



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA DE LA ENERGÍA LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES

NO RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

TÍTULO:

**“Estudio para la implementación de una estación de TV DIGITAL en
la UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA”.**

**Tesis de grado previo
a optar por el título
de Ingeniero en
Electrónica y
Telecomunicaciones**

AUTOR: Marlon Gabriel Carrión Matamoros.

DIRECTOR: Ing. Julio Cesar Guamán Segarra, Mg. Sc.

LOJA-ECUADOR

2014

CERTIFICACIÓN

Ing. Julio Cesar Guamán Segarra, Mg. Sc.
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Haber dirigido, asesorado, revisado y corregido el presente trabajo de tesis de grado, en su proceso de investigación cuyo tema versa en **“ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE TV DIGITAL EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA”**, previa la obtención del título de **Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones** realizado por el señor egresado: **Marlon Gabriel Carrión Matamoros**, la misma que cumple con la reglamentación y políticas de investigación, por lo que autorizo su presentación y posterior sustentación y defensa.

Loja, 06 de febrero de 2014



Ing. Julio Cesar Guamán Segarra, Mg .Sc.
DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

Yo **Marlon Gabriel Carrión Matamoros** declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

Autor: Marlon Gabriel Carrión Matamoros

Firma: 

Cédula: 1722210273

Fecha: 21/05/2014

CARTA DE AUTORIZACION DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACION ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO

Yo, **Marlon Gabriel Carrión Matamoros**, declaro ser autor de la tesis titulada: **ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACION DE TV DIGITAL EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en la redes de información del país y del exterior, con la cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 22 días del mes de mayo de 2014, firma el autor.

Firma:



Autor: Marlon Gabriel Carrión Matamoros.

Cédula: 1722210273

Dirección: Ciudad de Catamayo, 10 de Agosto entre Bolívar y Sucre.

Teléfono: 072677983 **Celular:** 0983074550

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. Julio Cesar Guamán Segarra, Mg .Sc.

Tribunal de Grado: Ing. Diego Vinicio Orellana Villavicencio, Mg .Sc

Ing. Rodolfo Pabel Merino Vivanco

Ing. Juan Manuel Galindo Vera, Mg .Sc.

PENSAMIENTO

“Mucho mejor atreverse a hacer cosas grandes, a obtener triunfos gloriosos, aun cuando matizados con fracasos, que formar en las filas de aquellos pobres de espíritu que ni gozan mucho ni sufren mucho porque viven en el crepúsculo gris que no conoce la victoria ni la derrota”

Theodore Roosevelt

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Dios por haberme dado a mis padres Luis Amable y Melania, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y mi capacidad. Es por Él y ellos que soy lo que soy ahora.

También a mis hermanos Luis Miguel, Santiago y Andrea por su paciencia amor y compañía en todos estos años.

Que Dios los bendiga siempre y saben que cuentan conmigo en todo...

AGRADECIMIENTO

Quisiera expresar en estas líneas mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que de una u otra forma han contribuido a la realización de esta tesis.

En primer lugar quisiera dirigirme a mis padres para expresarles mi más profundo sentir de agradecimiento por todos aquellos sacrificios que mi formación ha supuesto para ellos. Así mismo quisiera agradecerles a ellos y a mis hermanos todo el cariño y apoyo moral que siempre me han prestado.

A mi director de tesis, Ing. Julio Cesar Guamán Segarra, quisiera agradecerle la ayuda incondicional que siempre me ha prestado y el haber sabido guiar mi trabajo en los momentos más delicados. Su gran cultura científica, su disponibilidad y su simplicidad son algunos de los tantos elementos que han favorecido el desarrollo de esta tesis.

A el Ing. Henry Díaz, Director General de la parte de radiodifusión en ECUATV Matriz Quito, por el conocimiento impartido a lo largo del desarrollo de mi tesis.

A el Ing. Lenin Otero especialista en televisión Digital y desarrollador de proyectos en la SUPERTEL, por dedicar su valioso tiempo y compartir sus conocimientos sin esperar nada a cambio.

Al Ing. Gustavo Orna, Director General de Radiodifusión en la Superintendencia de Telecomunicaciones, por permitirme acceder a las instalaciones de dicha institución para desarrollar parte de mi tesis.

A la Universidad Nacional de Loja por donde he pasado una etapa muy importante de mi vida y he recibido una educación ejemplar.

A los docentes de la carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones por su conocimiento científico, moral y humanista brindados en el proceso de enseñanza.

TABLA DE CONTENIDOS

PENSAMIENTO	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VI
A. TÍTULO	8
B. RESUMEN	9
ABSTRACT	10
C. INTRODUCCIÓN	11
D. REVISIÓN DE LITERATURA	14
d.1 CAPÍTULO I: TDT (Televisión Digital Terrestre).	14
d.1.1 GENERALIDADES	14
d.1.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA TDT EN EL ECUADOR.	14
d.1.3 FUNCIONAMIENTO DE LA TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE	16
d.1.4 BENEFICIOS DE LA TDT (TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE)	16
d.1.5 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA TDT (TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE)	17
d.1.6 VENTAJAS DE LA TELEVISIÓN DIGITAL FRENTE A LA TELEVISIÓN ANALÓGICA.	18
d.1.7 ESTÁNDARES DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE (INTEGRATED SERVICES DIGITAL BROADCASTING) O RADIODIFUSIÓN DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS	19
d.2 CAPÍTULO II: ESTÁNDAR ISDBT-TB	20
d.2.1 OFDM (ORTHOGONAL FREQUENCY DIVISION MULTIPLEXING)	20
d.2.1.1 ORTOGONALIDAD	20
d.2.1.2 FUNCIONAMIENTO DE OFDM EN EL ESTÁNDAR ISDB-TB	20
d.2.1.3 MODO DE OPERACIÓN	22

Se tiene tres formas en las que opera el sistema, como son: 2k, 4k y 8k subportadoras. El número total de subportadoras moduladas en cada modo es 1405, 2809 y 5617, respectivamente de las cuales 1248, 2496 y 4992 portan datos, y las demás son utilizadas para ordenar y para transmisión de parámetros de modulación y codificación.	22
d.2.2 CODIFICACIÓN	23
La codificación de video se la hace utilizando la codificación MPEG-416 AVC1 (UIT18 H.264) y la codificación de audio, en modalidad multicanal utiliza MPEG-4 AAC nivel 4 o MPEG-4 HE-AAC nivel 4, en modalidad estéreo utiliza MPEG-4 AAC nivel 2 o MPEG-4 HE-AAC nivel 2, y para los dispositivos portátiles utiliza MPEG-4, AAC nivel 2.	23
d.2.2.1 MPEG-4 (H.264/AVC)	23
Es una norma que define un códec de vídeo de alta compresión, este proporciona una excelente calidad de imagen con una tasa binaria inferior a los estándares de compresión anteriores como son MPEG-2, H263, además incrementa la complejidad de su diseño. Es uno de los codecs escogido para BLUE-Ray y DVD-HD.	23
Como novedad frente a las normas anteriores, H.264 propone nuevas formas de participación de bloques. De este modo, se proporciona una mayor exactitud en la estimación de movimiento.....	23
d.2.2.2 CÓDEC DE VIDEO MPEG-4	24
Este presenta mejoras en la estimación de movimiento y filtraje de desbloqueo, además que se pueden hacer composiciones de video sobre un fondo en tiempo real. También ofrece mejores características frente a bajos flujos de datos, comunes de la web. A diferencia de los otros códec para la web, MPEG-4 soporta interleaving, resoluciones de hasta 4096 x 4096 y un flujo de datos entre 5 kbps y 10 Mbps en la primera versión. Teóricamente, MPEG-4 ofrece desde un ancho de banda muy bajo (telefonía móvil) hasta HDTV. Permite duplicar o triplicar el número de canales disponibles sobre el ancho de banda existente, al igual que permite la interactividad entre el operador y abonado o cliente.	24
d.2.2.3 TRANSMISIÓN TDT-TS (TRANSPORT STREAM)	24
TS es un protocolo de comunicación para audio, video y datos. Los flujos binarios de video y audio de cada programa se comprimen formando cada uno de ellos una corriente elemental conocida como ES (Elementary Stream). Cada uno de ES se estructura en forma de paquetes llamados PES (Packetized Elementary Stream).	24
d.2.2.4 MIDDLEWARE GINGA	26
d.2.3 SISTEMA DE MODULACIÓN JERÁRQUICA.	27
En modo Jerárquico, el estándar ISDB-T permite transmitir en forma simultánea un flujo de datos para recepción fija y otro flujo para recepción móvil. Para recepción fija, se puede transmitir un programa de HDTV o varios programas de SDTV. Para recepción móvil se transmite un programa de SDTV. En este caso, el programa de HDTV se transporta con una velocidad mayor y el programa de SDTV con una velocidad menor.	27

