipo de televisor.

1.3. Difusión de la Señal

Es la transmisión de señal de TDT, al igual que la televisión analógica convencional, se emplea la técnica de difusión por radio, para evitar las pérdidas de potencia de la señal a causa de la distancia, las condiciones climatológicas o la orografía del terreno, se colocan repetidores de señal entre el origen y los potenciales destinatarios.

En la televisión digital, además de repetidores, pueden colocarse regeneradores de señal, por lo que la calidad de la señal en recepción se verá sensiblemente mejorada, debido a la menor tasa de error en el receptor final, incluso para menor potencia transmitida.

1.3.1. *Redes de Difusión.*

Las redes de difusión permiten la transferencia de información de manera eficiente hacia toda la población. Existen dos tipos de redes de difusión o distribución, que se diferencian por los costes de los despliegues, del servicio ofrecido y por el uso eficiente del espectro. Sus características distintivas son las siguientes:

1.3.1.1. *MFN (Multiple Frequency Network).*

En las redes de frecuencia múltiple cada transmisor dispone de radiofrecuencias individualizadas, no se requiere una sincronización de los distintos centros emisores, se pueden

realizar desconexiones de la programación a distintos niveles, en función de los intereses del editor de contenidos. Este tipo de red MFN se aplica a nivel nacional.

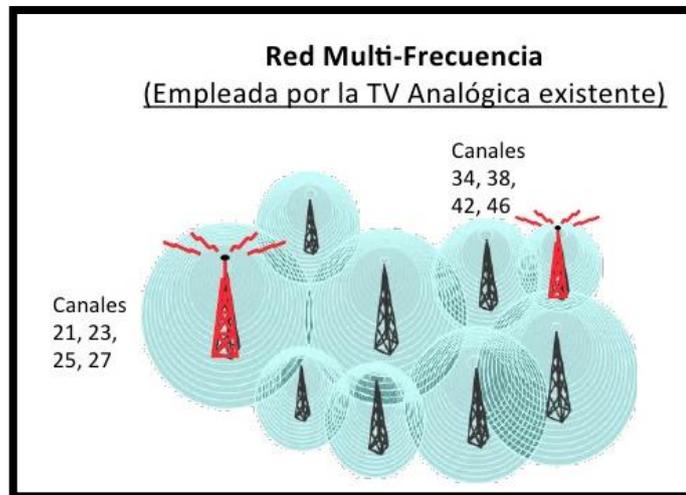


Figura 13-1 Red Multi-frecuencia MFN

Fuente: Franco, José. 2012: 19

La figura 13-1 muestra que diferentes transmisores utilizan canales de diferente frecuencia para transmitir los mismos programas de televisión, es decir, se necesita varios canales para dar cobertura al área de servicio.

1.3.1.2. *SFN (Single Frequency Network).*

En las redes de frecuencia única todos los transmisores del área de cobertura radian a la misma frecuencia y todas las emisiones deben estar moduladas con la misma señal. Una SFN, no permite desconexiones, pero se aprovecha los recursos del espectro además su planificación es más sencilla. Este tipo de red SFN se aplica a nivel autonómico, provincial o local y nacional

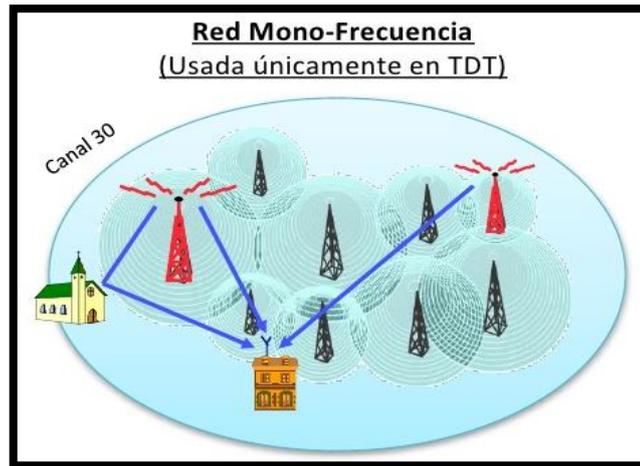


Figura 14-1 Red de Frecuencia Única SFN

Fuente: Franco, José. 2012: 19

En una SFN, los diferentes transmisores emplean un único canal de frecuencia para transmitir los mismos programas de televisión, es decir, se utiliza un solo canal para cubrir el área de servicio.

1.4. Recepción de Televisión Digital Terrestre

Un sistema de recepción de señal de TDT está conformado por una etapa de sintonización de la señal digital, la cual está conformada por información de audio, video y datos que es recibe para ser tratada de manera individual, por último ser descifrada y enviada al televisor.

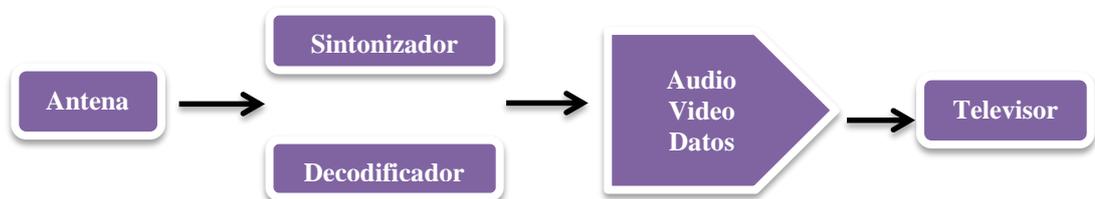


Figura 15-1 Etapas del sistema de recepción de señal de TDT

Realizado por: TENE, Cristina. 2016.

Para recibir la señal de TDT en nuestros hogares es necesario cumplir con tres requisitos:

- a. Verificar si existe cobertura en la zona donde habita.
- b. Adaptar la antena UHF convencional, individual o colectiva: En aquellos televisores que reciben la señal de televisión analógica terrestre, un instalador de telecomunicaciones autorizado deberá instalar módulos amplificadores de señal para las frecuencias de la TDT.
- c. Disponer de un equipo receptor de TDT:

Un Decodificador o Sintonizador de TDT (Set Top Box) o un televisor que tenga incorporado un sintonizador que permita visualizar televisión en formato digital.

La Figura 16-1 muestra los diferentes tipos de recepción de señal digital, desde el uso de antenas convencionales hasta el empleo de dispositivos móviles.

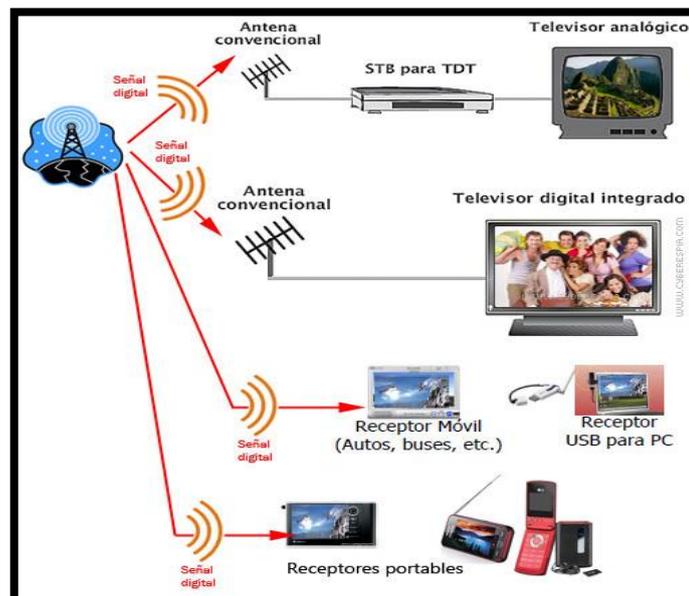


Figura 16-1 Recepción en múltiples dispositivos.

Fuente: Villamarín, Diego. 2014: 15

1.5. Sistema de transmisión de Ecuavisión Canal 29 UHF

La estación de televisión abierta denominada ECUAVISIÓN, opera en el Canal 29 en la banda IV de UHF, matriz de la ciudad de Riobamba provincia de Chimborazo, concesionado mediante título habilitante el 3 de marzo de 1999 a favor del Sr. Lizardo Enrique Colcha Arévalo.

Ecuavisión nació como un aporte al desarrollo de Riobamba y el País, inicia sus transmisiones desde la avenida Daniel León Borja y Duchicela altos de Hotel el Cisne, con el transcurso de los años la empresa televisiva amplía sus emisiones informativas, captando el interés de la ciudadanía que no solamente esperaba la señal, sino también, era una fuente de trabajo.

La seriedad y el profesionalismo con el que se manejó y maneja este medio, demandó la capacitación de profesionales en el campo de la comunicación social, y que hoy por hoy, su Staff de colaboradores es calificado.

Esta empresa televisiva cubre la provincia de Chimborazo principalmente al Cantón Riobamba y alrededores como Guano, Altos de Penipe, Altos de Colta y Chambo, desarrollándose dentro del acontecer local con el propósito de informar los hechos de la provincia; Ecuavisión cuenta con tecnología de punta que cumple con los parámetros y exigencias de los medios de comunicación modernos.



Figura 17-1 Ecuavisión Canal 29 Riobamba - Ecuador

Fuente: Rendición de Cuentas 2015, 2016: 1

1.5.1. *Funcionamiento de la estación Ecuavisión Canal 29.*

Actualmente las instalaciones de Ecuavisión Canal 29 se ubican en las calles: Celso Augusto Rodríguez y Bolívar Bonilla, Ex Parque Industrial, cuenta con el estudio de grabación y producción, que permiten transmitir programas televisivos de diferente índole.



Figura 18-1 Instalaciones de Ecuavisión Canal 29

Fuente: Google Earth

El contenido informativo de Ecuavisión Canal 29 es denominado ECUANOTICIAS y presenta tres bloques informativos, dos locales y el restante es la combinación de noticias nacionales e internacionales.

Ecuavisión tiene el equipamiento necesario para realizar las transmisiones, tanto de emisiones generadas en vivo como de material grabado.

La red analógica de Ecuavisión cuenta con tres áreas de trabajo para el análisis de su señal:

1. Área de Producción
2. Área de Programación
3. Área de Transmisión

En la Figura 19-1, se muestra un esquema de las áreas que conforman al canal 29.

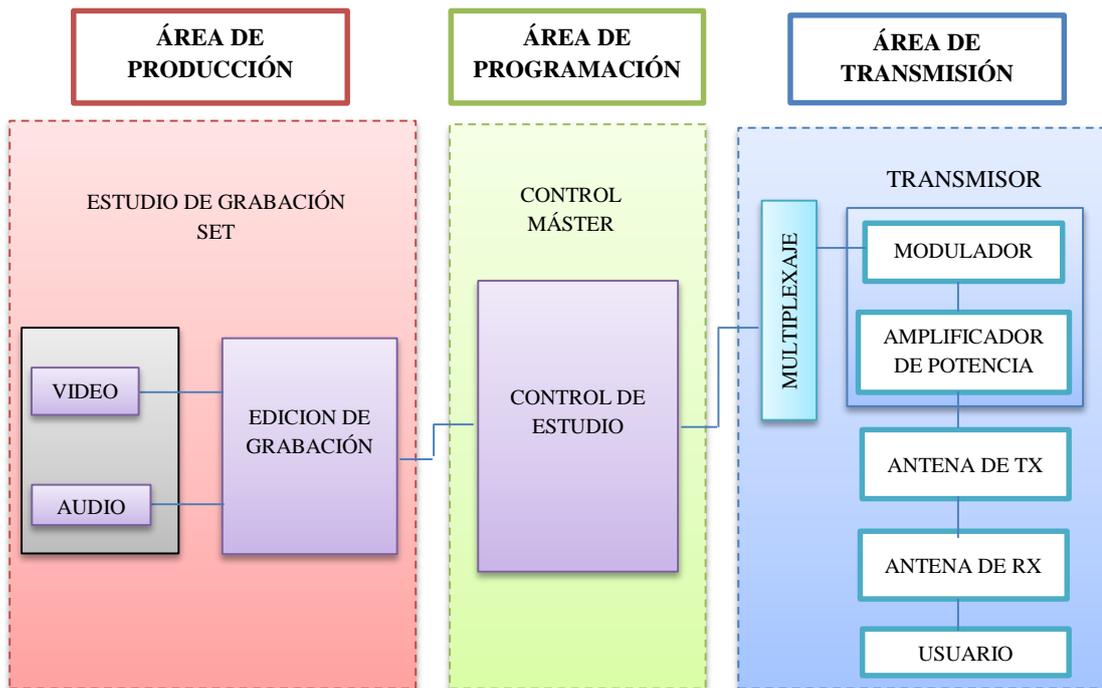


Figura 19-1 Estructura Interna de Ecuavisión Canal 29

Realizado por: TENE, Cristina. 2016

1.5.1.1. Área de Producción.

Esta área está compuesta por el equipamiento necesario para realizar cualquier tipo de grabaciones, los distintos equipos instalados en esta área son manejados por personas capacitadas para esta actividad como son: reporteros, camarógrafos y editores.

Estudio de televisión (Set televisivo): Es un lugar cerrado que contiene elementos propios del área de producción, el tamaño del set determina la complejidad del programa que es posible realizar.



Figura 20-1 Set de Ecuavisión Canal 29

Fuente: Amarillas Internet. Recuperado de <http://goo.gl/aWNjtC>

Ecuavisión cuenta con los siguientes equipos:

Seis *Cámaras de vídeo profesional* Panasonic Full HD (1920x1080), dos para exteriores y cuatro para el set de televisión, que permiten capturar imágenes convertirlas en señales eléctricas y enviarlas hacia el Master.



Figura 21-1 Videocámara profesional Panasonic Full HD

Fuente: Ecuavisión Canal 29

Un *Teleprompter* con monitor mirror incorporado LCD de 8 pulgadas, ubicado en la parte frontal de una videocámara, puede ser controlado por el presentador para adelantar el texto y reflejar el texto de una noticia.



Figura 22-1 Teleprompter

Fuente: Ecuavisión Canal 29

Un *monitor* LG de 40 pulgadas, que ayuda a visualizar las grabaciones de cada una de las cámaras y enviar las señales hacia el mezclador de video.



Figura 23-1 Monitor profesional LG

Fuente: Ecuavisión Canal 29

1.5.1.2. *Área de Programación.*

Es el área funcional en donde se concentra la programación en forma permanente para ser procesada y editada para después ser enviada al transmisor principal que está ubicado dentro del área de cobertura autorizada a la estación matriz.

A esta sección también se la conoce como Estudio principal (control máster), y está compuesta por los siguientes equipos:

Una *consola de audio* marca Yamaha MG2414FX de 24 canales, encargada del tratamiento y estudio de las señales de audio, este equipo contiene los parámetros técnicos de la señal sonora proveniente de los micrófonos y demás fuentes, además tiene la capacidad de mezclar señales de reproductores de audio con las señales del set de televisión.



Figura 24-1 Consola de audio Yamaha 24 Canales

Fuente: Ecuavisión Canal 29

Un *mezclador de video* Roland V-8 (NTSC or PAL (ITU601) PC-RGB), encargado de la selección, manipulación y las mezclas de las distintas señales de video provenientes de las varias cámaras ubicadas en el set de televisión.



Figura 25-1 Mezclador de video Roland V-8

Fuente: Ecuavisión Canal 29

Dos *monitores* marca HANNS.G y un tercer monitor marca Samsung de 19 pulgadas, que muestran las imágenes provenientes de las distintas cámaras ubicadas en el Set.



Figura 26-1 Monitores Hanns.G/Samsung

Fuente: Ecuavisión Canal 29

Un *Generador de Caracteres* CG-300, su función es mostrar la grabación de video en texto, dibujos o leyendas que contribuyen a la información para su mejor comprensión.



Figura 27-1 Generador de caracteres CG-300,

Fuente: Ecuavisión Canal 29

1.5.1.3. *Área de Transmisión.*

En esta área se realiza la modulación, multiplexación y amplificación de la señal de audio y video, para poder ser enviada hacia la antena, esta a su vez emite la señal de televisión a los

diferentes usuarios que se encuentran dentro del área de cobertura. Ecuavisión en esta área maneja los siguientes equipos:

Un **Transmisor** encargado de modular las señales eléctricas de video y audio, amplificarlas y emitirlas como ondas electromagnéticas a través de una antena transmisora.



Figura 28-1 Transmisor

Fuente: Ecuavisión Canal 29

Enlace microonda (estudio-transmisor) marca linear, por medio de un cable coaxial de baja perdida las señales son enviadas desde el modulador hacia el transmisor microonda ubicado en la parte inferior de la antena y a través de un enlace radioeléctrico propaga las señales desde una antena parabólica hasta el transmisor principal, ubicado en el cerro Cacha a una distancia aproximadamente de 9.4 Km.



Figura 29-1 Antena parabólica DB Broadcast estándar

Fuente: Ecuavisión Canal 29

Sistema radiante: La señal enviada desde el estudio de transmisión es recibida, modulada, amplificada y transmitida, hacia la torre de transmisión en la cual se encuentra un arreglo de 6 paneles, estos se encargaran de propagar las ondas electromagnéticas hacia las antenas receptores.

1.5.2. Características técnicas del Sistema de Radiodifusión de Ecuavisión Canal 29

Ecuavisión cuenta con la concesión del canal 29 UHF, de televisión abierta analógica, para operar una estación matriz, de acuerdo a las características técnicas de la siguiente tabla.

Tabla 9-1 Características técnicas de la concesión para Ecuavisión Canal 29

Banda de Frecuencia	Tipo de Estación	Área de Cobertura Principal	Ubicación del Transmisor	P.E.R [KW]	Sistema Radiante	Enlace Estudio – Transmisor
[560 – 566] Mhz	Matriz	Riobamba	Cerro Hignug Cacha	1	Arreglo de 6 paneles UHF	Enlace radioeléctrico

Fuente: Ecuavisión Canal 29

El Estudio de Televisión, lugar donde se efectúa la programación de todos los contenidos, y el cerro de Cacha, en donde se encuentra el Transmisor analógico presentan las siguientes coordenadas geográficas.

Tabla 10-1 Coordenadas geográficas del estudio y del transmisor respectivamente

Ubicación	Provincia	Coordenadas Geográficas		Altura S.N.M. (Mts)
		Latitud	Longitud	
Estudio: Ecuavisión	Chimborazo	01°40'49.20"S	78°37'56.58"W	2741
Transmisor: Cerro Cacha	Chimborazo	01°41'31.90" S	78°42'58.60" W	3513

Fuente: Ecuavisión Canal 29

1.5.2.1. Descripción del enlace de microonda.

El enlace de microonda trabaja con los siguientes parámetros:

- Banda de operación [6800-7000] MHz
- Potencia de transmisión 1W
- Antenas parabólicas de 30 dBd de ganancia.

La antena transmisora está instalada sobre la terraza de una oficina del canal a una altura de 5m, mientras que el transmisor analógico se encuentra ubicado en el Cerro Cacha.

1.5.2.2. Características técnicas de operación del sistema de transmisión.

Este sistema está compuesto por un conjunto radiante dirigidas hacia el Cantón Riobamba, está conformado por seis antenas tipo panel de 4 dipolos, con una ganancia total de 19.3dBd, trabaja con una potencia de transmisión de 1000 W y un umbral de recepción de -80dBm en la banda IV de UHF. Las principales características son descritas en la siguiente tabla:

Tabla 11-1 Características técnicas Sistema Radiación

Canal de operación	29 UHF
Ancho de banda autorizado	6 MHz
Polarización	Horizontal
Ángulos de azimut de máxima radiación	185°
Nº de antenas del sistema radiante	6 Paneles UHF
Ángulo de inclinación	90°
Ganancia máxima del arreglo	19.13 dBd
Altura de la torre	50m
Pérdidas en cables y Conectores	2dB
Potencia efectiva radiada (P.E.R.)	1000 W

Fuente: Ecuavisión Canal 29

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Metodología de la Investigación

2.1.1. *Tipo de investigación.*

La presente investigación se encuentra definida como descriptiva, ya que se caracterizan los equipos que utiliza actualmente Ecuavisión para transmitir TV analógica, buscando así especificar los parámetros de operación del sistema de transmisión con los que trabaja la estación televisiva.

Por medio de este estudio descriptivo se pretende obtener información de forma independiente o conjunta sobre los conceptos que ayudaran a establecer la estructura secuencial y los requerimientos que son necesarios para transmitir TDT, además de servir como análisis y documentación.

2.1.2. *Método de investigación.*

El método que se empleó para el presente estudio fue el Método Lógico Deductivo, a través del cual es necesario aplicar una serie de pasos como:

- a. Síntesis de los conceptos básicos de la TV Analógica y TDT, análisis de las características técnicas más importantes del estándar con el que se trabaja en Ecuador, ISDB-Tb/SBTVD.
- b. Análisis de las características técnicas de operación que presentan los equipos para transmitir señal analógica. Ecuavisión al ser nuestro objeto de estudio, es necesario conocer las condiciones en las que se encuentra este medio televisivo, debido a que este cambio

tecnológico afecta tecnológica, social y económicamente a los usuarios que habitan en el Cantón Riobamba.

- c. En base a los principios establecidos en la Norma Técnica para el Servicio de Televisión Analógica y Plan de Distribución de Canales, y en la Norma Técnica de Radiodifusión de Televisión Digital Terrestre se conocerá cuáles son los parámetros con los que debe operar un canal de televisión para transmitir TVA o TDT.
- d. Con la información adquirida, se analizarán las características del sistema de transmisión que utiliza actualmente Ecuavisión, con el fin de plantear una mejor propuesta económica en función del costo/ beneficio que representará para el canal.

2.1.3. Técnicas de investigación.

Con el fin de recopilar información necesaria para conocer la situación actual que existen en Ecuavisión Canal 29, se hará uso de las siguientes técnicas de investigación:

- ✓ **Observación:** Para la recolección de datos se trasladó hacia los estudios del canal 29 para un reconocimiento del sitio de trabajo que permita así conocer las actividades que se desarrollan en este medio, también se intercambiaron ideas con el responsable de la ejecución de los distintos procesos.

Dejando así la observación como la primera técnica que se ejecutó.

- ✓ **Entrevista:** Fueron aplicadas al gerente del canal de televisión Dr. Alex Colcha y al Ing. Fernando Asqui encargado del área de equipos de Transmisión y Difusión.

A través de las visitas técnicas, se realizó la revisión de los equipos del set de televisión y del área del control master, se obtuvo los datos y las características técnicas de los equipos que permiten el funcionamiento del canal.

La información adquirida, en la cual se sustenta la investigación fue recopilada mediante la documentación a partir de material bibliográfico de tesis, normas, publicaciones entre otros.

2.1.4. *Herramientas/Instrumentos.*

Con el propósito de obtener respuestas sobre el problema en estudio se utilizó la siguiente herramienta:

Cuestionario: Este instrumento de investigación se lo aplicó al gerente y al ingeniero encargado del área Transmisión y difusión de la señal de televisión, con el objetivo de obtener información, dicho instrumento contiene preguntas abiertas relacionadas al tema de investigación. A continuación se muestra las preguntas que fueron realizadas a los consultados:

Preguntas

- ✓ Diseño de la arquitectura actual del sistema de transmisión de TV analógica del Canal 29 UHF.
- ✓ Características técnicas de los equipos que utilizan para transmitir televisión analógica.
 - Tipo de antenas (ganancias, pérdidas, altura de la antena); ubicación de las antenas (coordenadas geográficas).
 - Máxima potencia de transmisión.
 - Zonas de cobertura del canal .
 - Niveles de pérdidas de transmisión, de cada conector, de las antenas, del cable
 - Tiempo de uso de los equipos de transmisión.
- ✓ Niveles o indicadores de la eficiencia del sistema de transmisión de TV analógica del canal (cuadro de eficiencia).
- ✓ A qué porcentaje están trabajando los equipos en la transmisión de TV (Nivel de Rendimiento).
- ✓ Cada que tiempo realizan el mantenimiento de los equipos.

2.1.5. Población de la investigación.

La información la suministró el Sr. Gerente de la estación de televisión y el Ingeniero encargado de los equipos del área transmisión y difusión de la señal, quienes representan el 100% de la población del estudio, lo cual permitió obtener un buen nivel de representatividad y una fiabilidad de los datos obtenidos para dicha investigación

2.2. Metodología del diseño

En base a la información adquirida a través de las técnicas de investigación y con la ayuda del material bibliográfico se procedió a desarrollar el principal objetivo como es el diseño de una arquitectura para transmitir TDT en la ciudad de Riobamba y sus parroquias rurales, para su cumplimiento se realizó el siguiente proceso:

- Elaboración de un esquema del sistema de transmisión de la estación televisiva Ecuavisión, para tener una perspectiva sobre cómo está estructurado el canal.
- Elección del Software Libre Radio Mobile versión 11.5.8 que permite calcular enlaces de radio de larga distancia en terrenos irregulares creando automáticamente el perfil del trayecto entre el transmisor y el receptor, así como también ayuda a crear un mapa de cobertura teórico.
- Simulaciones a través del Software Radio Mobile con el fin de conocer cuáles son las zonas de cobertura que presentan problemas de cobertura, es decir aquellas áreas en donde su nivel de intensidad de campo (E) es menor al que se requiere para tener una buena recepción de televisión analógica TVA, tomando en cuenta que para las áreas de cobertura principal la E debe ser mayor a 74 dBuV/m.
- Elaboración del diseño de la propuesta para tratar de solventar la necesidad identificada en la investigación, considerando los requerimientos que debe tener un canal para transmitir TDT, en base a la Norma Técnica de Radiodifusión de Televisión Digital Terrestre y bajo el criterio del gerente.
- Ecuatronix al ser una empresa líder en áreas como Tv Digital/IPTV, radio y telecomunicaciones en el Ecuador y el resto de Latinoamérica, se eligió por unanimidad,

para solicitar la cotización de los equipos que son necesarios para la transmisión de TDT; en base al diseño que se elaboró previamente.

- Mediante la proforma adquirida se realizaron las respectivas simulaciones con los nuevos parámetros de operación establecidos por el proveedor, los cuales sirvieron para verificar que se puede transmitir TDT hacia los distintos televidentes del Cantón Riobamba, tomando en cuenta las condiciones técnicas para la operación de las estaciones del servicio de radiodifusión de televisión digital terrestre en el territorio ecuatoriano, de conformidad con el estándar ISDB-Tb, establecidas en la Norma Técnica de Radiodifusión de Televisión Digital Terrestre.
- Elaboración de la Propuesta técnica económica, la cual involucra la instalación, configuración y puesta en marcha del desarrollo del proyecto.
- Desarrollo del esquema de la nueva estructura que debería tener Ecuavisión con los respectivos equipos que deben ser instalados para transmitir TDT hacia la Ciudad de Riobamba y sus parroquias rurales.
- Cálculo de intensidad de campo para las parroquias rurales del Cantón Riobamba, se lo realizó con el fin de conocer los valores adecuados que debe llegar a los distintos receptores para poder recibir TDT con el menor número de interferencias.
- Cálculo de la primera zona de fresnel para aquellas zonas que presentan mayores inconvenientes y poder dar soluciones para estas áreas que se encuentran obstruidas en su trayecto.
- Análisis costo/beneficio que representa para Ecuavisión Canal 29, la instalación, configuración y puesta en marcha de los equipos para transmitir TDT.
- Análisis de viabilidad y factibilidad para la ejecución del proyecto.

2.3. Metodología de la propuesta

Con los datos recolectados a través de las entrevistas realizadas al Sr. gerente e ingeniero de Ecuavisión más con los datos de los equipos que se encuentran instalados en el canal se realizó un diagrama de la estructura de la estación televisiva.

En base a la información de la propuesta emitida por Ecuatronix e información de arquitectura de estaciones de televisión de revistas técnicas, internet, paper y tesis; se elaboró un diseño para el sistema de transmisión digital terrestre.

Con la ayuda del gerente e ingeniero encargado del funcionamiento de los equipos y de la difusión de la señal, se procedió a realizar la propuesta de equipos para lograr reemplazar la infraestructura que utiliza Ecuavisión por equipos que ayuden a transmitir TDT hacia el Cantón Riobamba.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1. Análisis del diseño de transmisión actual de Ecuavisión Canal 29 UHF en el Cantón Riobamba

3.1.1. *Esquema actual del Sistema de Transmisión de la Estación Televisiva Ecuavisión.*

De acuerdo a las características técnicas de operación del sistema de transmisión mencionadas en el Capítulo I, apartado 1.5.2.2 se realiza un esquema de la estructura de transmisión analógica de Ecuavisión, con el fin de tener una perspectiva sobre cómo está estructurada dicha estación televisiva, tomando en cuenta que trabaja con un sistema de transmisión local, ubicado fuera del centro de producción que por sus condiciones orográficas, permite dar una adecuada cobertura a la población del Cantón Riobamba y sus alrededores como Guano, Chambo, Altos de Penipe y Altos de Colta.

El transporte de su señal se realiza por medio de radioenlaces de microondas, como se ilustra en la Figura 1-3.

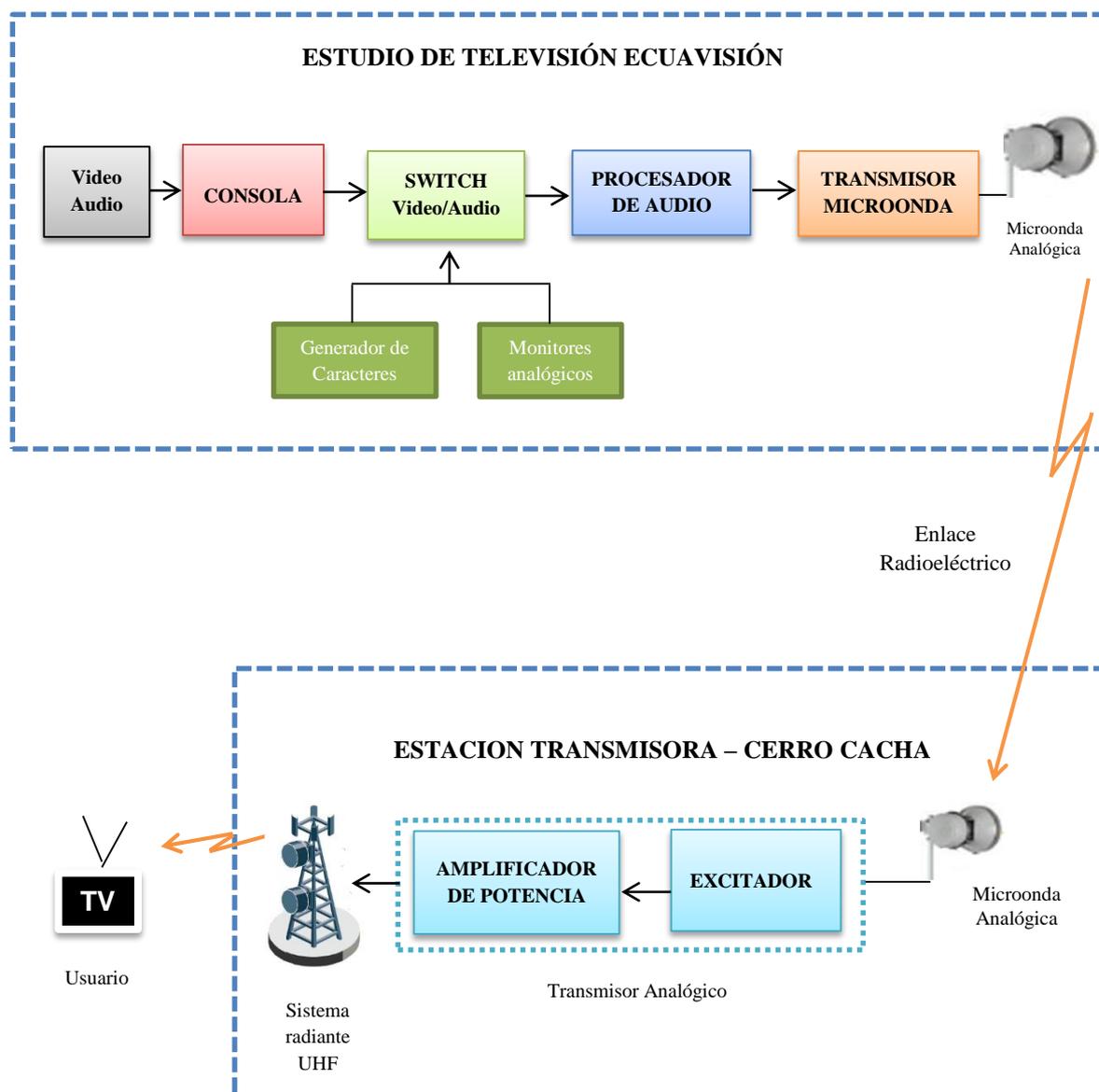


Figura 1-3 Estación de televisión Ecuavisión, matriz Riobamba

Realizado por: TENE, Cristina. 2016

3.1.2. Simulaciones en Radio Mobile del sistema de transmisión actual de Ecuavisión.

Es necesario conocer la cobertura de la señal de Ecuavisión en el cantón Riobamba, para ello se procede a realizar las respectivas simulaciones a través del Software libre Radio Mobile versión 11.5.8.

“Radio Mobile posee múltiples utilidades de apoyo para la simulación de los enlaces y para el diseño de equipos y del sistema de telecomunicaciones. Los parámetros a introducir para realizar las simulaciones permiten reflejar de forma fiel los equipos reales que se piensa utilizar en la instalación para la que estarían destinados” (ITS, Institute for Telecommunications Science).

3.1.2.1. Enlace Microonda: Estudio - Transmisor.

Con los datos de la Tabla 9-1 y la Tabla 10-1, se configura el enlace estudio-transmisor, creando 2 unidades: Ecuavisión y Cerro-Cacha, las mismas que son asociadas a la red (CH29-CACHA) y a un sistema (Enlace-Microonda), este enlace trabaja con una frecuencia de (6800-7000) MHz.

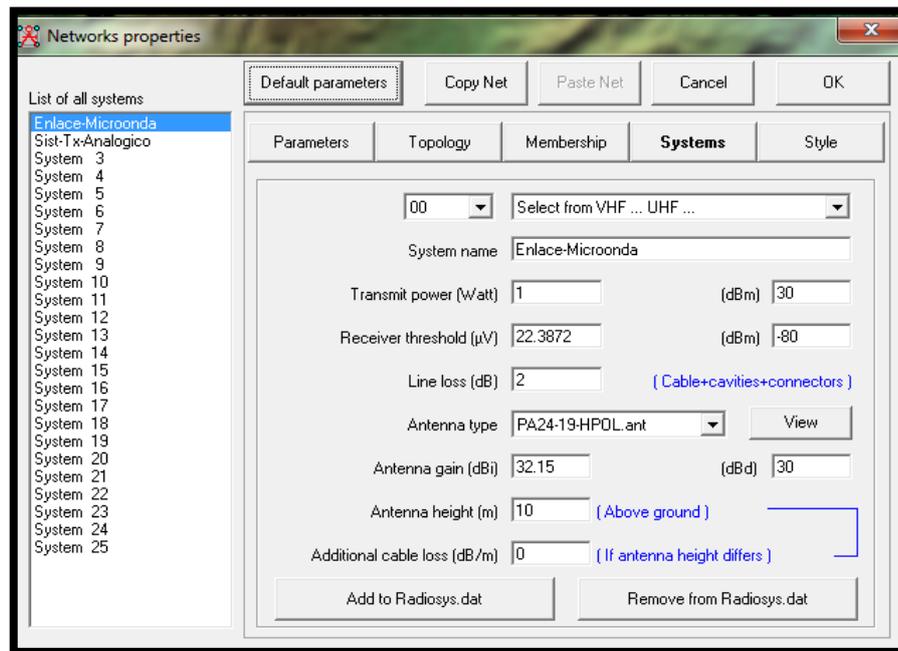


Figura 2-3 Configuración del Sistema Enlace Microonda

Realizado por: TENE, Cristina. 2016

De acuerdo a la configuración realizada entre el enlace Ecuavisión y Cerro-Cacha, se construye automáticamente el perfil entre los distintos puntos a partir de los datos de elevación mostrando las zonas de Fresnel, la curvatura que tiene la tierra así también nos indica la altura de la antena requerida para despejar los obstáculos.

En la Figura 3-3, se observa el enlace de transmisión de señal desde el estudio hacia el transmisor.