d.2.4 HDTV, SDTV	31
d.2.5 RED DE FRECUENCIA ÚNICA (SFN)	32
d.2.5.1 VENTAJAS DE SFN	33
d.2.5.2 DESVENTAJA DE SFN.	33
D.2.6 SET-TOP-BOX (STB)	34
d.2.6.1 FUNCIONAMIENTO DEL SET TOP BOX (STB)	35
3 CAPÍTULO III: ESTRUCTURA DE UNA ESTACIÓN DE TELEVISIÓN	36
d.3.1 CONTROL MASTER	36
d.3.2 PRODUCCIÓN	36
d.3.2.1 POST PRODUCCIÓN	37
d.3.3 SALA DE SONIDO	37
d.3.4 ESTUDIO DE TV O PLATO	37
d.3.5. MICRÓFONOS Y EQUIPOS DE INTERCOMUNICACIÓN INTERNA	39
d.3.5.1 CÁMARAS	39
d.3.5.1.1 CÁMARAS EFP	40
d.3.5.1.2 CÁMARAS ENG	40
d.3.5.2 SISTEMA DE ILUMINACIÓN	40
d.3.5.3 CONTROL DE VIDEO Y AUDIO	41
d.3.5.4 CUARTO DE SERVIDORES	41
d.3.6 EQUIPOS DE TRANSMISIÓN Y DIFUSIÓN	42
d.3.6.1 MODULADOR/DEMODULADOR DIGITAL	42
d.3.6.2 TRANSMISOR Y RECEPTOR DIGITAL	42
d.3.6.3 SISTEMA DE TRANSMISIÓN	42
d.5 CAPÍTULO 4: ORGANISMOS DE REGULACIÓN	43
d.5.1 SITUACIÓN REGULATORIA ACTUAL	43
d.5.1.1 EL CONSEJO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (CONATEL)	44
d.5.1.2 SECRETARIA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (SENATEL)	44
d.5.1.3 SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES	44
d.5.2 REGLAMENTO GENERAL A LA LEY DE RADIODIFUSIÓN Y TELECOMUNICACIÓN (DECRETO NO. 3398) PARA LA OBTENCIÓN DE FRECUENCIA EN GENERAL	45
d.5.3 NORMA TÉCNICA PARA EL SERVICIO DE TELEVISIÓN ANALÓGICA ABIERTA	50
d.5.3.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	51
d.5.3.2 DISTANCIA MÍNIMA ENTRE ESTACIONES	54
d.5.3.3 POTENCIA RADIADA MÁXIMA	54
d.5.3.4 SISTEMA DE TRANSMISIÓN	55

d.5.3.5 UBIACIÓN DE ANTENAS TRANSMISORAS	55
d.5.3.6 PROTECCIÓN CONTRA INTERFERENCIAS	55
d.5.3.7 FRECUENCIAS AUXILIARES	55
d.5.3.8 ESTUDIOS	56
d.5.4 CANALIZACIÓN DE TV ABIERTA VHF	56
d.5.4.1 GRUPOS DE CANALES	57
d.5.4.2 ASIGNACIÓN DE CANALES EN ECUADOR	57
d.6 ELECCIÓN DE SOFTWARE A UTILIZAR	59
d.6.1 DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE ICS TELECOM VERSIÓN 9	60
E.- MATERIALES Y MÉTODOS.....	63
e.1 Materiales	63
e.2 Métodos.....	63
e.2.1 METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO	64
1. INFORMACIÓN DE PARTIDA	64
2. ESTRUCTURA PARA LA TRANSMISIÓN DE ISDB-Tb	67
3. RADIOENLACE	70
4. ELECCIÓN DE LOS SERVICIOS A TRANSMITIR.....	74
5. SIMULACIÓN DE COBERTURA.	78
F. RESULTADOS.....	80
f.1 Presupuesto	80
f.1.1 Inversión total	87
f.2 Resultado Técnico.	88
FUENTE: PROPIA.....	89
G. DISCUSIÓN.....	90
H. CONCLUSIONES	92
I. RECOMENDACIONES.....	93

J. BIBLIOGRAFÍA.....	94
DOCUMENTOS DE TESIS.....	94
REVISTAS DE ELECTRÓNICA Y PAPERS	94
PÁGINAS WEB	95

FIGURAS

Figura 1. Distribución de canal.....	21
Figura 2. Distribución de portadoras	21
Figura 3. Transport Stream TS.....	25
Figura 4. Formato de multiplexación de ISTB-Tb	26
Figura 5. Aplicaciones GINGA	27
Figura 6. Sistema ISDTB-Tb utilizando "Time Interleaving"	28
Figura 7. Bandas de guarda superior e inferior	29
Figura 8. Segmentación ISTB-Tb	30
Figura 9. Red de frecuencia única (SFN).....	32
Figura 10. Estructura de una estación digital	36
Figura 11. Estudio de Televisión o plato	38
Figura 12. Diagrama de flujo de un sistema de televisión multicámara.....	38
Figura 13. Organismos de regulación	43
Figura 14. Área de cobertura.....	51
Figura 15. Ubicación geográfica de los grupos.....	59
Figura 16. Capas de ICS Telecom.....	61
Figura 17. Pantalla ICS Telecom.	61
Figura 18. Distribución de los sistemas de TV que brinda la TDT en el estándar ISDB-Tb	66
Figura 19. Diagrama de bloques del enlace de microondas y difusión.....	67
Figura 20. Enlace Universidad Nacional de Loja -Cerro Huachichambo	70
Figura 21. Simulación del Radioenlace.....	74
Figura 22. Arreglo de antenas y patrón de radiación obtenido.....	78
Figura 23. Cobertura total de la Ciudad de Loja con parámetros digitales	88
Figura 24. Cobertura total de la Ciudad de Loja con parámetros analógicos	89

TABLAS

Tabla 1. Votación de la calidad de video de los estándares de TDT.....	14
Tabla 2. Votación de la calidad de audio de los estándares de TDT.....	15
Tabla 3. Características generales de ISDBT-Tb.....	30
Tabla 4. Resolución de la Televisión.....	32
Tabla 5. Equipos de Producción.....	36
Tabla 6. Equipos intercomunicadores y micrófonos.....	39
Tabla 7. Diferencias de tipo de cámaras.....	39
Tabla 8. Elementos del sistema de iluminación.....	41
Tabla 9. Equipos de Control de Audio y Video.....	41
Tabla 10. Equipos del cuarto de servidores.....	41
Tabla 11. Equipos de transmisión.....	42
Tabla 12. Niveles de intensidad de campo mínimo a proteger.....	53
Tabla 13. Relación de protección para la señal de imagen contra interferencias de cocanal.....	53
Tabla 14. Relación de protección para la señal de imagen contra interferencias de canal adyacente.....	54
Tabla 15. Canalización de TV abierta VHF y UHF.....	56
Tabla 16. Grupos de Canales VHF y UHF.....	57
Tabla 17. Asignación de canales a los distintos sectores del país.....	57
Tabla 18. Disponibilidad de canales en las bandas I y III de VHF.....	64
Tabla 19. Cuadro actual de disponibilidad de canales en el Ecuador en las bandas IV y V de UHF.....	64
Tabla 20. Coordenadas de los puntos (UNL-Cerro Huachichambo).....	70
Tabla 21. Características del Transmisor.....	71
Tabla 22. Características de la antena parabólica ANDREW.....	71
Tabla 23. Factores de Rugosidad del Terreno.....	72
Tabla 24. Factores de análisis climático.....	72
Tabla 25. Asignación de segmentos y modulaciones.....	75
Tabla 26. Equipo transmisor.....	76
Tabla 27. Antena de Difusión.....	76
Tabla 28. Sistema de Transmisión.....	77
Tabla 29. Descripción técnica de los equipos que conforman un estudio de televisión.....	80
Tabla 30. Servidor de almacenamiento.....	83
Tabla 31. Servidor.....	83
Tabla 32. Equipo multiplexor de las señales HD,SD, ONE SEG, en ISDB-Tb.....	84
Tabla 33. Equipo modulador, excitador y transmisor del BTS en ISDB-Tb.....	84
Tabla 34. Modulador multiplexor y excitador utilizado para la transmisión de la señal BTS en el enlace microondas.....	85
Tabla 35. Servidor de contenidos Digitales con salida ASI.....	86
Tabla 36. Transmisor de la señal BTS en el enlace microondas.....	86

Tabla 37. Antena parabólica para enlace microondas.....	86
Tabla 38. Antena tipo panel, para difusión	87
Tabla 39. Resultados.....	87

a. TÍTULO

“ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE TV DIGITAL
EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA”.

b. RESUMEN

El estudio comenzó a partir de la adopción del estándar de Televisión Digital japonés-brasileño que el Ecuador oficialmente incorporó en el año 2010.