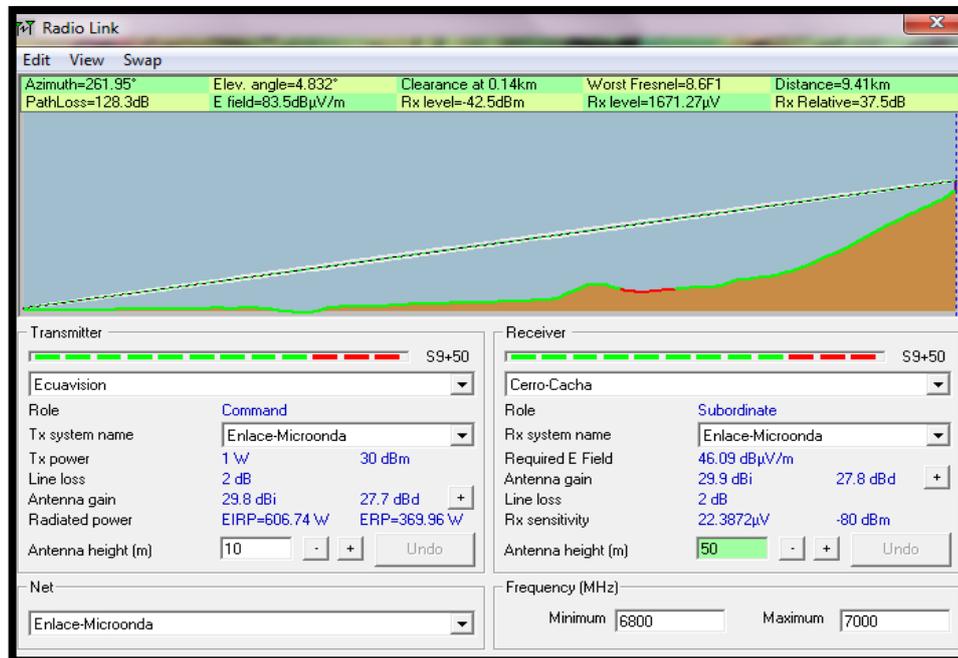


Figura 3-3 Radioenlace Ecuavisión - Cerro Cacha.

Realizado por: TENE, Cristina. 2016

Al exportar el enlace hacia Google Earth se puede observar la distancia que existe entre el Estudio y el transmisor que es aproximadamente 9.4Km, con una línea de vista totalmente despejada hacia el cerro Cacha logrando un nivel de recepción alto, permitiendo que exista una buena comunicación entre estas dos unidades.

Riobamba al presentar una topografía regular se puede inferir en la propagación de la señal, como se muestra en la figura 4-3.



Figura 4-3 Enlace Estudio - Transmisor (ECUAVISIÓN - CERRO CACHA)

Realizado por: TENE, Cristina. 2016

3.1.2.2. *Enlace Sistema Radiante: Transmisor – Receptor.*

Con el fin de conocer el nivel de potencia que llega hacia la ciudad de Riobamba y a sus parroquias rurales se realizan los radioenlaces entre el transmisor y sus diferentes receptores, para ello se utiliza la tabla 1-3 que contiene las coordenadas geográficas de las once parroquias rurales más Riobamba, Guano, Chambo, altos de Penipe y altos de Colta.

Tabla 1-3 Coordenadas Geográficas de los receptores.

Parroquias Rurales	Latitud	Longitud
Ra - San Juan	-1.63333	-78.7833
Rb - Calpi	-1.65	-78.7333
Rc – Riobamba	-1.66667	-78.6333
Rd – Cubijíes	-1.65	-78.5833
Re – Cacha	-1.7	-78.6667
Rf - San Luis	-1.7	-78.65
Rg –Punín	-1.76667	-78.65
Rh – Químiag	-1.66667	-78.5667
Ri – Licto	-1.8	-78.6
Rj – Flores	-1.8	-78.6333
Rk – Pungalá	-1.81667	-78.5667

Rl – Licán	-1.63333	-78.7167
Guano	-1.6	-78.6333
Altos de Penipe	-1.56667	-78.5333
Altos de Colta	-1.73333	-78.7667
Chambo	-1.73333	-78.5833

Realizado por: TENE, Cristina. 2016

Mediante la tabla 1-3 se crean 16 unidades correspondientes a la ciudad de Riobamba, las once parroquias rurales y a las 4 zonas adicionales, a cada unidad se le asigna su respectiva coordenada geográfica, en la siguiente Figura 5-3 se muestra la lista de las unidades receptores más la unidad Cerro Cacha creada anteriormente en el enlace Ecuavisión - Cerro Cacha.

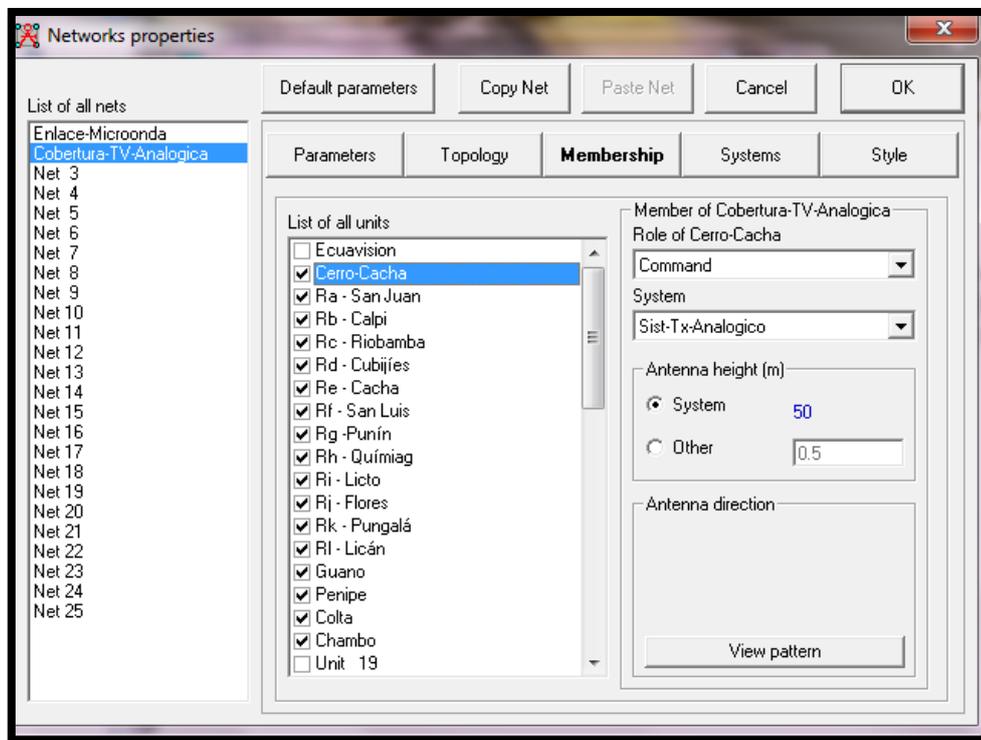


Figura 5-3 Asignación de las unidades al sistema Enlace Microonda

Realizado por: TENE, Cristina. 2016

A estas 16 unidades físicas se las asocia a la red (Cobertura-TV-Analogica) y al sistema (Sist-Tx-Analogico). Se especifica el rol de cada una de las unidades de la topología, en donde cada receptor será Subordinates (Subordinados) y al transmisor Command (Comando). Como se muestra en la siguiente Figura 6-3.

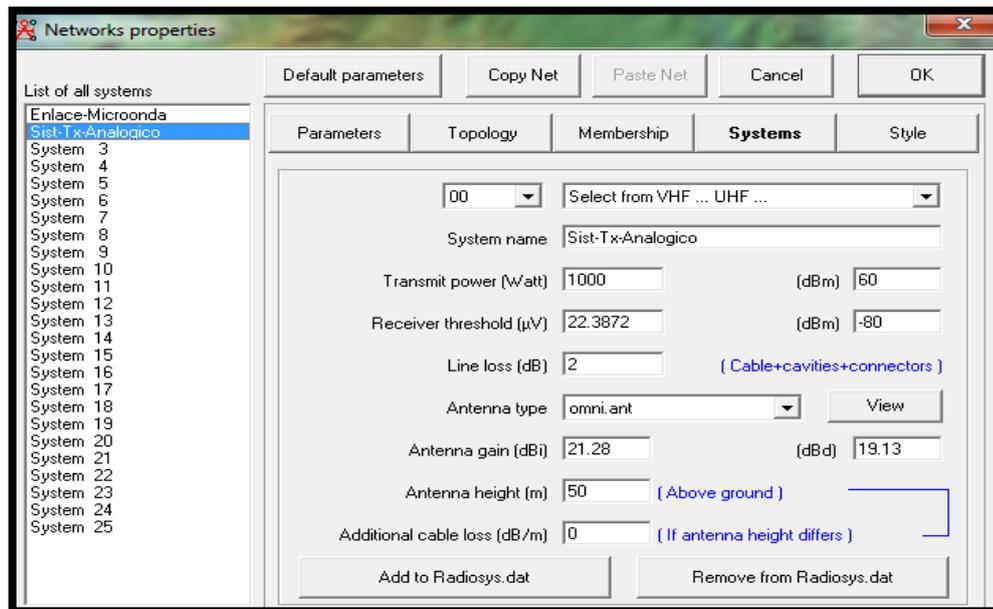


Figura 6-3 Configuración del sistema Sist-Tx-Analógico.

Realizado por: TENE, Cristina. 2016

3.1.2.3. Resultados de los radioenlaces.

Una vez configurado todos los parámetros, se va a realizar la interpretación de los radioenlaces; la Figura 7-3 representa los resultados obtenidos producto de las diferentes configuraciones realizadas anteriormente, dicha figura muestra aquellos radioenlaces como Licto, Pungalá y altos Penipe que aparecen con línea entrecortada de color rojo y amarillo que indica que estos receptores no reciben suficiente potencia, debido a la presencia de obstáculos que impiden que tengan una buena línea de vista, sin embargo, los enlaces restantes como San Juan, Calpi, Riobamba, San Luis, Punín, Quimiag, Flores, Cubijíes, Guano, Chambo y Altos de Colta tienen una buena calidad de recepción ya que reciben un valor óptimo de intensidad de campo.

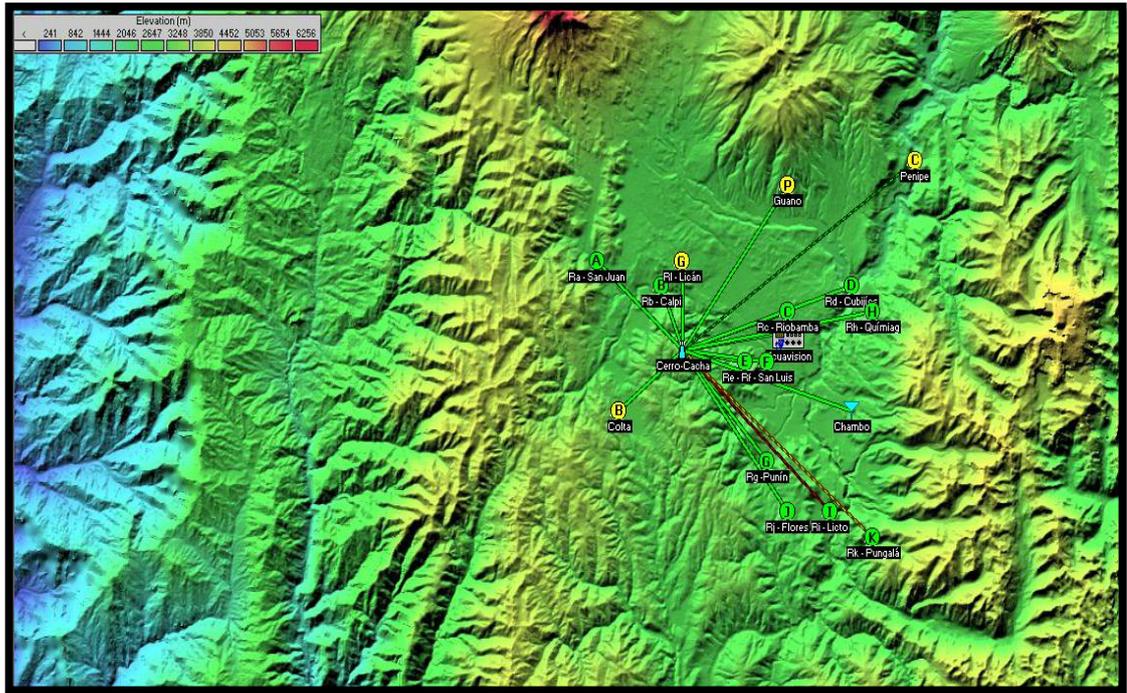


Figura 7-3 Escenario de la Simulación Transmisor-Receptor.

Realizado por: TENE, Cristina. 2016

A través de la herramienta Radio Link que ofrece radio Mobile se obtuvieron los siguientes resultados de los diferentes radioenlaces entre el transmisor y sus receptores, a continuación se muestra en la siguiente tabla 2-3 un resumen con los parámetros más importantes que deben ser considerados para su análisis.

Tabla 2-3 Resultados obtenidos para los puntos de recepción de TVA

Parroquias Rurales	Latitud	Longitud	Distancia Tx-Rx [Km]	Zona de Fresnel F1	E [dB μ V/m]	Nivel Rx [dBm]	Rx relativo [dB]
Ra - San Juan	-1.63333	-78.7833	9.91	1.3	99.4	-13.5	66.5
Rb - Calpi	-1.65	-78.7333	5.06	-0.8	82.2	-30.7	49.3
Rc – Riobamba	-1.66667	-78.6333	9.64	2.3	104.6	-8.4	71.6
Rd – Cubijés	-1.65	-78.5833	15.50	-5.3	41.5	-71.4	8.6
Re – Cacha	-1.7	-78.6667	5.57	-1.3	70.0	-43.0	37.0
Rf - San Luis	-1.7	-78.65	7.41	-2.9	53	-59.9	20.1
Rg –Punín	-1.76667	-78.65	11.08	-5.1	47.8	-65.2	14.8
Rh – Químiag	-1.66667	-78.5667	16.85	0.7	96.6	-16.4	63.6
Ri – Licto	-1.8	-78.6	17.62	-10.1	27.7	-85.2	-5.2
Rj – Flores	-1.8	-78.6333	15.12	1.4	95.6	-17.3	62.7
Rk – Pungalá	-1.81667	-78.5667	21.62	-3.6	30.5	-82.4	-2.4
RI – Licán	-1.63333	-78.7167	6.54	1.1	104.2	-8.7	71.3
Guano	-1.6	-78.6333	13.78	1..5	98.1	-14.9	65.1
Altos de Penipe	-1.56667	-78.5333	24.65	-7.4	37.3	-75.7	4.3
Altos de Colta	-1.73333	-78.7667	7.23	-1.4	73.4	-39.4	40.6
Chambo	-1.73333	-78.5833	15.46	6.8	95.9	-17.1	62.9

Realizado por: TENE, Cristina. 2016

La tabla 2-3 resume los resultados obtenidos a través de las distintas simulaciones para cada uno de los radioenlaces, como se puede observar existen problemas con la zona fresnel para Calpi, Cubijés, Cacha, San Luis, Punín, Licto, Pungalá, Altos de Penipe y Altos de Colta razón por la cual la intensidad de campo que se requiere para tener una buena recepción de TVA es menor a 74dB μ V/m, sin embargo, con este medio de difusión si se puede receptar la señal analógica a pesar de no tener una buena cobertura; para los casos de Licto, Pungalá y Altos de Penipe que presentan también dificultades con su umbral de recepción al tener un valor menor al requerido, a continuación se analizan estos tres últimos radioenlaces:

Enlace Cerro Cacha – Licto

En la figura 8-3 se observa la elevación del terreno con la línea de vista obstruida, afectando así a la primera zona de fresnel (F1) con un valor del -10.1, razón por la cual se obtiene un nivel mínimo de recepción del -85.2dBm menor al que se requiere que es de -80dBm.

En la figura 9-3 se muestra el margen de recepción con un valor del -5.2dB lo que significa que el enlace no es viable impidiendo que la señal analógica se recepte con buena calidad de imagen

y sonido debido a la presencia de ruido e interferencias en el medio de transmisión y a lo largo de la trayectoria.

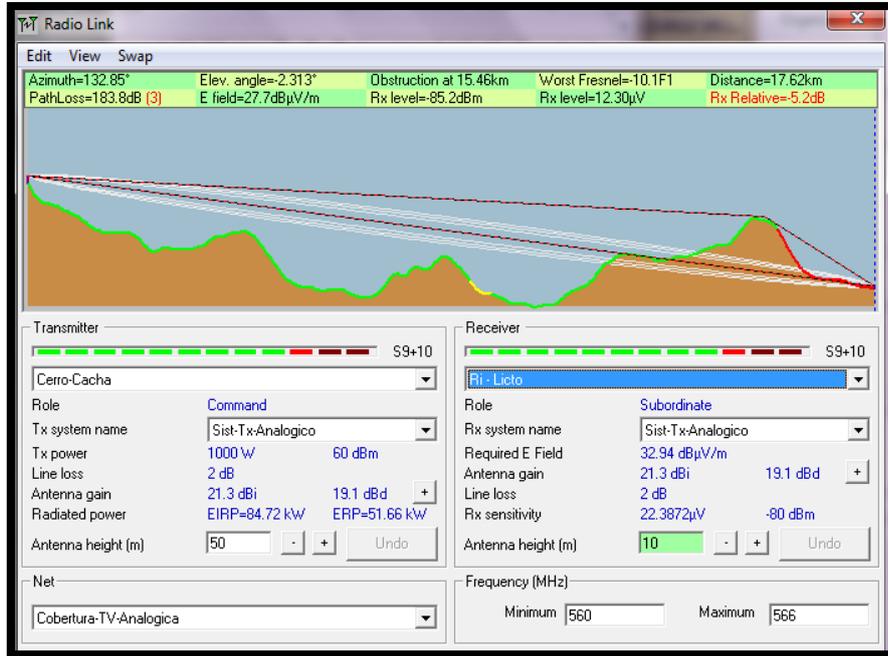


Figura 8-3 Perfil del enlace de microonda Cerro Cacha - Licto

Realizado por: TENE, Cristina. 2016

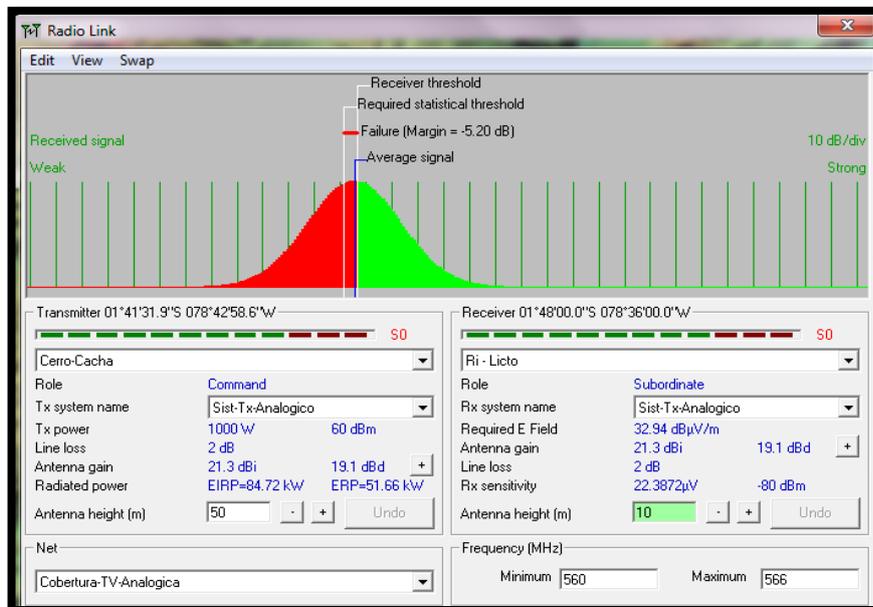


Figura 9-3 Umbral de recepción Cerro Cacha - Licto

Realizado por: TENE, Cristina. 2016

Enlace Cerro Cacha - Pungalá

Para este caso la intensidad de campo es 30.5dBuV/m menor al que se requiere, como se puede observar al final de la línea de vista existen obstrucciones que impide que la potencia pueda llegar en su totalidad alterando así a la sensibilidad o umbral de recepción dando como resultado -82.4dBm menor al que se necesita -80dBm.

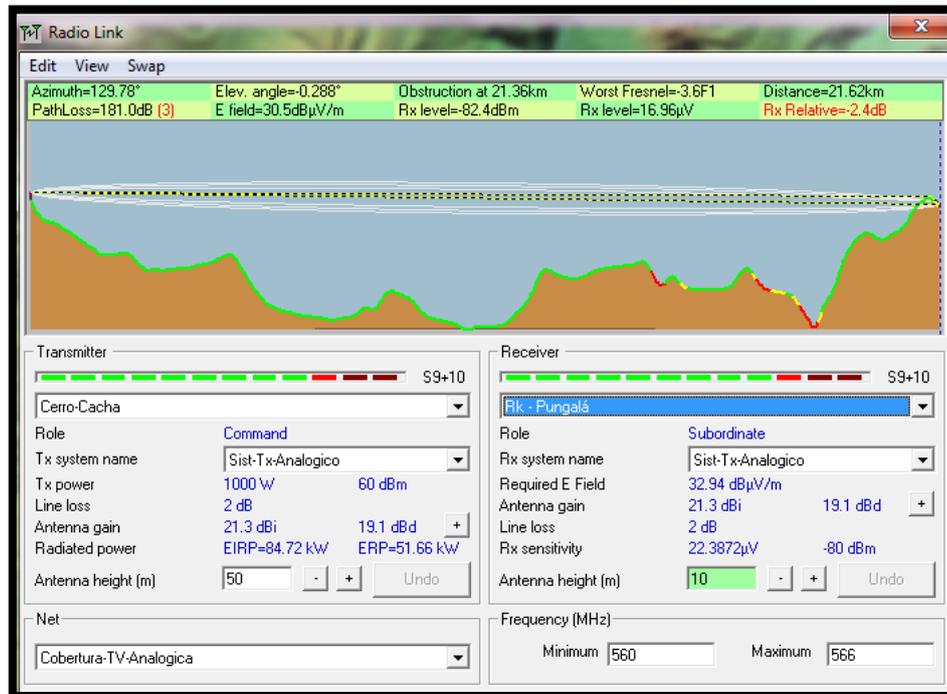


Figura 10-3 Perfil del enlace de microonda Cerro Cacha - Pungalá

Realizado por: TENE, Cristina. 2016

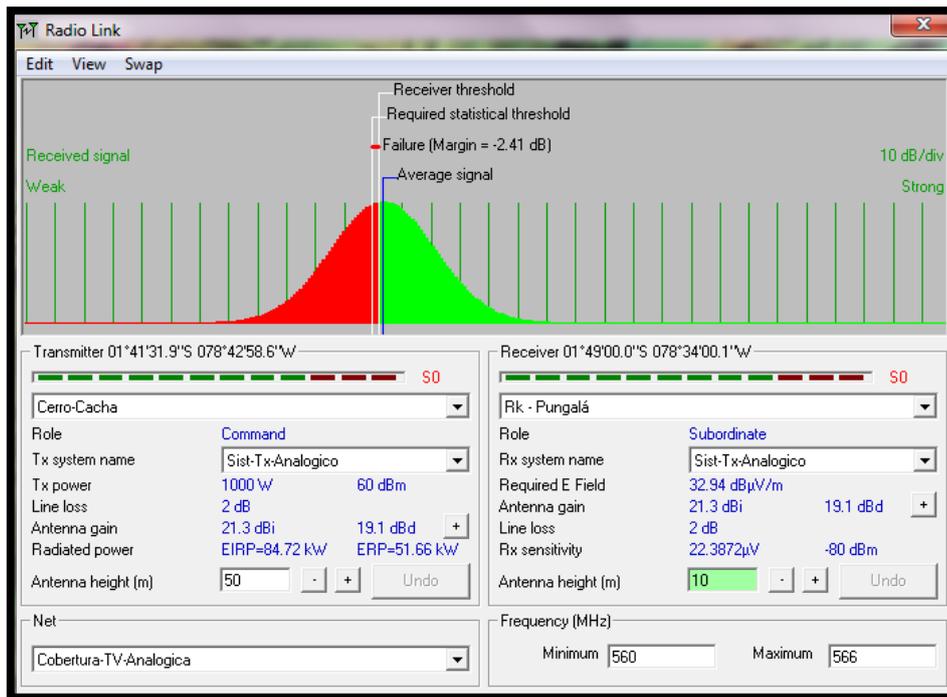


Figura 11-3 Umbral de recepción Cerro Cacha - Pungalá

Realizado por: TENE, Cristina. 2016

Para el Radioenlace entre el Cerro Cacha y Altos de Penipe presenta los mismos problemas que los dos radioenlaces mencionados anteriormente.

Cobertura actual de Ecuavisión Canal 29.

Se debe tomar en cuenta la Norma Técnica para el Servicio de Televisión Analógica y Plan de Distribución de Canales, en la cual se menciona que el valor de intensidad de campo mínimo a proteger, a un nivel de 10 metros sobre el suelo tiene un valor de 74 dBuV/m para el área de borde de cobertura principal; mientras que 64 dBuV/m corresponde al borde de cobertura secundaria, para la banda IV, UHF.

De acuerdo a las diferentes configuraciones realizadas en el apartado 3.1.2.2 se procede a graficar el área de cobertura de la estación televisiva Ecuavisión a través de la herramienta de cobertura de radio polar.

Al finalizar el asistente la aplicación dibuja sobre el mapa la cobertura del Transmisor dando como resultados la siguiente figura.

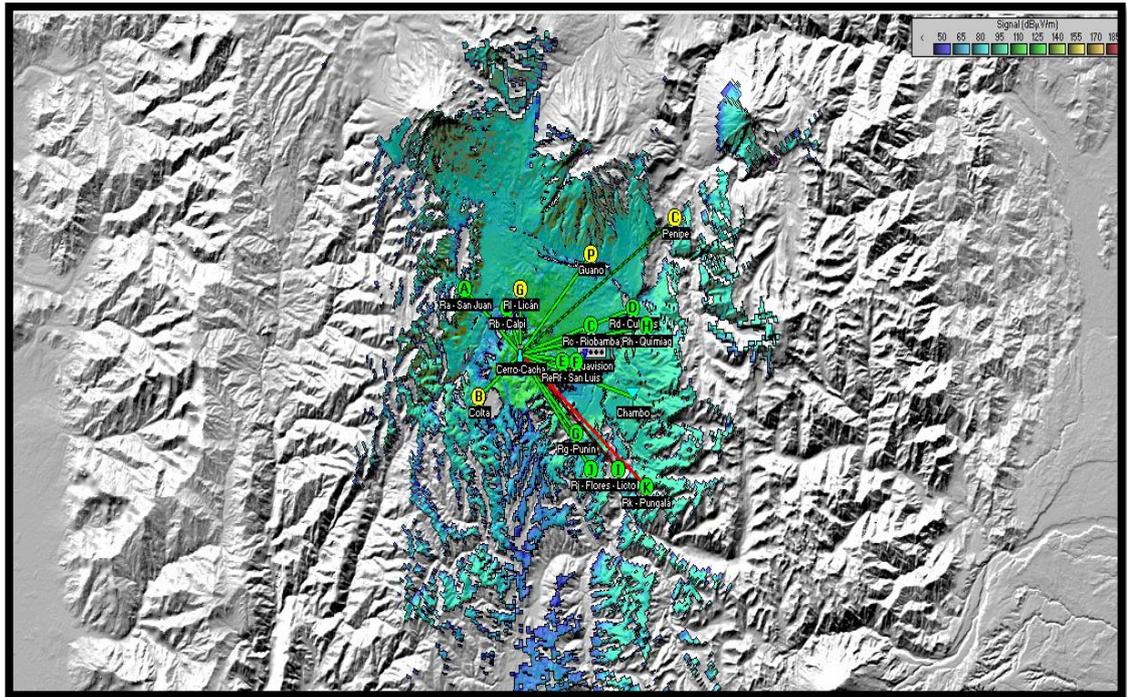


Figura 12-3 Área de cobertura de la estación televisiva Ecuavisión Canal 29

Realizado por: TENE, Cristina. 2016

De acuerdo a los resultados de las simulaciones se puede observar que los niveles de señal son aceptables ya que la mayoría del área a cubrir tiene valores óptimos de intensidad de campo, dando una buena cobertura a la población de Riobamba y a sus parroquias rurales para la recepción de televisión analógica.

3.2. Diseño de una Arquitectura para la transmisión de TDT en la ciudad de Riobamba y sus parroquias rurales

Para realizar el proceso de digitalización en Ecuavisión canal 29 se ha identificado todo el equipamiento necesario para este trabajo, con la modificación de los equipos del estudio televisivo, sistemas de transmisión en función de dos variables:

- *Tamaño del canal.*
- *Área de Cobertura mínima proteger 25Km de distancia.*

Un sistema de transmisión de radiofrecuencia está compuesto básicamente por tres elementos: Transmisor, Línea de transmisión y la Antena los cuales deben ser necesariamente ser adquiridos para transmitir TDT.

Debido a que los equipos analógicos disponibles en el área de producción y programación se los puede reutilizar ya que se los puede adaptar e ir cambiando paulatinamente, a medida que se dé el apagón analógico total en el país, esta reutilización se lo propone con la finalidad de que la televisora realice una menor inversión en la implementación de TDT.

A continuación se presenta a aquellos equipos que se los puede incorporar para transmisión de esta nueva tecnología.

Equipos para estudio (set).

En cuanto a los equipos de esta área se pueden reutilizar debido a que las cámaras tienen características similares como la mayor resolución (SD y HD), además que el teleprompter los monitores son adecuados para su correcto funcionamiento.

Equipos para el control master.

- *Área de programación*

Para transmitir la señal de Ecuavisión con todos los beneficios que trae consigo esta nueva tecnología, se deben adquirir equipos que reemplacen a la consola de audio analógica, mezcladores, switches de audio/video y monitores.

- *Área de transmisión*

Para la transmisión por radiofrecuencia se necesita codificador MPEG-4 (audio y video), multiplexor, re multiplexor, convertidor de digital a analógico, además de cables, antenas, transmisor para el enlace de microondas y para el sistema radiante.

A continuación se muestra el diseño que se realizó con la finalidad de que la grabación y transmisión de programas de televisión tengan la calidad Broadcast necesaria para emitir la señal de televisión a la máxima calidad de imagen y sonido, bajo la norma ISDB-Tb.

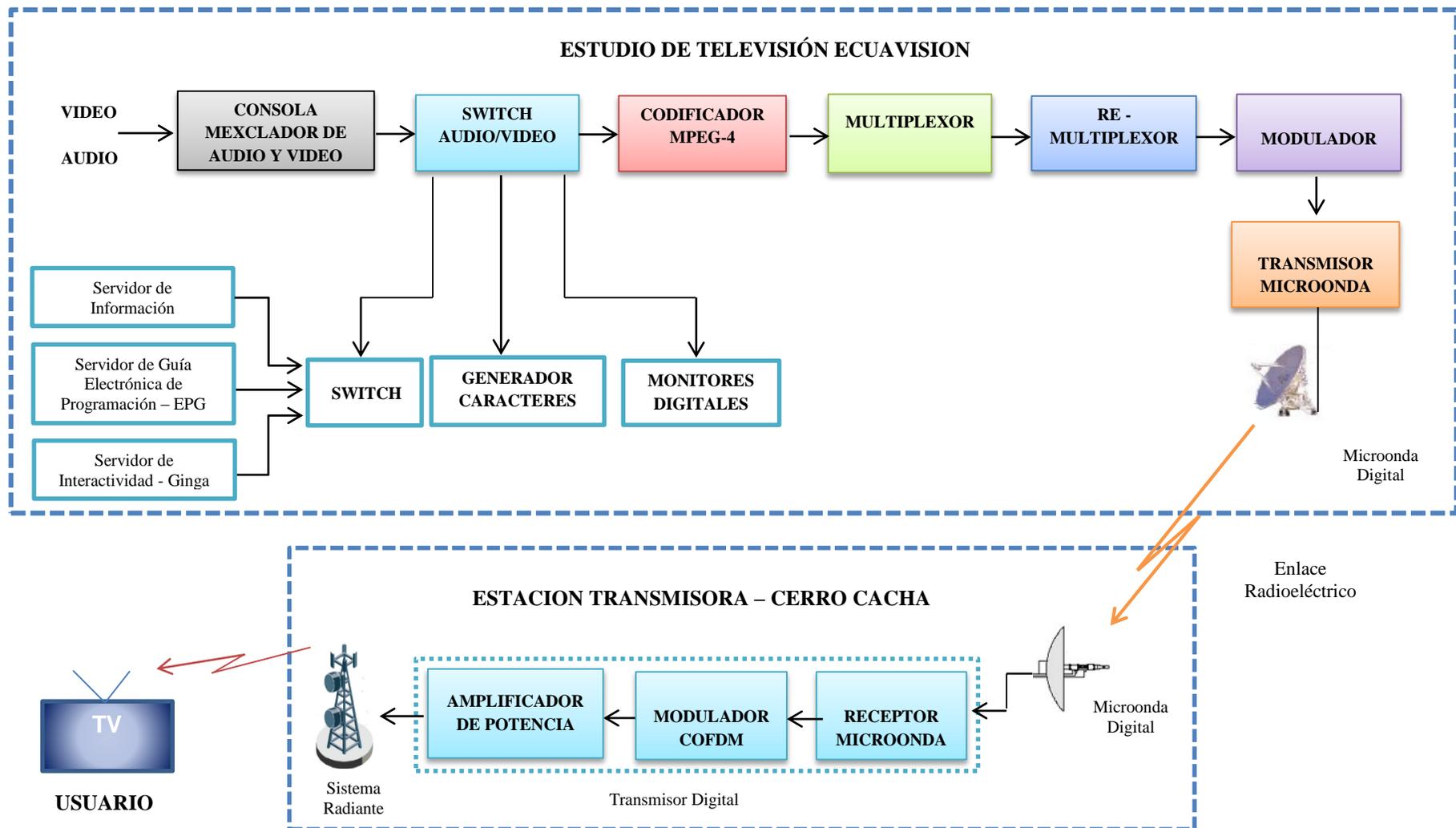


Figura 13-3 Arquitectura para la Transmisión de TDT hacia el Cantón Riobamba
 Realizado por: TENE, Cristina. 2016

El proceso para la transmisión de televisión en formato digital inicia con la obtención de las señales de audio y video generadas por los micrófonos y cámaras, estas señales son enviadas a la consola y a la mezcladora respectivamente, para luego ser recibidas por el Switch.

La señal de datos está representada por los distintos servidores de información, interactividad, y EPG que permiten que el televidente deje de ser un receptor pasivo y pueda interactuar con el servidor de contenidos.

De acuerdo a la programación que se va a transmitir, se inserta información de audio y video en el generador de caracteres para que se pueda visualizar a través de un monitor digital, la persona encargada del manejo del Switch se encarga de elegir la señal de televisión que se enviará hacia el codificador.

Si la programación que se va a transmitir es pregrabada tales como: publicidades, películas, reportajes, etc. se debe enviar dicha programación desde una PC hacia el Switch. Si se retransmiten programas que ya fueron televisados, se utiliza el grabador digital para almacenar, editar y enviar toda la información del programa hacia el Switch desde una PC.

Las señales de audio y video enviadas desde el Switch son codificadas y comprimidas bajo el estándar ISDB-Tb a través de los protocolos MPEG-4 H.264 AVC/AAC; se utiliza un primer multiplexor que se encarga de crear a su salida los TS con la información (programas o servicios) para la transmisión de señales en HD. Los contenidos adicionales como: información extra, subtítulos y aplicaciones interactivas son enviados en un TS desde el servidor hacia el Multiplexor. Se utiliza un segundo multiplexor que se encargará de generar un BTS que no es nada más que toda la información transformada en un solo flujo único de datos, que contiene la información y contenidos adicionales, el BTS es recogido por el equipo destinado a realizar el enlace microonda desde la estación hacia el transmisor principal.

En el transmisor principal ubicado en el cerro Cacha; se encuentra la antena y el equipo receptor del enlace microonda, el cual entrega el stream de información al modulador. Dicho modulador realiza el procesamiento de datos y genera a su salida una señal IF, que posteriormente es convertida en una señal de radiofrecuencia para que pueda operar en la banda UHF (560 – 566) MHz; esta conversión es ya realizada por el transmisor, que a su vez amplifica la señal RF y la envía hacia los paneles de radiación UHF.

Al igual que la televisión analógica, la transmisión de la señal de TDT se la realiza por difusión, es decir, enviando la señal desde un punto para que sea recibida por los equipos de los usuarios.

3.2.1. Propuesta Económica

En base al diseño presentado Figura 13-3 se solicitó una cotización a la Empresa Ecuatronix, para la transición de televisión analógica a televisión digital terrestre de un canal Local como es Ecuavisión Canal 29 UHF, para que se pueda realizar un cambio en su infraestructura actual, en el área de transmisión; considerando dos puntos importantes: el estándar adoptado por nuestro país ISDB-Tb y el tipo de señal que se va a transmitir en HD.