El presente trabajo se basa en el estudio de la Televisión Digital Terrestre (TDT), y el estándar de televisión ISDB-Tb¹ que Ecuador adoptó, para poder plasmar esa información en la implementación de una estación de televisión digital en la Universidad Nacional de Loja siguiendo los lineamientos técnicos y jurídicos que la Republica del Ecuador impone con sus diferentes órganos de regulación y control como son la CONATEL² Y LA SUPERTEL³.

El presente trabajo se encuentra dividido en capítulos los mismos que brindan información sobre la televisión digital y el estándar anteriormente mencionado que el Ecuador posee en la actualidad, además se encuentra información del aspecto legal para acceder a una concesión de frecuencia.

El informe de tesis, presenta como resultado final, el estudio económico, legal y técnico para aportar con la mayor cantidad de requisitos que el Estado Ecuatoriano solicita para ofrecer una concesión de frecuencia, entre ellos el análisis de cobertura para la ciudad de Loja.

Se presenta la metodología utilizada, y se analizan los resultados conseguidos.

Finalmente se redactan las conclusiones y recomendaciones del presente informe.

¹ ISBT-Tb ó SBTVD, acrónimo de Sistema Brasileiro de Televisión Digital (Sistema Brasileiro de Televisión Digital). También denominado ISDB-Tb (ISDB-T japonés estándar, versión brasileña) es una técnica estándar para la televisión digital de difusión.

² CONATEL, Consejo Nacional de Telecomunicaciones.

³ SUPERTEL, Superintendencia de Telecomunicaciones

ABSTRACT

The study began from the adoption of the Japanese-Brazilian digital television standard that Ecuador officially incorporated in 2010.

This work is based on the study of the Digital Terrestrial Television (DTT), and the television standard ISDB -Tb that Ecuador adopted recently, which is applied to capture the information to be used into the implementation of a digital television station at the Universidad Nacional de Loja. This work follows the technical and legal guidelines that are imposed by the Republic of Ecuador through its different regulatory and control departments such as CONATEL and the SUPERTEL

This work is divided into different chapters which give information about the digital television and the standard technology that Ecuador is using nowadays. Furthermore, it is presented the legal aspect to obtain a frequency concession.

The thesis report presents the final result about the economic, legal and technical studies to provide the largest number of requirements that the Ecuadorian State requested to provide a frequency concession, including coverage analysis for the city of Loja.

Additionally, it is presented the methodology used in this work and the results are analyzed.

Finally, the conclusions and recommendations of this study are presented.

c. INTRODUCCIÓN

La televisión digital representa una evolución en la transmisión de programas junto a la flexibilidad de los contenidos emitidos, siendo posible aumentar el número de canales en el mismo ancho de banda utilizado por la televisión analógica.

El desarrollo de la televisión digital inicia en los Estados Unidos con el estándar ATSC (Advance Television System), y en Europa el estándar DVB-T (Digital Video Broadcasting - Terrestrial), luego de esto Japón desarrolló su propio estándar llamado ISTB-T (Intengrated Service Digital Broadcasting - Terrestrial). Los estándares mencionados anteriormente son los que predominan en el mundo, mientras que Brasil tomó como base el estándar Japonés y le realizó unos cambios, este nuevo estándar fue llamado ISDB-Tb, el mismo que Ecuador y varios países de Latinoamérica han incorporado. Y por último China desarrolló un estándar en los últimos años llamado DTMB (Digital Terrestrial Multimedia Broadcasting).

En el Ecuador ya se cuenta con estudios de televisión digital en la principales estaciones de televisión de las provincias de Guayas, Pichincha y Azuay. Algunas de estas estaciones televisivas ya se encuentran transmitiendo en señal digital con el estándar ISDBT-Tb como es el caso de ECUAVISA HD, TC MI CANAL HD, ECUATV HD, OROMAR HD, estas estaciones se encuentran transmitiendo en las provincias anteriormente mencionadas y se encuentran transmitiendo en señal analógica y digital, solo aquellos televisores que cuenten con el decodificador ISDBT-Tb y también con los STB⁴ que se encuentran en venta en las principales tiendas de tecnología pueden reproducir esta señal.

El Ecuador tiene estimado que en el año 2016 empezará prolongadamente el apagón analógico comenzando en las principales ciudades del país y se culminará hasta el 2018 en todo el país.

La Universidad Nacional de Loja, considera necesario impulsar acciones específicas para obtener una concesión de frecuencia. En el año 2011 el Director de la Radio de la

⁴ STB: dispositivos que pueden recibir las señales digitales y decodificarlas para la televisión analógica

Universidad Nacional de Loja, Ing. Juan Lucero, realizó un estudio conjuntamente con personal técnico, para solicitar una concesión de frecuencia de Radio y Televisión, dicha petición fue negada ya que el estudio, fué analógico y no se consideraba el estándar de televisión digital que el Estado ecuatoriano adoptó en el año 2010, los mencionados estudios realizados se encuentran reposando en las instalaciones de la Carrera de Comunicación Social de la Universidad anteriormente mencionada.

Actualmente la Universidad Nacional de Loja no cuenta con un estudio, y esto impide realizar la solicitud de una concesión de frecuencia para la incorporación de un canal de televisión.

Este proyecto se denomina “Estudio para la implementación de una estación de TV DIGITAL en la UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA”, y se lo realiza en base a la inclusión de la Televisión Digital en el Ecuador.

Las estaciones televisivas que se encuentran ubicadas en la ciudad de Loja, aun no realizan un estudio digital para poder realizar la migración analógico-digital según la consulta a los principales canales de televisión como UV Televisión y ECOTEL en enero de 2013.

Entre las características más sobresalientes del estándar ISDB-Tb se tienen: movilidad y portabilidad por medio de one-seg, interactividad por medio de su middleware GINGA⁵, multiprogramación, robustez y la posibilidad de implementar redes de frecuencia única (SFN), con las redes de frecuencia única se puede utilizar de manera eficiente el espectro radioeléctrico, permitiendo ofrecer a los televidentes una mayor cantidad de programación, sin interferencia y zonas de sombra.

Este diseño se basa directamente en la NORMA TÉCNICA PARA EL SERVICIO DE TELEVISIÓN ANALÓGICA Y PLAN DE DISTRIBUCIÓN DE CANALES (Resolución No. 1779- CONARTEL-01), en la cual brinda la información de las zonas y canales disponibles en la banda UHF⁶ en el territorio ecuatoriano, siendo la zona L1

⁵ Gínga: es un conjunto de software ubicado entre (plataforma de hardware y sistema operativo). Usado para aplicaciones televisivas.

⁶ UHF (Frecuencias Ultra Altas): es una banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 300 MHz a 3 GHz.

que incluye los cantones de Loja, Catamayo y Saraguro del grupo G1 donde se encuentra disponible el canal 41 en donde se enfoca el estudio.

En base al acuerdo Interministerial No. 170 del 3 de agosto de 2011, se crea el Comité Interinstitucional Técnico para la Implementación de la Televisión Digital Terrestre (CITDT), conformado por: el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (MINTEL); la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL); la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) y la Secretaría Nacional de Planificación (SENPLADES).

Para calcular el área de cobertura y la confiabilidad de los enlaces se realiza la simulación de los sistemas de televisión en el software (ICS Telecom Versión 9)⁷, siendo éste el software que usa la SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES para realizar la respectiva regulación y dar el visto bueno para la aprobación de concesiones de frecuencia.

⁷ ICS Telecom Versión 9: software de diseño en todas las tecnologías de radio desde la frecuencia de 10 kHz hasta 450 GHz.

d. REVISIÓN DE LITERATURA

d.1 CAPÍTULO I: TDT (Televisión Digital Terrestre).

d.1.1 GENERALIDADES

En la televisión analógica, los parámetros de la imagen y del sonido se representan por las magnitudes analógicas de una señal eléctrica, en donde el transporte de esta señal analógica a los hogares ocupa muchos recursos. En la televisión digital estos parámetros analógicos se representan a través de señales digitales o conocidas como código binario, es decir usando los dígitos “1” y “0”. El proceso de digitalización de una señal analógica lo realiza el conversor analógico/digital, el cual se encarga de comprimir la señal, almacenarla y transportarla con un mínimo uso de recursos sin degradar la calidad del video ni del audio.

d.1.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA TDT EN EL ECUADOR.

El gobierno ecuatoriano representado por la SUPERTEL con la cooperación de universidades realizaron pruebas de campo en la ciudad de Quito y sus alrededores, con los estándares de televisión digital, en las tablas 1 y 2 se pueden visualizar los resultados obtenidos de la evaluación minuciosa de audio y video. En las dos tablas se aprecia que el estándar ISDB-Tb tiene una alta aceptación, en lo que se refiere a la calidad de audio y video, la información tomada es por la votación de 255 miembros, entre estudiantes universitarios y técnicos de la SUPERTEL, que se involucraron en el estudio comparativo de los estándares de televisión digital que en la actualidad predominan.

Tabla 1. Votación de la calidad de video de los estándares de TDT.

CALIDAD	DVB-T	ISDB-T	ISDB-Tb	DTMB
Excelente	83 (32,5%)	164 (64%)	216 (85%)	202 (79%)
Buena	96 (38%)	30 (12%)	23 (9%)	21 (8,2%)
Regular	12 (4,5%)	1 (0,4%)	8 (3%)	2 (0,8%)
Pobre	4 (1,5%)	1 (0,4%)	5 (2%)	6 (2,5%)

Mala	60 (23,5%)	59 (23,2%)	3 (1,2%)	24 (9,5%)
------	------------	------------	----------	-----------

Fuente: Estudio técnico de los estándares de TDT, SUPERTEL. 2009

Tabla 2. Votación de la calidad de audio de los estándares de TDT

CALIDAD	DVB-T	ISDB-T	ISDB-Tb	DTMB
Excelente	170 (66,6%)	163 (64%)	232 (91%)	216 (85%)
Buena	18 (7,1%)	27 (10,4%)	13 (5%)	7 (2,5%)
Regular	2 (0,8%)	5 (2%)	5 (2%)	2 (0,8%)
Pobre	2 (0,8%)	1 (0,4%)	2 (0,8%)	4 (1,5%)
Mala	63 (24,7%)	59 (23,2%)	3 (1,2%)	26 (10,2%)

Fuente: Estudio técnico de los estándares de TDT, SUPERTEL. 2009

Mediante Resolución No. 084-05-CONATEL-2010 del 25 de marzo de 2010, el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) resolvió adoptar el estándar de televisión digital ISDB-Tb (Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial) para el Ecuador, con las innovaciones tecnológicas desarrolladas por Brasil.

En base al acuerdo Interministerial No. 170 del 3 de agosto de 2011, se crea el Comité Interinstitucional Técnico para la Implementación de la Televisión Digital Terrestre (CITDT), conformado por: el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (MINTEL); la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL); la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) y la Secretaría Nacional de Planificación (SENPLADES).

El CITDT tiene las atribuciones para crear Comités Consultivos (también llamados Grupos de Trabajo) los cuales “analizarán principalmente los aspectos técnicos de los temas definidos por el CITDT”. Los Comités Consultivos (CC) creados por el CITDT, a la fecha, son cuatro: CC Técnico, CC Económico, CC de Investigación, Desarrollo e Innovación y el CC de Contenidos.

El CC de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) ó Grupo de Trabajo I+D+i, se encuentra trabajando en varias iniciativas de su competencia, entre ellas la promoción de Investigación y el Desarrollo de TDT en Ecuador, para lograr este objetivo ha elaborado el Plan de Desarrollo de Capacidades de TDT. (CITDT – Grupo I+D+i, 2012)

d.1.3 FUNCIONAMIENTO DE LA TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE

La Televisión Digital Terrestre o TDT es la aplicación de las nuevas tecnologías del medio digital a la transmisión de contenidos a través de una antena convencional (aérea), combinando la televisión digital con la transmisión terrestre, emitiendo por los canales de la TV convencional analógica. En este sistema la señal es transmitida ya sea por aire, cable o satélite con una alta resolución. La novedad de la TDT es su difusión a través de ondas hertzianas terrestres y, además, es un servicio público y por consiguiente, gratuito.

d.1.4 BENEFICIOS DE LA TDT (TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE)

La televisión digital terrestre brinda una serie de beneficios, entre los cuales podemos nombrar los siguientes:

- Permite tener una recepción de alta calidad en nuestros hogares.
- Permite la recepción portátil y en movimiento.
- Permite usar redes de única frecuencia.
- Requiere menor potencia de transmisión.
- Incrementa la oferta de programas y servicios multimedia.
- Mejora de la calidad de la imagen y del sonido (se evitan los efectos de nieve y de doble imagen de la televisión analógica) en la zona de cobertura, consecuencia de la robustez de la señal digital frente al ruido, las interferencias y la propagación multitrajecto.
- Permite un realismo mayor de los contenidos.
- Permite visualizar un formato panorámico de 16:9
- Se puede ofrecer un sonido multicanal, con calidad de disco compacto.
- Multiplicidad de canales de audio permite conseguir el efecto de sonido perimétrico empleado en las salas de cine. Aparte, estos canales podrían emplearse para transmitir diferentes idiomas con el mismo programa de video.
- El televisor se convierte en una terminal multimedia que permitirá acceder a datos de telecomunicaciones, obteniendo valores agregados como correo

electrónico, video bajo demanda, (pay per view)⁸, teletexto avanzado, banco en casa, tienda en casa, etc.

- Soporta acceso a internet como un canal de retorno que trabaja con transmisión de datos.
- No presenta problemas de interferencia con los canales adyacentes

d.1.5 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA TDT (TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE)

- **Robustez vs Ruido**

En transmisiones analógicas las señales débiles son sinónimos de una calidad de imagen mala, degradada con ruido, mientras que una señal digital está representada solamente con “1” o “0” haciendo que las transmisiones digitales sean más inmunes al ruido comparadas con la transmisión analógica.

- **Técnicas de corrección de errores**

La corrección de errores sólo se puede dar en los sistemas de transmisión digital. La corrección de errores es una tecnología indispensable para los sistemas digitales.

- **Utilización del mismo método para el transporte de información.**

Como es un sistema digital, se habla de bits, por ello la información de audio, video y datos se enviará de la misma manera, lo que facilita la incorporación de nuevos servicios.

- **Transmisión de baja potencia.**

Como la transmisión digital está menos propensa a ruidos como la transmisión analógica debido a lo que se menciona anteriormente, la potencia de transmisión baja considerablemente con una relación de 1/10 teórico, con respecto a la transmisión analógica, esto también depende de la tasa de bits a transmitir y de las condiciones de envío y recepción. (NOROÑA, 2004)

- **Efecto de canalización.**

⁸ Pay per view: en la traducción al español quiere decir pagar por ver, es decir el televidente tiene la opción de pagar para ver los programas o la programación que sienta conveniente.

Como tenemos una transmisión de baja potencia en la televisión digital, el efecto en canales adyacentes es pequeño, por lo que la planificación no es difícil por lo tanto se puede ocupar la mayor cantidad de canales.

d.1.6 VENTAJAS DE LA TELEVISIÓN DIGITAL FRENTE A LA TELEVISIÓN ANALÓGICA.