- **ECUATRONIX CIA. LTDA.** “Es una empresa del sector Telecomunicaciones, que brinda soluciones innovadoras, costos eficientes e integrales en la industria del Broadcasting, manteniéndonos a la vanguardia de la evolución tecnológica, a fin de transformar estos avances en soluciones estratégicas a sus clientes” (Ecuatronix, 2016)

PROFORMA

I.- CHIMBORAZO (Cerro Cacha)

SISTEMA DE TRANSMISION DIGITAL:

Tabla 3-3 Sistema de Transmisión Digital Opción 1

Cant.	Descripción	P.Unit.	P. Total
1	Transmissor TV Air Cooled Multimode, 1.25 kWrms Digital SYES compuesto por: <ul style="list-style-type: none">• 1 PCM DRIVER(ISDB-Tb)• 1 Modulo HPA SLIM5• RECEPTOR SAT embebido• RECEPTOR GPS embebido Inputs: <ul style="list-style-type: none">• Dual ASI (Digital)• Hitless input switching (SFN)• Receptor Satelital DVB-S/S2 Frequency ref: <ul style="list-style-type: none">• Built-in high stability OCXO• Input for optional external source• Built-in GPS receiver• Front-panel display & SNMP/HTTP for direct & remote equipment control.• Filtro de mascara critica de 8 cavidades analógicas/Digital, ISDB-Tb inclusive de acoplador direccional y muestras.• Rack Frame		

	<ul style="list-style-type: none"> Doble Driver PCM KIT <p style="text-align: center;">PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:</p>		81.824,00
1	<p>ARREGLO DE 6 ANTENAS TIPO PANEL UHF - SIRA. (polarización elíptica) UHF. Incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> Distribuidor de 6 vías con entrada tipo Flange EIA 7/8". 6 cables de Interconexión de 1/2". Herrajes galvanizados y Codos 90° 3 1/8". Ganancia 29.35dBd <p style="text-align: center;">PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :</p>		27.042,00
1	<p>ACCESORIOS DE INSTALACION SISTEMA DE TRANSMISION Y SISTEMA RADIANTES que incluye :</p> <ul style="list-style-type: none"> Implementación de 60 m. cable coaxial de transmisión a 1 5/8 (2) Dos conectores para cable coaxial de 15/8" (2) Kit de accesorios de instalación de cable coaxial y accesorios compuesto por: hanger kit, angle kit, 2 wall roof feed thru , 2 grounding kit ,etc. <p style="text-align: center;">PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :</p>		9.726,00
	SUBTOTAL PUESTO EN ECUADOR:		\$118.592,00

Fuente: Proforma de Ecuatronic CIA. LTDA

OPCION 2: 630 Wrms:

Tabla 4-3 Sistema de Transmisión Digital Opción 2

Cant.	Descripción	P.Unit.	P. Total
1	<p>Transmissor TV solid-state Air Cooled, 630 Wrms Digital Ready SYES compuesto por:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 PCM DRIVER(ISDB-Tb) 1 Modulo HPA SLIM3 RECEPTOR SAT embebido RECEPTOR GPS embebido <p>Inputs:fg</p> <ul style="list-style-type: none"> Dual ASI (Digital) Hitless input switching (SFN) Frequency agile - "static" or "adaptive" pre-correction (both linear and non-linear) Modular & Reliable multi-PA structure Broadband standardized design <p>Frequency ref:</p> <ul style="list-style-type: none"> Built-in high stability OCXO, Input for optional external source Built-in GPS receiver Front-panel display & SNMP/HTTP for direct & remote equipment control. 		

	<ul style="list-style-type: none"> Filtro de mascara critica de 8 cavidades analógicas/Digital, ISDB-Tb Rack frame Dual Driver KIT ISDB-Tb <p style="text-align: right;">PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:</p>		64.510,00
1	<p>ARREGLO DE 6 ANTENAS TIPO PANEL UHF - SIRA. (polarización elíptica) UHF. Incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> Distribuidor de 6 vías con entrada tipo Flange EIA 7/8”. 6 cables de Interconexión de 1/2” Herrajes galvanizados Y Codos 90° 3 1/8” Ganancia 29.35dBd <p style="text-align: right;">PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :</p>		27.042,00
1	<p>ACCESORIOS DE INSTALACION SISTEMA DE TRANSMISION Y SISTEMA RADIANTES que incluye :</p> <ul style="list-style-type: none"> Implementación de 60 m. cable coaxial de transmisión a 7/8 “ (2) Dos conectores para cable coaxial de 7/8 (2) Kit de accesorios de instalación de cable coaxial y accesorios compuesto por: hanger kit, angle kit, 2 wall roof feed thru, 2 grounding kit, etc. <p style="text-align: right;">PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:</p>		5.171,00
	SUBTOTAL PUESTO EN ECUADOR:		\$96.723,00

Fuente: Proforma de Ecuatronic CIA. LTDA

SISTEMA DE MICROONDAS DIGITALES ESTUDIOS – TRANSMISOR CERRO

CACHA:

Tabla 5-3 Sistema de Microonda Digital

Cant.	Descripción	P.Unit.	P. Total
1	TRANSMISOR DE MICRONDA ELBER TX Banda 6.25-6.90 MHz ELBER, Potencia 1 Watt. <p style="text-align: right;">PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:</p>		20.222,00
1	RECEPTOR DE MICRONDA ELBER RX Banda 6.25-6.90 ELBER <p style="text-align: right;">PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:</p>		21.102,00
1	DECODER ELBER IRD DVB-S/S2 <p style="text-align: right;">PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:</p>		4.449,00
1	ENCONDER H.264 MD 9700, entrada HD-SDI. <p style="text-align: right;">PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :</p>		9020,00
1	MULTIPLEXOR HKL, línea ISCHIO, modelo ISMUX-004 <p style="text-align: right;">PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR</p>		5.200,00
2	PARABOLAS DE 4 PIES, PARA OPERAR EN LA BANDA 6.425–7.125 Mhz., Gain:35.89dBd <p style="text-align: right;">PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:</p>	3.542,00	7.084,00
30	Guía de onda Kit de accesorios de instalación		

	Herrajes para parábolas PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:		3.684,00
2	TRANSITION UDR70 N FEMALE PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :	357,00	714,00
	SUBTOTAL PUESTO EN ECUADOR:		\$71.475,00

Fuente: Proforma de Ecuatronic CIA. LTDA

EQUIPOS SOLICITADOS:

Tabla 6-3 Equipos para el Estudio de TV digital

CANT.	DESCRIPCION	P.UNIT.	P. TOTAL
1	<ul style="list-style-type: none"> (1)SWITCHER DE VIDEO DATA VIDEO 4 CANALES MIXER DE AUDIO ZED 436 – 36 INPUTS 4 BUSS RECORDING MIXER with USB PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :		5.815,00
1	<ul style="list-style-type: none"> MONITOR TELEVISOR LED 42”(49”) y CABLE HDMI PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:		1.688,00
	PRECIO TOTAL NETO EN ECUADOR:		\$7.503,00

Fuente: Proforma de Ecuatronic CIA. LTDA

TOTAL DEL PROYECTO

Tabla 7-3 Costo total de la Proforma Ecuatronic CIA. LTDA

ITEM	DESCRIPCION	P. TOTAL
1	I.- CHIMBORAZO Riobamba (Cerro Cacha) SISTEMA DE TRANSMISION Y SISTEMAS DE MICROONDAS (ESTUDIO – TX PRINCIPAL)	190.067,00
3	//. EQUIPOS DE ESTUDIO VARIOS SWITCHER, MIXER Y MONITOR	168.198,00
	SUBTOTAL OPCION PRINCIPAL:	197.570,00
	(+) 14% IVA:	27.659,80
	TOTAL PUESTO EN ECUADOR:	\$225.229,00

Fuente: Proforma de Ecuatronic CIA. LTDA

La instalación, configuración y puesta en marcha del presente proyecto tiene un costo del 50% del total los equipos a adquirir. A continuación se detalla en que consiste cada una de estas etapas que se desarrollaran para la ejecución de la propuesta.

3.2.1.1. *Instalación, configuración y puesta en marcha el proceso de transición de TVA a TDT para Ecuavisión.*

Instalación de equipos

✓ **Área del set de televisión**

Se realizará la ubicación de los nuevos equipos (monitores, switch, mezcladora) tras la remoción de los equipos actuales tales como cámaras, teleprompter; previo al análisis de las conexiones.

✓ **Área de transmisión**

Enlace de microondas

Con la instalación de los nuevos equipos de radiofrecuencia para el enlace de microondas se puede ayudar a alargar el tiempo de vida útil de los equipos instalados, al realizar el cambio de los elementos de esta área se podrá brindar mayor garantía en funcionalidad y disponibilidad en los componentes de la infraestructura que permitirá transmitir el contenido televisivo hacia el transmisor principal ubicado en el Cerro Cacha.

Sistema radiante

En la planta de transmisión, se colocaran el transmisor y los equipos especificados anteriormente para que la señal sea procesada y así lograr transmitirla bajo el sistema ISDB-Tb. Asegurando que las antenas apunten hacia el Cantón Riobamba y toda su ganancia alcance a toda el área de cobertura principal.

Configuración de equipos.

Los equipos del Enlace de microondas y Sistema radiante vienen con la configuración de fábrica por defecto, para este caso debe configurar de acuerdo a las necesidades del canal para poder proveer la suficiente cobertura que se requiere para que se pueda receptor TDT.

Puesta en marcha de los equipos.

Para garantizar el correcto funcionamiento de los equipos instalados se realizará la puesta en marcha y pruebas de funcionamiento del sistema de transmisión.

- ✓ Pruebas de cada uno de los equipos de las tres áreas de trabajo del canal.
- ✓ Pruebas del sistema de transmisión.

Para estas pruebas se requiere la presencia del operador y el técnico, para la validación del correcto funcionamiento.

Propuesta técnica económica.

Tabla 8-3 Total de la propuesta para Ecuavisión

Detalle	P. TOTAL
Total puesto en Ecuador:	\$ 225 229,00
Instalación, Configuración y Puesta en Marcha.	\$100 000,00
TOTAL	\$ 325 229,00

Fuente: TENE, Cristina. 2016

Con la proforma recibida, se ha estimado las dos opciones del sistema de transmisión digital, la primera oferta con una potencia de 1250Wrms y la segunda de 630Wrms, al considerar los resultados de las simulaciones de la tabla 2-3 que muestran a las zonas de cobertura que tienen menor intensidad de potencia como es el caso de Licto, Pungalá y Altos de Penipe, con el fin de mejorar la situación de estos lugares así como también de Guano, Chambo, Altos de Colta y de las demás parroquias rurales del Cantón Riobamba, se decidió por la primera cotización, la cual demanda una inversión en los equipos de \$225 229.00, la cual no incluye el costo de mano de obra, esta propuesta beneficiará a aquellos receptores que se encuentran en las zonas más lejanas y que pueden verse afectados por la falta de cobertura para la recepción de TDT, además que manifestaron que desean ampliar su servicio de tv a las demás provincias del país.

3.3. Estructura de la propuesta para la transmisión TDT para Ecuavisión a la Ciudad de Riobamba y sus parroquias rurales

En la siguiente figura se muestra un esquema de los elementos presentes en dicha interconexión para la transmisión de televisión digital terrestre desde el estudio de televisión Ecuavisión Canal 29 hacia el Cantón Riobamba.

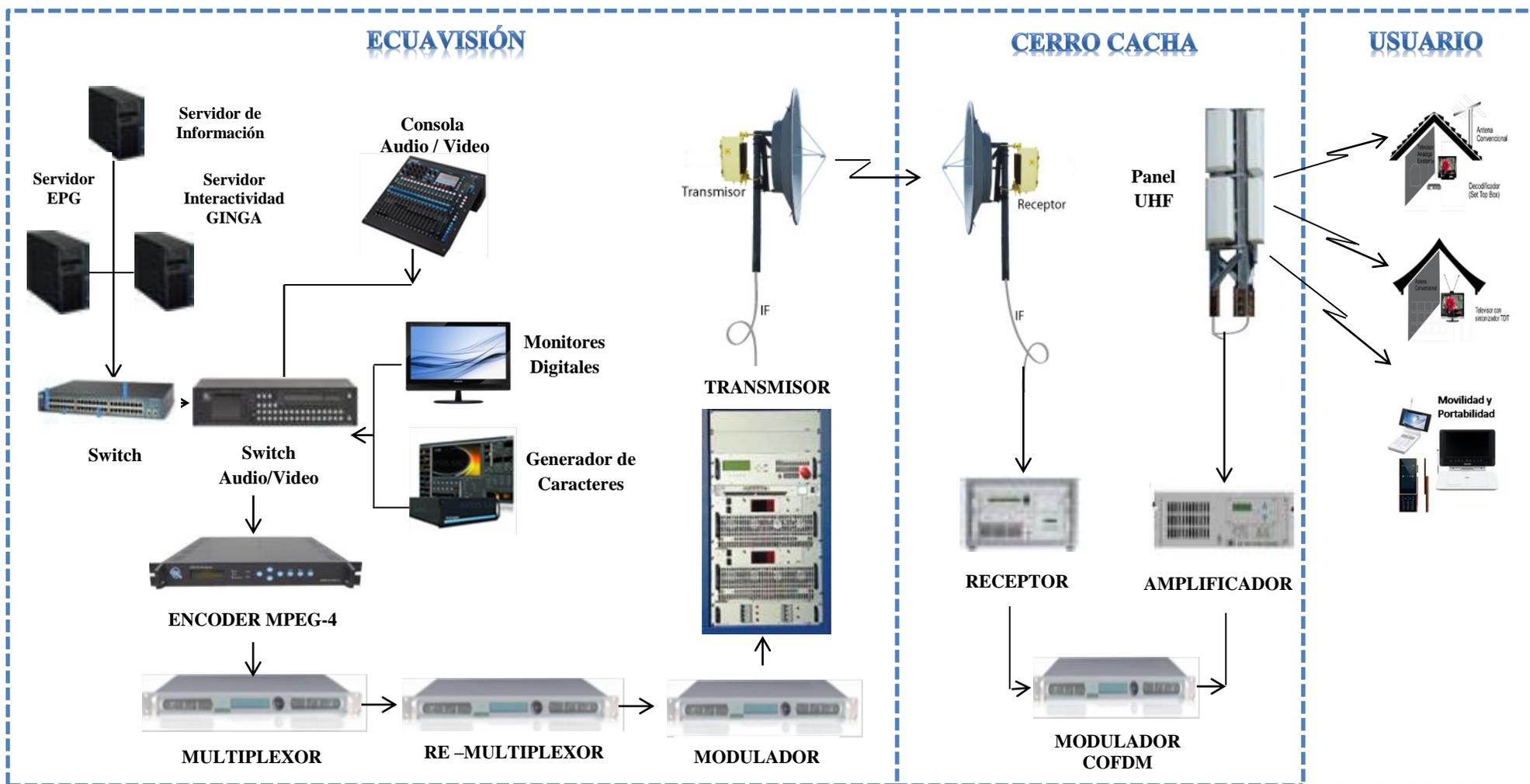


Figura 14-3 Esquema del Sistema de transmisión para Ecuavisión Canal 29

Realizado por: TENE, Cristina. 2016

3.3.1. Simulación de una red de trabajo TDT a través de Radio Mobile.

En este apartado se va a simular una red de trabajo TDT para el Cantón Riobamba, para ello se utiliza la siguiente tabla 9-3 que resume los parámetros de operación más importantes tomados de la cotización recibida por parte del grupo de trabajo de Ecuatronic, estos parámetros son de gran ayuda para realizar las respectivas simulaciones sobre el sistema de transmisión digital y del sistema de microonda digital estudio – transmisor.

Tabla 9-3 Parámetros de operación para transmitir TDT

Sistema de microonda digital Estudio – Transmisor	Sistema Radiante Digital
F= 6250-6900 MHz	Potencia efectiva radiada (P.E.R.) 1250Wrms
Transmisor, Potencia 1 Watts	Arreglo de 6 antenas tipo panel UHF, Ganancia=29.35dBd
Antena Parabólica de 4 pies, G=35.89dBd	Umbral de recepción = -77.4dbm
Pérdidas en cables y Conectores 2dB	Pérdidas en cables y Conectores 2dB

Fuente: Proforma Ecuatronic CIA. LTDA

3.3.1.1. Configuración de la red de trabajo TDT.

El mismo procedimiento que se realizó en el apartado 3.1.2 para Televisión Analógica, se va a realizar para generar una red de trabajo de TDT, con los datos mostrados en la tabla 9-3 se configuran las propiedades de red definiéndose la frecuencia de trabajo (6250-6900) MHz que pertenece a la emisión de la televisión digital terrestre.

Luego de configurar dichos parámetros, se establecen los parámetros de la unidad transmisora indicando la potencia, sensibilidad, parámetros de la antena, perdidas etc. Para ello se asigna un nombre al Sistema (Enlace-Microonda-Digital) conforme con el Plan técnico nacional de la TDT la potencia ideal debe ser 1W; la pérdida total por conector y cable es 2 dB y ahora el valor de la sensibilidad o umbral de recepción es -77.4dBm.