Tabla 3.Comparacion de la Televisión Digital frente a la Televisión Analógica

Análisis	Televisión Digital	Televisión Analógica
Calidad de Imagen	Dado que la señal se transmite de forma digital, esto permite eliminar el efecto niebla o doble imagen de nuestros televisores.	La información de codifica mediante la variación continua de una magnitud eléctrica esto hace que la señal varíe y no se pueda apreciar de la mejor manera cuando hay lluvia o elementos externos que impidan la correcta comunicación.
Relación de Aspecto	Tiene la posibilidad de ofrecer contenidos con formato de imagen panorámico y disponible en una alta gama de televisores, como es el caso de la relación de aspecto 16:9.	Este cumple desde sus inicios con la relación de aspecto 4:3, en los últimos años se incorporó la relación de aspecto 16:9 debido a las aceptaciones tecnológicas y estándar de los nuevos televisores.
Sonido	Mejor calidad de sonido (parecida a la que proporciona un CD), con efectos surround multicanal.	Al igual que la calidad de imagen la calidad de sonido depende de la magnitud eléctrica que llegue al televisor
Espectro Radioeléctrico	Debido al uso más eficiente que la TDT hace del espectro radioeléctrico, esto permite incrementar de modo significativo la oferta de canales disponibles al público, pasando de una oferta entre 6 y 8 canales debido a la distribución de canales por segmentos en los mismos 6 MHz que ocupa la	Se transmite un programa televisivo en el ancho de banda de 6 MHz.

	televisión analógica.	
Servicios Adicionales	Tiene servicios de guía electrónica, servicios de información, ampliación de noticias, estadística deportivas, etc.	No ofrece ningún servicio adicional.

Fuente: Propia

d.1.7 ESTÁNDARES DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE (INTEGRATED SERVICES DIGITAL BROADCASTING) O RADIODIFUSIÓN DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS

En el mundo existen varios estándares de televisión digital terrestre, entre ellos tenemos a DVB, ATSC, ISDBT, ISDBT-Tb.

Del análisis efectuado en los diferentes aspectos expuestos en el informe (técnico, socioeconómico y de cooperación internacional), el Organismo Técnico de Control recomendó al CONATEL la adopción del estándar ISDB-T/SBTVD (japonés con variaciones brasileñas). El Consejo votó a favor de la recomendación por unanimidad y reconoció el papel de la Superintendencia en este proceso trascendental para el país.

El estándar adoptado por Ecuador con la Resolución RTV-039-02-CONATEL-2012 del Consejo Nacional de Telecomunicaciones, fue el que mejor se acopló a los requerimientos que presenta Ecuador, acoplándose de una manera eficaz a los resultados del estudio socioeconómico, cultural, regulatorio, educacional entre otros. Este estándar abarca tres tipos de sistemas como es ISDB-Tb por cable, satelital y terrestre. El estándar fue desarrollado originalmente en Japón, pero fue mejorado en Brasil, país donde su uso comercial comenzó el 2 de diciembre de 2007. También es conocido como ISDBT internacional o SBTVD-T Sistema Brasileño de Televisión Digital Terrestre. La ANATEL (Agencia Nacional de Telecomunicaciones) de Brasil ha incluido ciertas modificaciones.

El Ecuador adoptó el estándar ISDB-Tb por la calidad de servicio; especialmente con lo referente a la imagen, audio y video, con este estándar se podrá brindar mayor cobertura. El Ecuador se sumó a la lista de la mayoría de los países en América en adoptar dicho estándar. Japón y Brasil se comprometieron con el país a brindar

asesoramiento técnico mientras se logra la implementación del sistema, mediante convenios entre los gobiernos de estos países. (SUPERTEL, 2011)

d.2 CAPÍTULO II: ESTÁNDAR ISDBT-TB

d.2.1 OFDM (ORTHOGONAL FREQUENCY DIVISION MULTIPLEXING)

Esta técnica de multiplexación envía varias portadoras con distintas frecuencias y con ortogonalidad entre ellas, y cada una envía parte de la información.

En el estándar ISDB-Tb se utiliza la modulación COFDM a diferencia del OFDM esta es una técnica métodos de codificación más el entrelazado para la corrección de errores en el receptor. COFDM modula la información en múltiples frecuencias portadoras ortogonales donde cada una está modulada en amplitud y fase y lleva una tasa de símbolos muy baja además de tener una alta eficiencia espectral.

d.2.1.1 ORTOGONALIDAD

Dentro de cada símbolo OFDM, para evitar la interferencia ICI⁹, las portadoras mantienen una separación en frecuencia cuyo valor responde a una condición muy especial, que constituye el principio de funcionamiento de este sistema de modulación. El principio de ortogonalidad se cumple cuando la separación entre portadoras es igual a la inversa del tiempo de duración del símbolo.

d.2.1.2 FUNCIONAMIENTO DE OFDM EN EL ESTÁNDAR ISDB-TB

En el estándar ISDB-Tb se distribuye la información tanto en tiempo y en frecuencia como se observa en la figura 1.

⁹ ICI: de sus siglas en inglés Inter Carrier Interference, que es la interferencia que se produce entre portadoras.

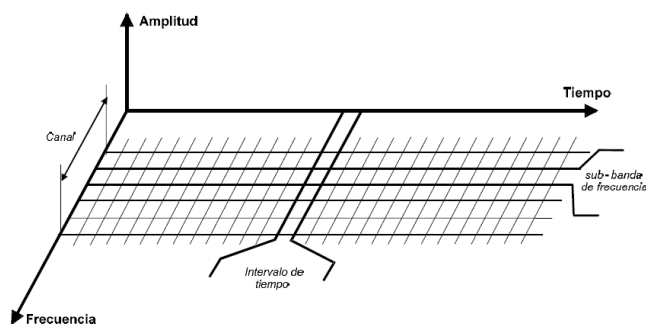


Figura 1. Distribución de canal
Fuente: (PISCIOTTA, Néstor. 2010)

Como se puede observar en la figura anterior en el dominio de la frecuencia se destina una sub-banda para cada portadora, mientras en el dominio del tiempo se divide en cortos intervalos.

En la figura 2 se representa la ubicación de las portadoras en la secciones que generan el dominio de la frecuencia como la del tiempo, a todas las portadoras que se encuentran ubicadas en un intervalo de tiempo se lo conoce como símbolo OFDM, y una sucesión de símbolos en un determinado tiempo es conocido como cuadro OFDM. En el estándar ISDB-Tb el cuadro OFDM está conformado por 204 símbolos.

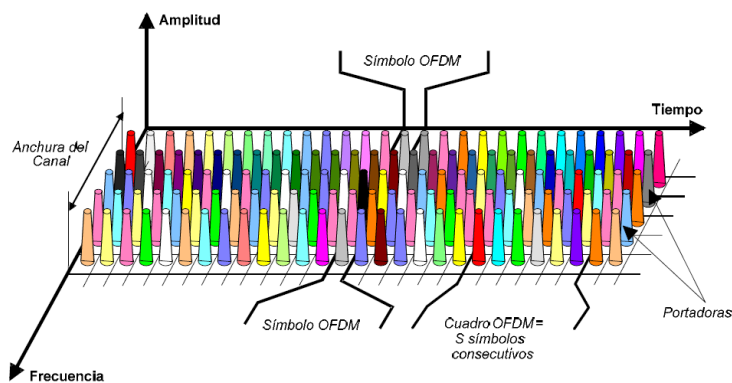


Figura 2. Distribución de portadoras
Fuente: (PISCIOTTA, Néstor. 2010)

Cada portadora se modula independientemente utilizando una cierta cantidad de bits, ya sea 2, 4, 6,..., esto dependiendo del tipo de modulación digital que se esté utilizando.

Para mejorar la robustez de OFDM se emplea entrelazado en frecuencia y en tiempo. El entrelazado en frecuencia consiste en distribuir los bits de datos contiguos en diferentes portadoras, mientras que el entrelazado en tiempo se refiere a distribuir símbolos OFDM consecutivos en diferentes intervalos de tiempo.