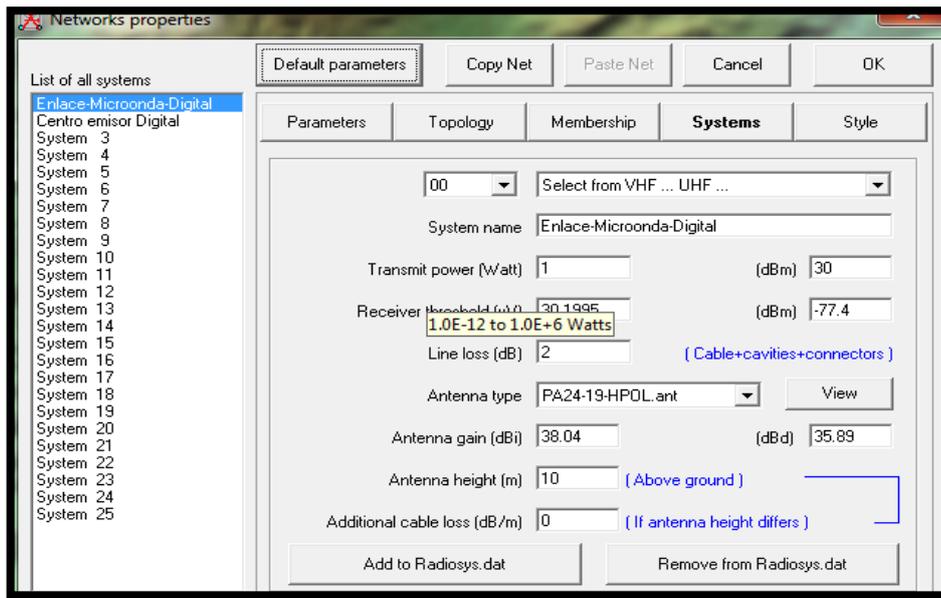


Figura 15-3 Configuración del Sistema emisor Ecuavisión

Realizado por: TENE, Cristina. 2016

Una vez configurada las propiedades de Red, Sistema y las unidades desde el centro emisor Ecuavisión hacia el cerro Cacha, ahora se va a analizar el enlace directo entre los dos puntos

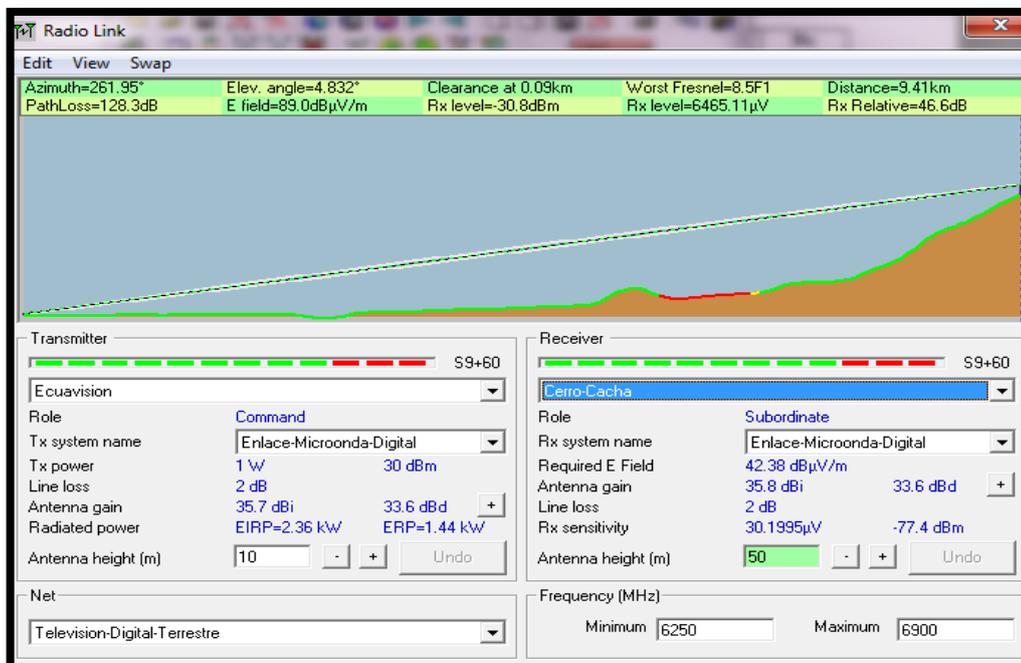


Figura 16-3 Enlace Ecuavisión - Cerro Cacha

Realizado por: TENE, Cristina. 2016

En la Figura 16-3 se observa el perfil terrestre del enlace directo y por otro lado los parámetros como la distancia entre los emisores, pérdidas, ángulo de elevación, azimut. Sin embargo el parámetro que interesa es el de nivel de señal relativo (Rx relative) ya que indica si la señal que llega es suficiente para dar cobertura. También se puede observar que el enlace directo entre el transmisor de Ecuavisión y el repetidor ubicado en el Cerro Cacha se muestra en color verde esto significa que el nivel de señal relativo del campo es de calidad al tener un valor de 32.1dB.

3.3.1.2. Configuración de la Cobertura de TDT para el Cantón Riobamba.

Para graficar el área de cobertura se realiza el mismo proceso de TVA del apartado 3.1.2.2, es decir, se crea a una Red (Sistema-radiante) y a un Sistema denominado Cobertura TV Digital, para cada configuración se utilizó los parámetros de operación de los equipos indicados en la tabla 9-3, se ubica a la antena transmisora en una torre de 50m de altura y a las antenas receptoras de 10m de altura, sin embargo para efectos de simulación se utiliza una antena omnidireccional en lugar del arreglo ya que al tener varios paneles se obtienen un diagrama de radiación relativamente omnidireccional, lo que permite irradiar en 360° desde el cerro cacha, tal como se hizo en las simulación Enlace Transmisor-Receptor.

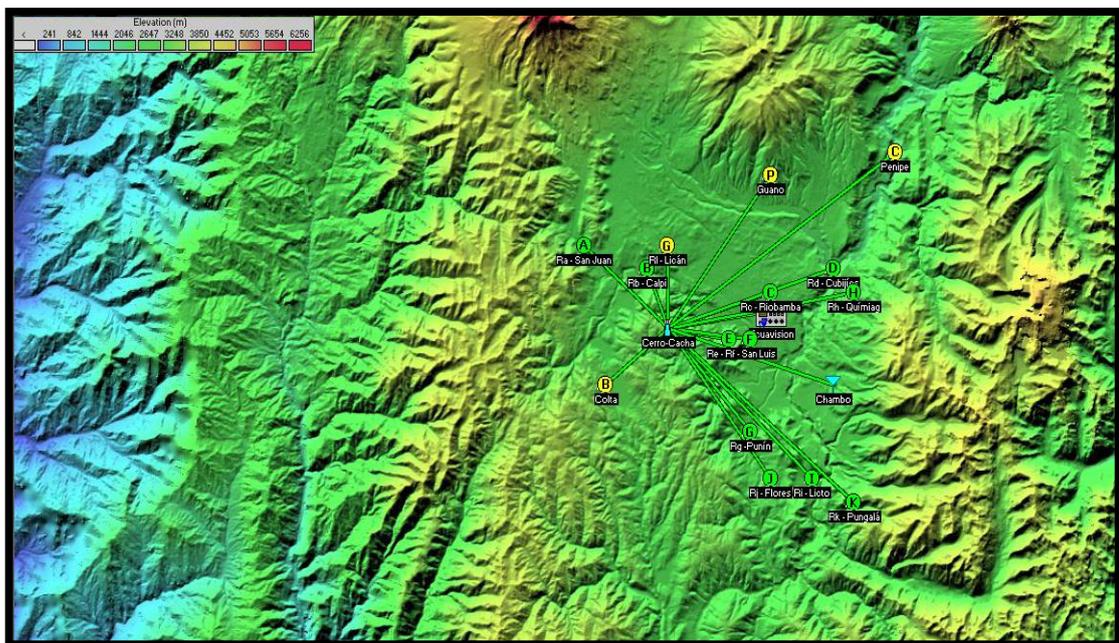


Figura 17-3 Radioenlaces Transmisor – Receptores para TDT

Realizado por: TENE, Cristina. 2016

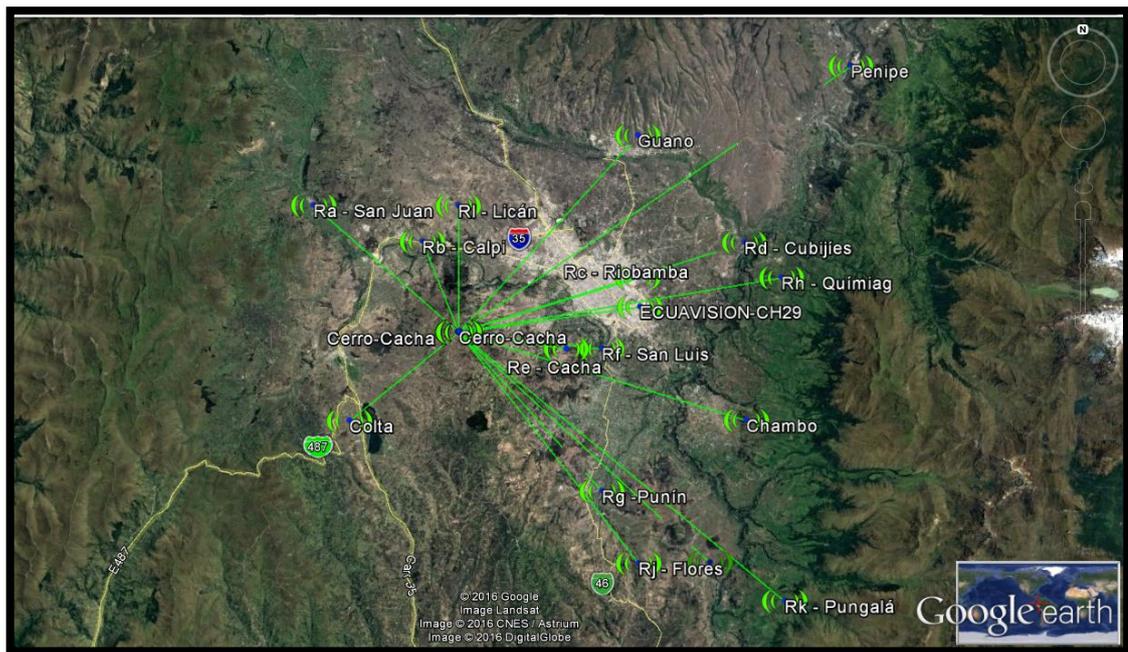


Figura 18-3 Radioenlaces Transmisor – Receptores para TDT

Realizado por: TENE, Cristina. 2016

Como se puede observar en las figuras 17 y 18, los radioenlaces entre el transmisor digital y los distintos receptores ubicados en el cantón Riobamba se muestran de color verde debido a que los niveles de señal son aceptables abriendo la posibilidad de que exista comunicación entre la unidad transmisora y la unidad receptora.

En la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos a través de los perfiles de propagación creados en la red de trabajo de TDT.

Tabla 10-3 Resultados obtenidos de los puntos de recepción para TDT

Parroquias Rurales	Latitud	Longitud	Distancia Tx-Rx [Km]	Zona de Fresnel F_1	E [dB μ V/m]	Nivel Rx [dBm]	Rx relativo [dB]
Ra - San Juan	-1.63333	-78.7833	9.91	1.5	110.7	8.0	85.4
Rb - Calpi	-1.65	-78.7333	5.06	-0.8	93.4	-9.3	68.1
Rc – Riobamba	-1.66667	-78.6333	9.64	2.3	115.8	13.1	90.5
Rd – Cubijés	-1.65	-78.5833	15.50	-5.3	52.7	-50	27.4
Re – Cacha	-1.7	-78.6667	5.57	-1.3	81.2	-21.6	55.8
Rf - San Luis	-1.7	-78.65	7.41	-2.9	64.2	-38.5	38.9

Rg –Punín	-1.76667	-78.65	11.08	-5.1	59.0	-43.8	33.6
Rh – Químiag	-1.66667	-78.5667	16.85	0.7	107.8	5.0	82.4
Ri – Licto	-1.8	-78.6	17.62	-10.1	38.9	-63.8	13.6
Rj – Flores	-1.8	-78.6333	15.12	1.4	106.8	4.1	81.5
Rk – Pungalá	-1.81667	-78.5667	21.62	-3.6	41.7	-61.0	16.4
RI – Licán	-1.63333	-78.7167	6.54	1.1	115.4	12.7	90.1
Guano	-1.6	-78.6333	13.78	1.5	109.3	6.5	83.9
Altos de Penipe	-1.56667	-78.5333	24.65	-7.4	48.5	-54.2	23.2
Altos de Colta	-1.73333	-78.7667	7.23	-1.4	84.7	-18.0	59.4
Chambo	-1.73333	-78.5833	15.46	6.8	107.0	4.8	81.7

Realizado por: TENE, Cristina. 2016

Como se indica en la tabla 10-3 los niveles de recepción son óptimos para las distintas parroquias del Cantón Riobamba, sin embargo los problemas persisten para Licto, Pungalá y Altos de Penipe al no tener su línea de vista libre de obstrucciones se puede presentar algunos problemas para receptor TDT. De acuerdo a los resultados, las figuras 19, 20 y 21 muestran que se ha logrado incrementar el margen de sensibilidad haciendo que estos enlaces sean más óptimos, para que televidente tenga mayores posibilidades de receptor TDT deberá aumentar la altura de la antena receptor o que la estación televisiva aumente la altura de la torre donde se encuentra ubicada la antena, debido a que en aquellos lugares en donde existen zonas de sombra serán difíciles de cubrir totalmente debido a la orografía del terreno.

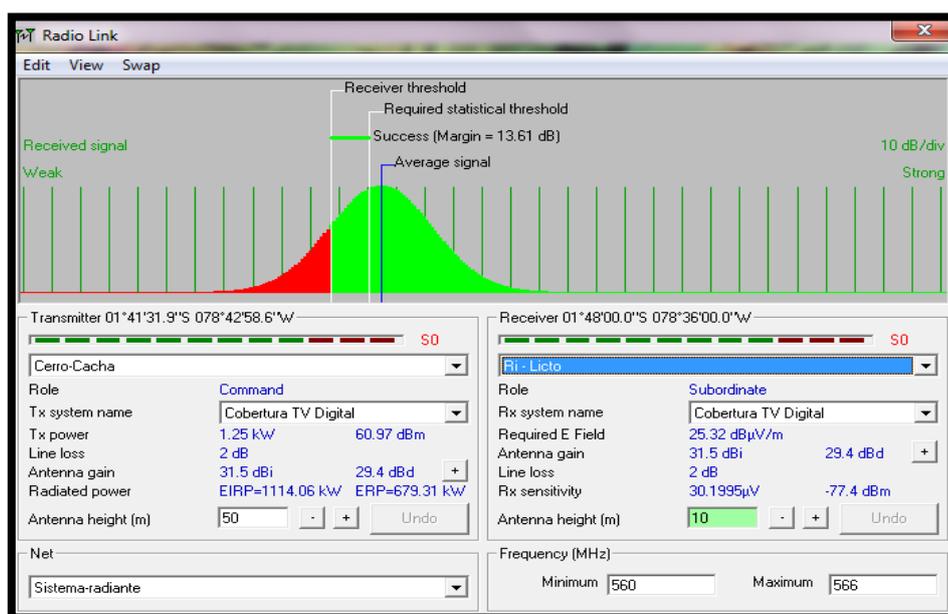


Figura 19-3 Umbral de recepción Cerro Cacha - Licto

Realizado por: TENE, Cristina. 2016

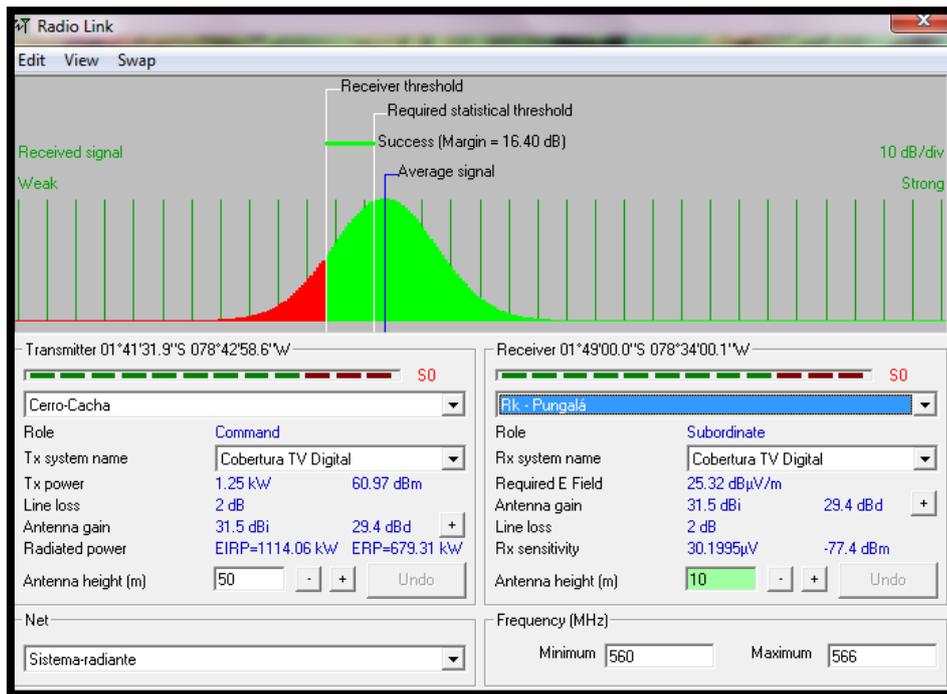


Figura 20-3 Umbral de recepción Cerro Cacha - Pungalá

Realizado por: TENE, Cristina. 2016

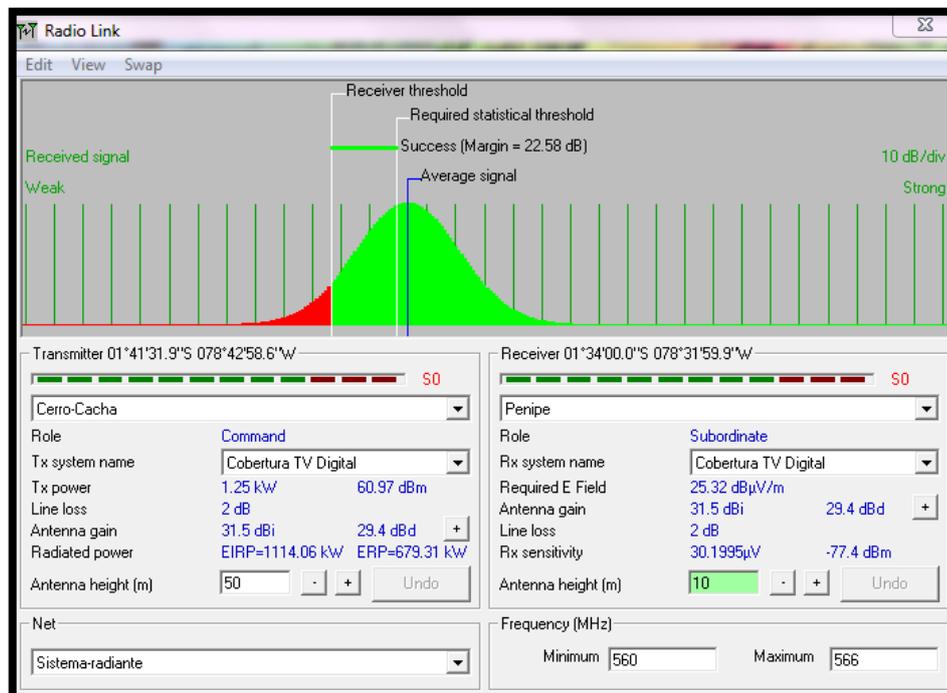


Figura 21-3 Umbral de recepción Cerro Cacha - Altos de Penipe

Realizado por: TENE, Cristina. 2016

3.3.1.3. Cobertura de TV Digital Terrestre para Ecuavisión Canal 29.

Finalmente se proceden a crear la gráfica de la cobertura de TDT hacia el Cantón Riobamba, como se pudo observar en la tabla 10-3, los resultados de las simulaciones, indican que los niveles de señal son aceptables y garantizan la comunicación entre el emisor y los distintos receptores, lo cual se puede verificar a través de la siguiente figura.