En cada banda se transmite una subportadora que transporta una porción de la información, la cual es modulada en QPSK, 16QAM o 64QAM. Cada subportadora es ortogonal a las demás subportadoras así se evita la interferencia. (Piscciotta, 2010).

d.2.1.3 MODO DE OPERACIÓN

Se tiene tres formas en las que opera el sistema, como son: 2k, 4k y 8k subportadoras. El número total de subportadoras moduladas en cada modo es 1405, 2809 y 5617, respectivamente de las cuales 1248, 2496 y 4992 portan datos, y las demás son utilizadas para ordenar y para transmisión de parámetros de modulación y codificación.

El modo 2k se utiliza para transmisiones pequeñas que este cubriendo zonas geográficas reducidas es decir que requieran potencias mínimas, en el modo 8k puede ser usado por áreas geográficas extensas con una única frecuencia portadora por canal. La fuerte protección del COFDM permite que el sistema pueda operar manteniendo la misma frecuencia portadora a toda una región geográfica extensa (cubierta en varios radioenlaces). El receptor interpreta la señal procedente del radioenlace más débil como una señal multitrayecto y puede rechazarla.

El modo de subportadoras 2k es más adecuado para recepción en dispositivos móviles, puesto que la duración menor de cada símbolo OFDM permite velocidades del móvil mayores (variaciones del canal más rápidas), precisamente hasta 4 veces superiores que en el modo 8k. En cambio, la desventaja de usar el modo 2k es que está limitado a canales 4 veces menos dispersivos que el modo 8k, lo que se traduce en celdas cuyo radio de cobertura es 4 veces menor que para el caso 8k, y por ende, cuya área de cobertura es 16 veces menor. Esto encarece significativamente el costo de implementación. El modo 4k fue introducido como un compromiso intermedio entre costo y movilidad.

La señal digital es transmitida en forma de conjuntos de símbolos. Un símbolo está formado de 2 bits en QPSK, 4 bits en 16 QAM, y 6 bits en 64 QAM. De esta manera se evita la interferencia de portadoras.

d.2.2 CODIFICACIÓN

La codificación de video se la hace utilizando la codificación MPEG-416 AVC1 (UIT18 H.264) y la codificación de audio, en modalidad multicanal utiliza MPEG-4 AAC nivel 4 o MPEG-4 HE-AAC nivel 4, en modalidad estéreo utiliza MPEG-4 AAC nivel 2 o MPEG-4 HE-AAC nivel 2, y para los dispositivos portátiles utiliza MPEG-4, AAC nivel 2.

d.2.2.1 MPEG-4 (H.264/AVC)

Es una norma que define un códec de vídeo de alta compresión, este proporciona una excelente calidad de imagen con una tasa binaria inferior a los estándares de compresión anteriores como son MPEG-2, H263, además incrementa la complejidad de su diseño. Es uno de los codecs escogido para BLUE-Ray y DVD-HD.

Como novedad frente a las normas anteriores, H.264 propone nuevas formas de participación de bloques. De este modo, se proporciona una mayor exactitud en la estimación de movimiento.

- Codificación de entropía mejorada.
- Compensación, predicción de movimiento mejorada.
- Ahorro sustancial de bitrate (hasta un 50%) respecto a otros estándares, manteniendo la misma y mejor calidad de imagen.
- Mejora de calidad de imagen manteniendo la misma relación S/N.
- Los errores de transmisión sobre varias redes son tolerados.
- Decodificación exacta, la cual define la forma en el cual los cálculos numéricos son realizados por un codificador y un decodificador para evitar la acumulación de errores.
- Capacidades de latencia baja y mejor calidad para una mayor latencia.
- La complejidad del codificador triplica la de los anteriores.

H.264 tiene flexibilidad y soporta una amplia variedad de aplicaciones con diferentes requerimientos de tasa de bit, como ejemplo, en una aplicación de un video de entretenimiento que incluye radiodifusión, satélite, cable o DVD, H.264 será capaz de entregar un desempeño de entre 1 a 10 Mbps con alta latencia, mientras que para los

servicios de telecomunicaciones, H.264 puede entregar tasas de bit por debajo de 1 Mbps con baja latencia.

Entonces H.264 es una norma que define un código de video de alta compresión, capaz de proporcionar una imagen de buena calidad, sin incrementar la complejidad de su diseño.

d.2.2.2 CÓDEC DE VIDEO MPEG-4

Este presenta mejoras en la estimación de movimiento y filtraje de desbloqueo, además que se pueden hacer composiciones de video sobre un fondo en tiempo real. También ofrece mejores características frente a bajos flujos de datos, comunes de la web. A diferencia de los otros códecs para la web, MPEG-4 soporta interleaving, resoluciones de hasta 4096 x 4096 y un flujo de datos entre 5 kbps y 10 Mbps en la primera versión. Teóricamente, MPEG-4 ofrece desde un ancho de banda muy bajo (telefonía móvil) hasta HDTV. Permite duplicar o triplicar el número de canales disponibles sobre el ancho de banda existente, al igual que permite la interactividad entre el operador y abonado o cliente.

La transmisión de televisión digital consiste en multiplexar señales digitales de video, audio y datos. El formato digital de dichas señales comprimidas, permite utilizar la capacidad de los medios de transmisión óptimamente, y constituye el factor principal de la eficiencia espectral de la televisión digital en comparación con la transmisión analógica.

d.2.2.3 TRANSMISIÓN TDT-TS (TRANSPORT STREAM)

TS es un protocolo de comunicación para audio, video y datos. Los flujos binarios de video y audio de cada programa se comprimen formando cada uno de ellos una corriente elemental conocida como ES (Elementary Stream). Cada uno de ES se estructura en forma de paquetes llamados PES (Packetized Elementary Stream).

Los paquetes de video, audio y datos de un mismo programa, pasan posteriormente a un multiplexor también conocido como MUX, donde se establece un solo tren binario, en la multiplexación el grupo de estándares de MPEG distingue entre dos posibilidades.

- a) La conformación de una corriente de programa PS (Program Stream)

b) La conformación de una corriente de transporte TS (Transporte Stream)

El elemento básico o Elementary Stream (ES) es un flujo continuo de información de un mismo tipo este puede ser audio, video o datos. En los ES de tipo de datos Private Sections residirán las aplicaciones interactivas, normalmente el codificador MPEG genera un ES.

Para la utilización de Broadcasting se usa un esquema de Transport Stream (TS), y este TS a su vez contiene varios ES (Elementary Stream). En televisión digital un TS equivale a lo que se le denomina un Multiplex.

Un servicio está asociado al canal de TV se emite como una serie de ES dentro de un TS. Dentro de un Multiplex TS se pueden emitir varios canales o servicios, los Multiplex TS se emiten solamente en una determinada frecuencia.

Un TS puede emitir a 40 Mbps en cable, satélite, y 20 Mbps en propagación terrestre aproximadamente, contiene 4 canales, dependiendo de la compresión, modulación y modelo de negocio del operador.

Los ES contenidos en una TS se transmiten multiplexados en paquetes de 188 bytes, o dicho de otra forma: un flujo MPEG-4. Un ES tiene un ID o identificador único dentro de un TS.

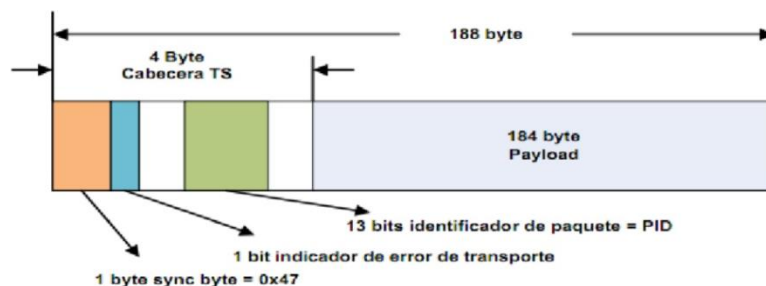


Figura 3. Transport Stream TS

Fuente: <http://chapters.scte.org/cascade/DVB%20Overview.ppt>

Para que el receptor sepa, a qué canales pertenecen los ES contenidos en un TS, durante el proceso de multiplexación de TS se incluyen ES específicos que contienen esta información a esto lo denominan, Service Information. Parte de esta información viene del estándar MPEG-2 y otra parte es propia. (Televisión Digital, 2010).