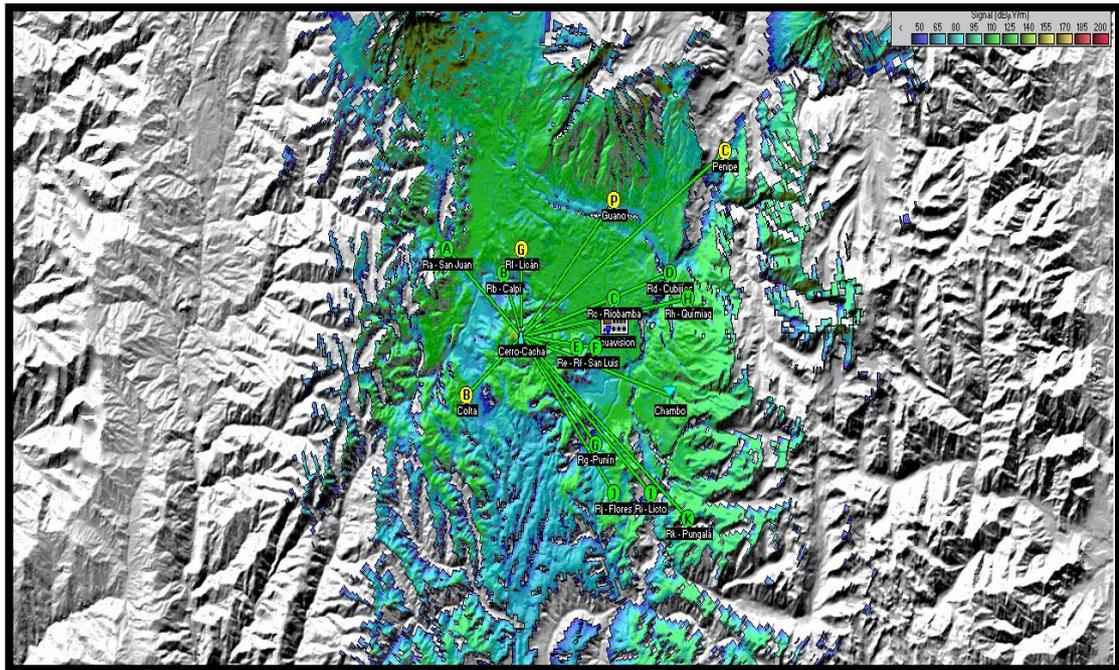


Figura 22-3 Alcance de cobertura de TDT hacia el Cantón Riobamba

Realizado por: TENE, Cristina. 2016

Es importante tomar en cuenta que ninguno de los elementos del sistema de transmisión es ideal, razón por la cual se debe contemplar las pérdidas que se presentan en las líneas de transmisión, pérdidas producidas por la distancia o por reflexiones impidiendo que llegue mayor intensidad de campo para receptor de mejor manera TDT.

3.4. Cálculo de la intensidad de campo

De acuerdo a la guía de implementación ABNT NBR 1508-1 de la norma Brasileña Número ABNT NBR 1501, los niveles óptimos de intensidad de campo mínimo a proteger que debería llegar a las zonas de cada uno de los receptores, es 51dB μ V/m, para que la señal sea recibida adecuadamente y esté protegida contra interferencias. A través de la ecuación obtenida de la recomendación ITU-RP 1546-3 se puede calcular la intensidad de campo en el espacio libre en todos los puntos receptores, con la siguiente fórmula:

$$E = 106.9 - 20\log(d)$$

Ecuación 1-3 Intensidad de campo

Donde,

d: Distancia en kilometro

E: Intensidad de campo.

A continuación en la tabla 11-3 se muestran los resultados obtenidos luego de aplicar la ecuación 1-3 para cada una de las parroquias rurales incluido Guano, Chambo, Altos de Penipe y Altos de Colta.

Tabla 11-3 Cálculo Intensidad de Campo

Parroquias Rurales	Distancia Tx-Rx [Km]	E[dBμV/m]
Ra - San Juan	9.91	86.979
Rb - Calpi	5.06	92.817
Rc - Riobamba	9.64	87.218
Rd - Cubijíes	15.50	83.150
Re - Cacha	5.57	91.983
Rf - San Luis	7.41	89.504
Rg - Punín	11.08	86.009
Rh - Químiag	16.85	82.368
Ri - Licto	17.62	81.980
Rj - Flores	15.12	83.308
Rk - Pungalá	21.62	80.203
RI - Licán	6.54	90.588
Guano	13.78	84.115
Altos de Penipe	24.65	79.064
Altos de Colta	7.23	89.717
Chambo	15.46	83.116

Realizado por: TENE, Cristina. 2016

En condiciones ideales, estos valores mostrados en la tabla 11-2 son los más apropiadas para poder receptar de mejor manera TDT, sin embargo, en dichos radioenlaces existen factores como la elevación del terreno y el clima que afectan a las condiciones de propagación haciendo difícil que lleguen estos valores calculados todas las parroquias del Cantón Riobamba.

Para aproximarnos a los valores calculados de la intensidad de campo como se indican en la tabla 11-3, se debe tener una trayectoria libre de obstrucciones, en base a la tabla 2-3 que indica que Calpi, Cubijés, Cacha, San Luis, Punín, Licto, Pungalá, Altos de Penipe y los Altos de Colta tienen problemas con su primera zona de fresnel lo que impide que la intensidad de campo no llegue en su totalidad, a continuación se realizan los respectivos cálculos para conocer el espacio que debe encontrarse despejado para lograr una correcta recepción de la señal digital.

3.4.1. Cálculo de la primera zona de fresnel.

En la práctica, es suficiente mantener despejado el 60% de la primera zona de Fresnel a lo largo de toda la trayectoria de propagación. A través de Google Earth se crea el perfil de elevación el cual permite ver el punto en el que se encuentra dicho obstáculo, en la siguiente figura se muestra un enlace con los datos que son necesarios para realizar los respectivos cálculos.

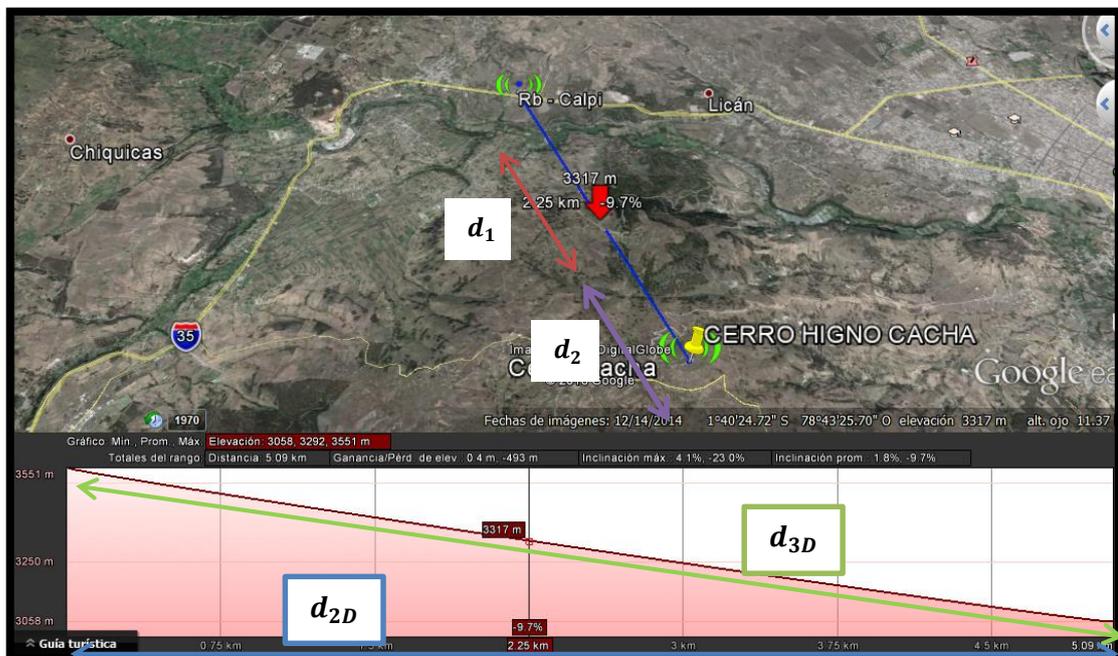


Figura 23-3 Perfil de elevación del terreno del Cerro Cacha - Licto

Realizado por: TENE, Cristina. 2016

Para realizar el cálculo del radio de la primera zona de Fresnel R1 se debe aplicar la siguiente formula:

$$R1 = 17.32 * \sqrt{\frac{n * (d_1 * d_2)}{(d * f)}}$$

Ecuación 2-3 Radio de la primera zona de Fresnel R1

Donde,

R1: radio en metros

n: igual a 1 ya que se calcula la primera zona de fresnel.

d1: distancia desde el transmisor hacia el obstáculo.

d2: distancia desde el obstáculo hacia el receptor.

f: frecuencia en GHz.

d: distancia en 3D, es su línea de vista.

Para calcular la distancia en 3D se aplica la siguiente formula:

$$d_{3D} = \sqrt{(d_{2D})^2 + (h)^2}$$

Ecuación 3-3 Distancia de la línea de vista

Donde,

d_{2D}: Distancia entre el transmisor y receptor.

h: Altura del obstáculo desde el nivel del mar.

Con los resultados de la tabla 10-3, se eligieron aquellos radioenlaces que presentan inconvenientes con la primera zona de fresnel, al ser exportados a google Earth estos enlaces se pudo obtener los datos que se requieren para aplicar en las fórmulas 2-3 y 3-3. En la siguiente tabla se muestran los resultados adquiridos luego de haber aplicado dichas ecuaciones:

Tabla 12-3 Cálculo de la primera Zona de Fresnel

Radioenlace	d₁ [km]	d₂ [km]	d_{2D} [km]	H [Km]	d_{3D} [km]	F [GHz]	r1 [m]	F1 (60%r ₁)
Cerro Cacha – Calpi	2.25	2.84	5.06	3.317	6.050	0.560	23.660	14.27
Cerro Cacha - Cubijíes	12.5	2.84	15.50	2.697	15.733	0.560	34.77	20.86
Cerro Cacha - Cacha	5.24	0.33	5.57	2.943	2.300	0.560	12.07	12.04
Cerro Cacha - San Luis	5.36	2.05	7.41	2.920	7.965	0.560	27.18	16.31
Cerro Cacha - Punín	8.36	2.72	11.08	3.153	11.520	0.560	32.52	19.51
Cerro Cacha - Licto	15	2.12	17.62	2.945	17.864	0.560	30.88	18.52
Cerro Cacha - Pungala	21.4	0.22	21.62	3.475	21.898	0.560	10.73	6.43
Cerro Cacha - Altos de Penipe	17.6	7.05	24.65	2.739	24.802	0.560	51.77	31.06
Cerro Cacha - Altos de Colta	4.18	3.05	7.23	3.408	7.993	0.560	29.23	17.54

Realizado por: TENE, Cristina. 2016.

La tabla 12-3 indica los valores que debe tener la primera zona de fresnel (F1), para conseguir la intensidad de campo calculada anteriormente para que pueda llegar la señal con el menor número pérdidas, si bien estos valores son ideales para áreas despejadas completamente, se puede lograr tener un buen nivel de señal al cambiar de posición o incrementar la altura del mástil donde se soporta dicha antena receptora de TDT. Como ejemplo, puede estimarse que en determinadas condiciones y para una distancia de 30 km del centro emisor, con una elevación de 3 metros de la antena puede significar una ganancia de señal de 1,5 dB.

Finalmente se muestra la siguiente tabla con los valores de intensidad de campo obtenidos a través de las simulaciones y cálculos realizados para TDT.

Tabla 13-3 Intensidad de campo para TVA y TDT

Parroquias Rurales	Distancia	E[dBμV/m]	E[dBμV/m]	E[dBμV/m]
	Tx-Rx [Km]	TVA	TDT	Teórica
Ra - San Juan	9.91	99.4	110.7	86.979
Rb - Calpi	5.06	82.2	93.4	92.817
Rc – Riobamba	9.64	104.6	115.8	87.218
Rd – Cubijíes	15.50	41.5	52.7	83.150
Re – Cacha	5.57	70.0	81.2	91.983
Rf - San Luis	7.41	53	64.2	89.504
Rg –Punín	11.08	47.8	59.0	86.009
Rh – Químiag	16.85	96.6	107.8	82.368
Ri – Licto	17.62	27.7	38.9	81.980
Rj – Flores	15.12	95.6	106.8	83.308
Rk – Pungalá	21.62	30.5	41.7	80.203

RI – Licán	6.54	104.2	115.4	90.58
Guano	13.78	98.1	109.3	84.115
Altos de Penipe	24.65	37.3	48.5	79.064
Altos de Colta	7.23	73.5	84.7	89.717
Chambo	15.46	95.9	107.0	83.116

Realizado por: TENE, Cristina. 2016

Como se observa en la tabla 13-3 se logra aumentar la intensidad de campo aproximadamente un 11.2 dB μ V/m, permitiendo que el 80% de las parroquias rurales incluido Guano, Altos de Colta y Chambo puedan disfrutar de los beneficios de la TDT.

3.5. Análisis Costo/Beneficio

La propuesta desarrollada se pone a disposición del Dr. Alex Colcha, Gerente de Ecuavisión, esta oferta resulta ser una fuerte inversión ya que los costos que incurren en la realización del proyecto son demasiados altos a pesar de que no fue necesaria, una adquisición completa de equipos para el área de producción y programación.

No obstante esta nueva propuesta trae consigo ciertos beneficios, al brindar correctamente todos los servicios que ofrece esta nueva tecnología incrementará la acogida por parte del televidente y así toda esta inversión se convertirá en nuevos ingresos para la estación de radiodifusión de televisión, originando mayores utilidades para la estación matriz permitiendo que en un futuro se logre transmitir señal digital hacia otras provincias del país.

Gracias al conocimiento del medio en el que se desarrolla el canal se puede crear vínculos con empresas telefónicas para brindar el servicio de One-Seg atrayendo a los usuarios finales convirtiéndose esta estrategia, en una nueva fuente de ingresos para poder recuperar en el menor tiempo posible la inversión realizada.

3.6. Análisis viabilidad y factibilidad para la transición de televisión analógica a TDT

Para el análisis de viabilidad del proyecto, se analizarán los siguientes aspectos que son: legalidad, técnico, económico, social y medioambiental.

✓ Viabilidad legal.

La estación televisiva Ecuavisión canal 29 UHF, fue concesionado mediante título habilitante el 3 de marzo de 1999 a favor del Sr. Lizardo Enrique Colcha Arévalo.

✓ Viabilidad técnica.

El mejoramiento del nivel señal se realizó con el establecimiento de equipos en las áreas de producción, programación y transmisión. Mediante la asistencia técnica de profesionales se buscará asesoría para dar mayor robustez en el área de transmisión y brindar suficiente cobertura para la recepción de TDT.

✓ Viabilidad económica.

Al tener una mayor demanda por parte de los usuarios o empresas que requieran usar los servicios del canal de acuerdo a sus necesidades o intereses se logrará obtener una capacidad de pago suficiente para afrontar la inversión realizada para la transmisión de la señal televisiva en formato digital bajo el formato ISDB-Tb.

✓ Viabilidad social.

Actualmente los usuarios demandan calidad, movilidad, interactividad, portabilidad y multiservicio con la incorporación de la TDT hacia la ciudadanía se tendrá un alto grado de aceptabilidad.

Ecuavisión al contar con un buen presupuesto tiene la capacidad de realizar este cambio tecnológico lo que generará una gran demanda social para los servicios que ofrece TDT. Además se promoverá la generación de fuentes de empleo y capacitación a los distintos actores que participan en este proceso.

✓ Viabilidad medioambiental

El impacto ambiental que provocará este proyecto será mínimo, debido a que la instalación de los equipos en las tres áreas que conforman a Ecuavisión no afectará a las personas que se encuentran cerca de la estación televisión y del Cerro Cacha. Las antenas que se ubican en el

transmisor principal crean radiaciones no ionizantes alrededor de ellas es decir Ecuavisión puede transmitir su señal sin causar efectos nocivos en la salud del ser humano.

Este proyecto al cumplir con estas cinco condiciones básicas el proyecto es viable y también factible ya que su ejecución permitirá el logro de los objetivos previamente definidos en atención a las necesidades del Canal para la transmisión de TDT.

CONCLUSIONES

1. La arquitectura para la transmisión de Televisión Digital Terrestre es viable y factible, la aplicación del diseño planteado por este estudio, ayudará a cubrir las necesidades actuales en infraestructura tecnológica permitiendo que Ecuavisión en el 2017 transmita su señal en formato digital y brinde a los usuarios el servicio de TDT con sus ventajas y mejores características con respecto a la TVA.
2. La televisión digital ofrece a los espectadores una programación cada vez más interesante e interactiva que permite que un usuario deje de ser un receptor pasivo y pueda interactuar con el proveedor de servicios, buscando la convergencia de medios, telecomunicaciones y tecnología de la información.
3. La estación televisiva Ecuavisión canal 29 UHF, cuenta con un diseño de transmisión bien estructurado que le permite dar un servicio de alta fidelidad hacia el cantón Riobamba, además de ser una gran ayuda para la migración de TVA a TDT, sin necesidad de modificar toda la arquitectura de sus instalaciones.
4. Gracias a las características técnicas desarrolladas sobre el estándar ISDB-Tb, se puede tener una inherente mejora en la calidad de imagen y sonido, un uso eficiente del espectro radioeléctrico, la posibilidad de incrementar la cantidad de señales transmitidas y el desarrollo de servicios interactivos.
5. Se diseñó la arquitectura propuesta para la transmisión de TDT para Ecuavisión, las pruebas realizadas en el simulador Radio Mobile, demostraron que el diseño permitirá cubrir un 80% del área de cobertura principal del Cantón Riobamba, con niveles de señal aceptable que garanticen la comunicación entre el emisor y los distintos receptores.
6. El costo de inversión es alto pero a la vez es proporcionalmente recíproco en beneficio tanto para este medio de comunicación como para los usuarios finales. La inversión se verá reflejada en el servicio, la calidad de transmisión y de recepción de la señal emitida.