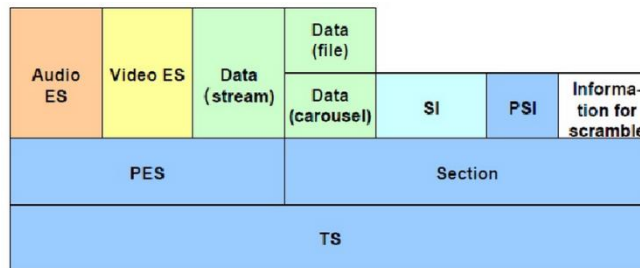


Figura 4. Formato de multiplexación de ISTB-Tb
Fuente: <http://commons.wikimedia.org/TransportStream.JPG>

d.2.2.4 MIDDLEWARE GINGA

Es el nombre que recibe el middleware del Sistema Brasileño de Televisión Digital SBTVD¹⁰ o ISDB-Tb. GINGA es una capa intermedia de software definida en el estándar ISDB-Tb que permite a las aplicaciones desarrolladas para televisión digital ejecutarse sobre cualquier plataforma operativa y hardware.

GINGA se subdivide en dos subsistemas interrelacionados, que permiten el desarrollo de aplicaciones siguiendo dos fuentes de programación diferentes. Dependiendo de las funcionalidades requeridas en cada proyecto de aplicación, una de esas fuentes de programación se llama JAVA, estos dos subsistemas se llaman GINGA-J (para aplicaciones procedurales Java) y GINGA-NCL (para aplicaciones declarativas NCL).

GINGA-NCL es el subsistema a cargo de la presentación de documentos NCL¹¹ y fue desarrollado en la PUC-Rio (Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro). Se define un entorno de presentación para aplicaciones declarativas escritas en NCL. NCL es un lenguaje de aplicación XML¹² que proporciona soporte para la especificación de la sincronización espacio temporal de los objetos multimedia, contenido de medios y alternativas de presentación, exposición en varios dispositivos, y viven de la producción de programas no lineales interactivos. (2009)

GINGA-J es un subsistema que procesa aplicaciones interactivas de tipo procedimental (Xlets Java). Un componente clave del ambiente de aplicaciones procedurales es el

¹⁰ SBTVD: es la abreviatura para el Sistema Brasileño de Televisión Digital también es representado o reconocido por ISDB-Tb.

¹¹ NCL: forma de programación para representación declarativa.

¹² XML: es conocido como el lenguaje de marcas extensible desarrollado por Word Wide Web.

mecanismo de ejecución de contenido procedimental, que tiene como base la máquina virtual de Java.

Es una tecnología que le brinda al televidente todos los medios para que obtenga acceso a la información, como por ejemplo educación a distancia o servicios sociales a través de su TV, puede ser considerado como un medio complementario para la inclusión social digital. GINGA soporta las llamadas aplicaciones de inclusión, tales como televisión de Gobierno, televisión con fines de salud o médica y la televisión de aprendizaje general.

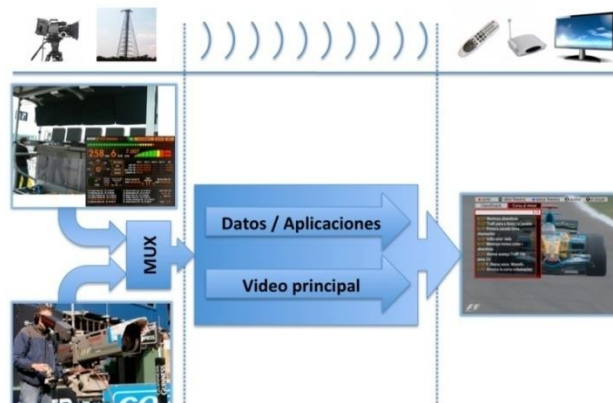


Figura 5. Aplicaciones GINGA

Fuente: http://www.videoswitch.com-programacion_electronica_isdb

d.2.3 SISTEMA DE MODULACIÓN JERÁRQUICA.

En modo Jerárquico, el estándar ISDB-T permite transmitir en forma simultánea un flujo de datos para recepción fija y otro flujo para recepción móvil. Para recepción fija, se puede transmitir un programa de HDTV o varios programas de SDTV. Para recepción móvil se transmite un programa de SDTV. En este caso, el programa de HDTV se transporta con una velocidad mayor y el programa de SDTV con una velocidad menor.

Los datos de alta prioridad se destinan a los receptores móviles y portátiles, y a las zonas alejadas del transmisor donde la relación de señal/ruido es de menor razón por lo cual cada portadora COFDM utiliza QPSK que es una modulación robusta. Los de baja

prioridad están destinados a las zonas cercanas al transmisor para receptores fijos donde no interesa tanto la robustez.

La transmisión de televisión digital utiliza un entrelazamiento temporal conocido como Time Interleaving) con el objetivo de proveer una codificación con la menor tasa de errores posible. Este dispersa los píxeles de una imagen para la transmisión, luego en la recepción se ordenan evitando que la pérdida de píxeles continuos degrade la señal. El interleaving es una técnica para mejorar la calidad de las transmisiones en medios sujetos a ruido impulsivo permite la corrección de errores mediante la recuperación de información perdida a causa de interferencias producidas durante la transmisión de la señal, haciendo posible ver televisión en calidad HDTV en vehículos en movimiento esto permite reducir el ruido impulsivo así como el fading¹³.

Como la información no es serializada, un momento de ruido puede dañar una parte de algunas palabras, permitiendo al corrector recuperar el error, el que no sería posible si una palabra entera fuera dañada. En el estándar brasileño se usa el interleaving convolucional. El time interleaving es diferente dependiendo del tipo de modulación por ejemplo en 64 QAM es 0,2 s y en QPSK es 0,5 s. (Sotomayor, 2011)

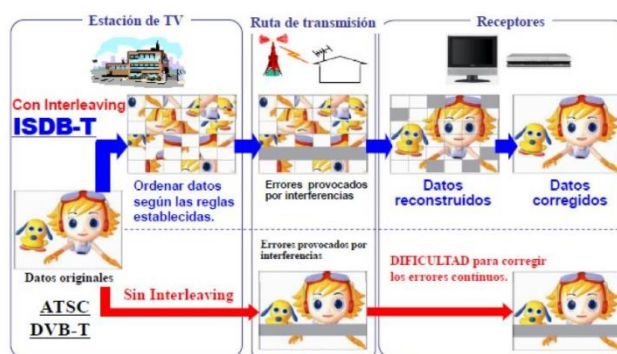


Figura 6. Sistema ISDTB-Tb utilizando "Time Interleaving"
Fuente: <http://blog.pucp.edu.pe/item/79299/one-seg-tv-digital-movil>

En el estándar ISDB-Tb divide el ancho de banda en 14 segmentos, 13 se utilizan para datos y uno se divide en dos para crear la banda de guarda de los canales adyacentes, este segmento no transmite ningún tipo de información, cada segmento tiene 428,57 kHz de ancho de banda. Estos trece segmentos son creados para poder ser asignados a servicios distintos, permitiendo asignar varios segmentos a un servicio determinado y

¹³ Fading: es el desvanecimiento que presenta la señal en el medio donde se propaga.

ajustar los parámetros de transmisión, optimiza los parámetros de un servicio según su objetivo; en estos trece segmentos se puede asignar libremente a un máximo de tres servicios, todo este proceso se realiza en el sistema de codificación de canal. Por lo tanto los 6 MHz se organizan en 14 segmentos, un segmento central, seis segmentos a la izquierda, seis segmentos a la derecha y un segmento para las bandas de guarda.

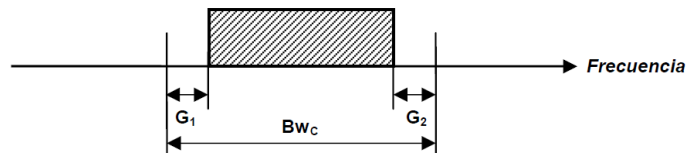


Figura 7. Bandas de guarda superior e inferior
Fuente: (PISCIOTTA, Néstor. 2010)

El ancho de banda que ocupa cada segmento se puede calcular con la siguiente ecuación.

$$AB_{segmento} = \frac{AB_{canal}}{N_s} \quad \text{ecuación 1}$$

$$AB_{segmento} = \frac{6 \text{ MHz}}{14} = 428,57 \text{ kHz}$$

Donde:

$AB_{segmento}$ es el ancho de banda de cada segmento y es representado en kHz.