RECOMENDACIONES

1. La implementación de la TDT representa un beneficio tanto para los usuarios como para los propietarios de las emisoras televisivas de la Zona Centro del País, este estudio, demuestra la factibilidad y viabilidad para la implementación de esta tecnología en Ecuavisión canal 29 UHF, motivo por el cual se considera necesario el estudio en otras Emisoras televisivas de nuestra ciudad.
2. Ecuavisión como medio televisivo debe establecer estrategias que brinden contenidos de calidad, de interés y que permitan la interacción con los usuarios, que contribuyan en forma relevante a la maximización de los resultados económicos, permitiendo así recuperar la inversión realizada para la implementación de la tecnología de TDT, ya que existen nuevas alternativas tecnológicas que compiten en un mercado tecnológico convergente.
3. Los equipos que posee Ecuavisión en su área de producción deberán ser reemplazados paulatinamente durante la transición de TVA a TDT, esto con la finalidad de evitar problemas de compatibilidad de hardware y prevenir posibles inconvenientes durante la transmisión de contenidos televisivos; ya que la propuesta de reutilización temporal de equipos se hizo con el propósito de reducir costos para la televisora.
4. La evolución tecnológica es inevitable por lo que se recomienda a la estación Televisiva que capacite constantemente a su personal del área de producción y programación, para la manipulación de equipos digitales, soporte técnico y temas relacionados como middleware GINGA, generación o creación de contenidos interactivos, etc.
5. Por cálculos y simulación, con la implementación de TDT en Ecuavisión se alcanzará el 80% de cobertura a nivel general, por lo que se recomienda que se instalen antenas repetidoras de tal forma que éstas permitan obtener una cobertura al 100%, cubriendo aquellas zonas sombra que presentan niveles críticos en cuanto a la intensidad de campo y niveles de recepción que impiden la recepción de TDT correctamente.
6. El estudio ha demostrado que la inversión necesaria para la implementación de la tecnología TDT en Ecuavisión se justifica con los beneficios que presenta dicha implementación tanto para los usuarios como para la misma estación televisiva, es por eso que se debe dar una mayor difusión sobre los beneficios que ofrecerá el canal con la implementación de TDT ya que para el año 2017 se efectuará el apagón analógico y el canal debe tener una mayor acogida por parte de los televidentes de la provincia de Chimborazo.

BIBLIOGRAFÍA

ALULEMA, D. “La Televisión Digital Terrestre en el Ecuador es interactiva”. EÍDOS. [En línea], 2012, (Ecuador) 5, pp. 12-18. [Consulta: 22 de marzo de 2016]. ISSN: 1390-499X. eISSN 1390-5007. Disponible en: <http://www.ute.edu.ec/posgrados/eidos5/art-2.html>

BARBA CHÉRREZ, Diego Javier. Migración de un sistema de televisión con transmisión analógica a digital terrestre en la estación TV MICC canal 47 (Tesis). (Pregrado). [En línea] Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial, Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones. Ambato – Ecuador. 2014. pp. 7-54. [Consulta: 2016-03-20]. Disponible en: http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8097/1/Tesis_t915ec.pdf

CABLE AML. *Televisión Digital Terrestre*. California: 2015. [Consulta: 5 mayo de 2016]. Disponible en: <http://cableaml.com/television-digital-terrestre/?lang=es#prettyPhoto>

CALLE OLIVEROS, Lissette Rebeca. et al. Migración a TDT de un canal de TV local: alternativas de uso de espectro y financiamiento (Tesis). (Pregrado). [En línea] Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación. Guayaquil-Ecuador. 2014. pp.3 -5. [Consulta: 2016-04-10]. Disponible en: <http://goo.gl/LgS29i>.

Ecuador. CONCEJO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES. (CONATEL). Observaciones al Plan Maestro de Transición a la Televisión Digital en el Ecuador. Informe CITDT-GATR-2012-004. Quito-Ecuador. CONATEL. 2013. pp. 3-8

Ecuador. MINISTERIO TELECOMUNICACIONES. (MINTEL). Proceso de Implementación de la Televisión Digital en el Ecuador. Quito- Ecuador. MINTEL. 2015. p.4

Ecuador. AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE LAS TELECOMUNICACIONES. (ARCOTEL). Norma Técnica de Radiodifusión de Televisión

Digital Terrestre. Resolución 301. Registro Oficial 579 de 03-sep.-2015. Quito-Ecuador. ARCOTEL. 2015. pp. 3-9.

GUTIÉRREZ TAPIA, Arturo Gonzalo, & COCHANCELA ALVEAR, Miguel Ángel. Diseño de un Laboratorio de Televisión Digital para la transmisión de señales con multiprogramación, contenidos interactivos y guía electrónica de programación (EPG) (Tesis). (Pregrado). [En línea] Universidad de Cuenca. Facultad de Ingeniería. Escuela en Electrónica y Telecomunicaciones. Cuenca-Ecuador. 2013. pp. 64-73. [Consulta: 2016-03-15]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/372/1/tesis.pdf>.

HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, Luis Humberto. Canal de Televisión Digital para la Universidad Técnica de Ambato (Tesis). (Pregrado). [En línea] Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial. Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones. Ambato – Ecuador. 2015. p. 18. [Consulta: 2016-03-17]. Disponible en: http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/13069/1/Tesis_t1048ec.pdf.

JARA MONTAÑO, Ronny. Simulación de sistemas de radiodifusión utilizando Radiomobile y otro software libre (Tesis). (Pregrado). [En línea] Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Politécnica Superior de Gandia. Gandia-España. 2014. pp. 13-26. [Consulta: 2016-04-05]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/47223/Memoria.pdf?sequence=1>.

LEMA PARCO, Robinson. Estudio para la Migración de Televisión Analógica a Televisión Digital bajo el Estándar ISDB-Tb para la Empresa TESATEL HOY TV Canal 21. (Tesis). (Maestría). [En línea] Universidad Tecnológica Israel. Facultad de Electrónica y Telecomunicaciones. Quito–Ecuador. 2013. pp. 61-65. [Consulta: 2016-03-27]. Disponible en: <http://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/323>.

MATAMOROS, Ronald Adolfo. Análisis técnico y de mercado para una infraestructura de tdt propuesta para lima metropolitana bajo SBTVD (Tesis). (Pregrado). [En línea] Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Lima – Perú. 2009. pp. 52-60.

[Consulta: 2016-04-01]. Disponible en:
http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/195/MATAMOROS_ROMALD_ANALISIS_MERCADO_INFRAESTRUCTURA_TDT_PARA_LIMA_BAJO_SBTVDV.pdf;jsessionid=34482F581AB5B6F744814A3C44368FA0?sequence=2.

PALACIOS ALBÁN, José Ángel. Estudio Técnico, Económico y Legal para la Implementación Práctica del Canal de Televisión Digital Terrestre ECOTEL-TV de la Ciudad de Loja, bajo el Estándar ISDB-T/SBTVD adoptado en el Ecuador (Tesis). (Pregrado). [En línea] Universidad Nacional de Loja. Carrera de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones. Loja- Ecuador. 2014. pp. 23-25. [Consulta: 2016-03-20]. Disponible en: <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/11509>.

PISCIOTTA, Néstor Oscar. *Transmisión de Televisión Digital Terrestre en la norma ISDB-Tb* [En línea]. 1a. Ed. Buenos Aires- Argentina: Cengage Learning Argentina, 2013. pp.15-116. [Consulta: 15 marzo 2016]. Disponible en: https://issuu.com/cengagelatam/docs/televisi__n_issuu.

RONQUILLO ORDOÑEZ, Verónica Alexandra. Estudio del Impacto de Transición de la televisión Analógica a Digital Terrestre en el Ecuador (Tesis). (Pregrado). [En línea] Universidad de Azuay. Facultad de Ciencia y Tecnología. Escuela de Ingeniería Electrónica. Cuenca-Ecuador. 2011. pp. 10-30. [Consulta: 2016-03-23]. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/312/1/08462.pdf>.

SOTELO Rafael. et al. “Sistema de Transmisión ISDB-T”. *Memoria de trabajos de difusión científica y técnica* [en línea], 2011, (Uruguay) Vol. 9, pp. 68-69. [Consulta: 30 marzo 2016]. ISSN 1510-7450. Disponible en: http://www.um.edu.uy/_upload/_descarga/web_descarga_240_SistemadetransmisionISDB-T.-Sotelo_Durn_Joskowicz.pdf

VILLALTA, José. et al. Estudio de factibilidad para el traspaso de Transmisión analógica a transmisión digital Terrestre en la señal de televisión para RTU en la Ciudad de Quito (Tesis).

(Pregrado). [En línea] Escuela Politécnica del Ejército. Departamento de Eléctrica y Electrónica. Quito-Ecuador. 2011. p. 2. [Consulta: 2016-04-05]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5149/3/T-ESPE-033117-A.pdf>.

VILLAMARÍN ZAPATA, Diego Fernando. Estudio Comparativo y de Integración para las Plataformas de Televisión Interactiva Europea HBBTV y Latinoamericana Ginga (Tesis). (Maestría). [En línea] Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación. Máster en Tecnologías y Sistemas de Comunicaciones. Madrid – España. 2014. pp. 13-17. [Consulta: 2016-04-10]. Disponible en <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/1482/1/T-SENESCYT-00616.pdf>.

ANEXOS

ANEXO A. PROFORMA ECUATRONIX



ECUATRONIX

PROFORMA

FECHA: 09 de JUNIO de 2016	OPV0616- 17979
PARA: ESTACION TV / RIOBAMBA / Srta. Cristina Tene	
DE : ECUATRONIX/ LCDA. NATALIE FORTUNY	
REF. : IMPLEMENTACION DE TELEVISION DIGITAL PARA RIOBAMBA	

I.- CHIMBORAZO (Cerro CACHA)

*** SISTEMA DE TRANSMISION DIGITAL:**

CANT.	DESCRIPCION	P.UNIT.	P. TOTAL
1	<p>Transmisor TV Air Cooled Multimode, 1.25 kWrms Digital SYES compuesto por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 PCM DRIVER (ISDB-Tb) • 1 Modulo HPA SLIM3 • RECEPTOR SAT embebido • RECEPTOR GPS embebido <p>Inputs:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dual ASI (Digital) • Hiless input switching (SFN) • Receptor Satelital DVB-S/S2 <p>Frequency ref:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Built-in high stability OCXO, • Input for optional external source • Built-in GPS receiver • Front-panel display & SNMP/HTTP for direct & remote equipment control. • Filtro de mascara critica de 8 cavidades analogicas/Digital, ISDB-Tb inclusive de acoplador direccional y muestras. • Rack frame • Doble Driver PCM KIT <p>PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:</p>		81.824,00
1	<p>ARREGLO DE 6 ANTENAS TIPO PANEL UHF - SIRA. (polarización elíptica) UHF. Incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Distribuidor de 6 vías con entrada tipo Flange EIA 7/8". • 6 cables de interconexión de 1/2" • Herrajes galvanizados y Codos 90° 3 1/8" • Ganancia 29.33dBd <p>PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :</p>		27.042,00
1	<p>ACCESÓRIOS DE INSTALACION SISTEMA DE TRANSMISION Y SISTEMA RADIANTES que incluye :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementación de 60 m. cable coaxial de transmisión a 1 3/8 " • (2) Dos conectores para cable coaxial de 1 3/8" • (2) kit de accesorios de instalación de cable coaxial y accesorios compuesto por: hanger kit, angle kit, 2 wall roof feed thru, 2 grounding kit ,etc. <p>PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :</p>		9.726,00
SUBTOTAL PUESTO EN ECUADOR:			\$118.592,00

QUITO: Yafes Pinzon N26-42 y Ave Colon - TEL-FIX: 593 (02) 3819600; 3921 921; FAX: 593 (02) 3924 080
GUAYAQUIL: CERRO DEL CARMEN JUNTO A TELEAMAZONAS - TEL-FIX: 593 (04) 3903 441; 3903470 FAX: 593 (04) 3903461
CUENCA: AV. ISABEL LA CATOLICA Y AV. LOJA, URL LA PIEDRA CASA NO. 9 - TEL-FIX: 593 (07) 2617 709; 2613 844
SUCURSALES: AMBATO - LOJA - ESMERALDAS - MANTA - SALINAS



OPCION 630 Wtms:

CANT.	DESCRIPCION	P.UNIT.	P. TOTAL
1	<p>Transmissor TV solid-state Air Cooled, 630 Wtms Digital Ready 5YES, compuesto por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 PCM DRIVER(ISDB-Tb) • 1 Modulo HPA SLIM3 • RECEPTOR SAT embebido • RECEPTOR GPS embebido <p>Inputs:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dual ASI (Digital) • Hitless input switching (SFN) • Frequency agile - "static" or "adaptive" pre-correction (both linear and non-linear) • Modular & Reliable multi-PA structure • Broadband standardized design <p>Frequency ref:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Built-in high stability OCKO, • Input for optional external source • Built-in GPS receiver • Front-panel display & SNMP/HTTP for direct & remote equipment control. • Filtro de mascara critica de 8 cavidades analógicas/Digital, ISDB-Tb • Rack Frame • Dual Driver KIT ISDB-Tb <p>PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:</p>		64.510,00
1	<p>ARREGLO DE 6 ANTENAS TIPO PANEL UHF - SIRA (polarización elíptica) UHF. Incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Distribuidor de 6 vías con entrada tipo Flange EIA 7/8". • 6 cables de interconexión de 1/2" Herrajes galvanizados Y Codos 90° 3 1/8" • Ganancia 29.33dBd <p>PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :</p>		27.042,00
1	<p>ACCESORIOS DE INSTALACION SISTEMA DE TRANSMISION Y SISTEMA RADIANTES que incluye :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementación de 60 m. cable coaxial de transmisión a 7/8 " • (2) Dos conectores para cable coaxial de 7/8 • (2) Kit de accesorios de instalación de cable coaxial y accesorios compuesto por: hanger kit , angle kit, 2 wall roof feed thru , 2 grounding kit , etc. <p>PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :</p>		5.171,00
SUBTOTAL PUESTO EN ECUADOR:			\$36.723,00

QUITO: Yañez Píñon NQs-42 y Ave Colón - TEL: 593 (02) 3819600; 3931 921; FAX: 593 (02) 3934 080
GUAYAQUIL: CERRO DEL CARMEN JUNTO A TELEAMADORAS - TEL: 593 (04) 2903 641; 2903470 FAX: 593 (04) 2903461
CUENCA: AV. ISABEL LA CATOLICA Y AV. LOJA, URB. LA PIEDRA CASA NO. 9 - TEL: 593(07) 2817 709; 2812 844
SUCURSALES: AMBATO - LOJA - ESMERALDAS - MANTA - SALINAS

• SISTEMA DE MICROONDAS DIGITALES ESTUDIOS – TRANSMISOR CERRO CACHA:

CANT.	DESCRIPCION	P.UNIT.	P. TOTAL
1	TRANSMISOR DE MICRONDA ELBER TX Banda 6.25-6.90 ELBER • Potencia 1 W PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :		20.222,00
1	RECEPTOR DE MICRONDA ELBER RX Banda 6.25-6.90 ELBER PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :		21.102,00
1	DECODER ELBER IRD DVB-S/52 PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :		4.449,00
1	ENCONDER ISDB-Tb, MD 9700, entrada HD-SDI. PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :		9.020,00
1	MULTIPLEXOR HXL, línea ISCHIO, modelo ISMUX-004 PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :		5.200,00
2	PARABOLAS DE 4 PIES, PARA OPERAR EN LA BANDA 6.425 – 7.125 Mhz, Ganancia 35.89dBd PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :	3.542,00	7.084,00
30	Guía de onda Kit de accesorios de instalación Herrajes para parábolas PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :		3.684,00
2	TRANSITION UDR70 N FEMALE PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :	357,00	714,00
SUBTOTAL PUESTO EN ECUADOR:			\$71.475,00

• EQUIPOS SOLICITADOS :

CANT.	DESCRIPCION	P.UNIT.	P. TOTAL
1	• (1)SWITCHER DE VIDEO DATA VIDEO 4 CANALES • (1) MIXER DE AUDIO ZED 436 – 36 INPUTS 4 BUS RECORDING MIXER with USB PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :		3.813,00
1	• MONITOR TELEVISOR LED 42"(49") y CABLE HDMI PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :		1.688,00
SUBTOTAL PUESTO EN ECUADOR:			\$7.503,00

TOTAL DEL PROYECTO

ITEM	DESCRIPCION	P.TOTAL
1	I.- CHIMBORAZO Riobamba (Cerro Cacha) SISTEMA DE TRANSMISION Y SISTEMAS DE MICROONDAS (ESTUDIO - TX PRINCIPAL)	190.067,00
2	I.- CHIMBORAZO Riobamba (Cerro Cacha) Opción 1: 630 Wrms SISTEMA DE TRANSMISION Y SISTEMAS DE MICROONDAS (ESTUDIO - TX PRINCIPAL)	168.198,00
3	II. EQUIPOS DE ESTUDIO VARIOS SWITCHER, MIXER Y MONITOR	7.503,00
	SUBTOTAL OPCION PRINCIPAL:	197.570,00
	(+) 14% IVA:	27.659,80
	TOTAL PUESTO EN ECUADOR:	\$225.229,80

TERMINOS Y CONDICIONES:

- **Forma de pago:**
De acuerdo a convenio con el CUENTE al momento de la NEGOCIACION.
- **Tiempo de entrega:**
90 A 120 días laborables puesto en Ecuador, a partir del pago del Anticipo, + 15 días hábiles instalado.
- **Garantía:** Un año contra defectos de fabricación.
ECUATRONIX dispone de repuestos y servicio de garantía extendida de 14 meses como representante autorizado.
- **Validez de la oferta:** 15 días

Notas:

- No Incluye Instalación

Atentamente,

Lda. Natalie Fortuny
 Presidenta Ejecutiva

QUITO:	Yañez Pinzon N26-42 y Ave. Colón	- TEL: 593 (02) 3819600; 2921 921; FAX: 593 (02) 2924 080
GUAYAQUIL:	CERRO DEL CARMEN JUNTO A TELSAMAZONAS	- TEL: 593 (04) 2503 441; 2503470 FAX: 593 (04) 2503441
CUENCA:	AV. ISABEL LA CATOLICA Y AV. LOJA, URB. LA PIEDRA CASA NO. 9	- TEL: 593(07) 2817 709; 2812 844
SUCURSALES:	AMBATO - LOJA - ESMERALDAS - MANTA - SAUNAS	