AB_{canal} es el ancho de banda que presenta el canal.

Conociendo el ancho de banda de cada uno de los segmentos, podemos calcular el ancho de banda total que tenemos para transmitir la televisión digital.

$$AB = N_s \times AB_{segmento} \quad \text{ecuación 2}$$

$$AB = 13 \times 428,57 \text{ kHz} = 5,571 \text{ MHz}$$

Donde:

AB es el ancho de banda que van a ocupar los segmentos que se usan para la transmisión de información, en MHz.

N_s número de segmentos que se utilizan en el ancho de banda;

$AB_{segmento}$ ancho de banda que tiene cada segmento;

En la segmentación que tenemos en la figura 8, se pueden utilizar 3 capas jerárquicas al mismo tiempo también son llamadas como capas A, B, C. La transmisión jerárquica habilita a que se establezcan distintos parámetros de modulación dentro del ancho de banda de transmisión. En particular, puede realizarse transmisión a dispositivos móviles a través del mismo transmisor, con una transmisión dentro de la banda y simultánea a otros programas con mayor definición y por tanto mayor tasa de bits destinados a dispositivos fijos. En este caso, se utiliza el segmento central con ciertos parámetros que le otorgan mayor robustez para poder ser recibidos por dispositivos del tipo handheld¹⁴. Los receptores se llaman one-seg ya que utilizan un segmento de los trece disponibles, en concreto el central, identificado como segmento número 7. Este receptor puede realizar una recepción parcial ya que logra obtener señal de sólo una parte del ancho de banda total de transmisión, es decir, no necesitan procesar los 6 MHz de ancho de banda lo que le da una robustez importante a esta aplicación.

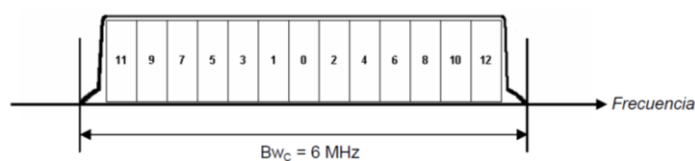


Figura 8. Segmentación ISTB-Tb
Fuente: (PISCIOTTA, Néstor. 2010)

Tabla 3. Características generales de ISDBT-Tb

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Alta Calidad, Flexibilidad en el Servicio	Tecnología multiplex flexible(MPEG-4) Sistema de codificación de video/audio flexible y alta eficiencia (MPEG-A y PEG AAC)
Robustez/Flexibilidad de Recepción	Robustez contra los factores de degradación de la banda VHF/UHF, se adoptó el sistema transmisión OFDM con tecnología “TimeInterleave” con las características siguientes: Menor potencia de transmisión. Posibilidad de usar antenas de recepción internas. Servicios de recepción móvil/portátil.
Utilización Efectiva del Recurso de Frecuencias	Con OFDM es posible la construcción de Isofrecuencia (SNF), por lo que es posible reducir frecuencias para transmisores de repetidoras, y también empleando la misma frecuencia para muchos transmisores de la misma red, no es necesario

¹⁴ Handheld: es un término que adopta un dispositivo inteligente de mano o portable.

	cambiar el canal de recepción de los receptores móviles/portátiles.
Movilidad y Portabilidad	Sistema de transmisión segmentada OFDM, este permite el servicio fijo, móvil y portátil en un mismo canal.
Servicios One-Seg	Usa un segmento de ancho de banda de 6MHz, no necesita otro canal, por lo que necesita un transmisor adicional, ahorra frecuencias y costos de infraestructura. Opera con la recepción de banda muy estrecha, lo que permite el ahorro de energía y largo tiempo de recepción de batería.
Compatibilidad	Se usa una tecnología común para los receptores digitales para satélites, terrestres, cable.
Servicio Multimedia	Servicio Integrado (video, audio, datos) Servicio de datos de alta calidad Servicio Bidireccional
Funcionalidades	Recepción fija de HDTV y SDTV Broadcasting de Datos Recepción de HDTV en terminales móviles Recepción de DTV en teléfono celular gratis
Multicasting	Forma de transferencia de datos en donde es posible enviar información de un solo emisor a muchos puntos diferentes (receptores) simultáneamente.

Fuente: Propia

d.2.4 HDTV, SDTV

La televisión de alta definición, o HDTV, permite ver imágenes de mejor calidad que las ofrecidas por la televisión tradicional, la denominada televisión de definición estándar, o SDTV. Las imágenes en alta definición contienen muchos más detalles que las imágenes en resolución estándar. Además, se muestran en formato 16:9, es decir, con una relación entre ancho y alto de imagen denominada “relación de aspecto” que se aproxima mucho más al campo visual humano, lo que permite aumentar el realismo de las imágenes, de este modo hay una integración total de la escena. En televisión, como en cine, el movimiento es generado por una secuencia de imágenes. Al mayor número de imágenes por segundo reproducidas, es conocida como resolución temporal, esto ayuda a una mayor fluidez en el movimiento. Así, existen dos sistemas de transmisión: entrelazado, cada imagen o marco está dividida en dos campos, y progresivo, las imágenes son transmitidas en su totalidad, con todo su contenido informativo.

Tabla 4. Resolución de la Televisión

Sistema de tv	Resolución espacial	Formato	Resolución temporal	Relación hd/sd relación espacial	Relación hd/sd relación temporal
SD	720x556	Entrelazado	25	-	-
HD 720p	1280x720	Progresivo	50	2	2
HD 1080i	1920x1080	Entrelazado	25	5	1
HD 1080p	1920x1080	Progresivo	50	5	2

Fuente: Andrew Marks <http://www.cinedigital.tv/4k-2k-2-5k-hd>

d.2.5 RED DE FRECUENCIA ÚNICA (SFN)

Es un tipo de radiodifusión donde distintos transmisores emiten la misma señal en el mismo canal de frecuencia sin interferirse y aumentando el nivel de la señal en las áreas donde se sobreponen, de tal manera que aumenta el área de cobertura y disminuye la posibilidad de que se produzca interferencia.



Figura 9. Red de frecuencia única (SFN)

Fuente: http://www.antenasaz.com/problemas_de_tdt_en_antena.asp

- **Eficiencia en Frecuencia.**

Con la técnica de redes isofrecuenciales, se pueden cubrir grandes áreas con una sola frecuencia central común.

- **Eficiencia en Potencia**

La técnica SFN no solo es eficiente en frecuencia, sino también en potencia. Esto se puede explicar considerando las fuertes variaciones locales de intensidad de campo de cualquier transmisor. En las redes convencionales, especialmente en las situaciones de un solo transmisor, se tiene generalmente un alto nivel de margen de desvanecimiento. En estos casos, es necesario aumentar la potencia de los transmisores de manera significativa.

La sincronía de la emisión de las señales no afecta ni modifica la modulación de la señal. Es necesario que las emisiones estén sincronizadas para poder disminuir los efectos de multitrayecto de la señal. Si los transmisores no están sincronizados para el envío de señales, se pueden cancelar así mismas y ser interferencia una de la otra.

d.2.5.1 VENTAJAS DE SFN

- Las redes de frecuencia única permiten a los radiodifusores un uso más eficiente del espectro de frecuencias disponibles, por el uso de una sola frecuencia para cubrir grandes áreas usando una red con transmisores de baja potencia para crear una cobertura confiable.
- La potencia necesaria es menor en conjunto y gran parte de los puntos de recepción están cubiertos por más de un transmisor, este efecto es conocido como Ganancia de red.
- Permite una mejora y diversidad de la relación señal a ruido, basado en el hecho de que la suma de dos señales idénticas independientes del ruido genera como resultado una ganancia considerable.
- Si el receptor ve dos señales independientemente desvanecidas, la probabilidad de que las dos señales sean afectadas por el ruido es significativamente baja que para una sola señal.
- En la radiodifusión la señal emitida por dos transmisores geográficamente adyacentes, necesariamente deben usar dos canales distintos, debido a la propagación multitrayectoria. Mediante el uso de la modulación OFDM en una red de transmisores que operen en la misma frecuencia el uso del intervalo de guarda permite aliviar los efectos de la multitrayectoria, donde el receptor recibe las señales procedentes de varios transmisores.

d.2.5.2 DESVENTAJA DE SFN.

Las redes de frecuencia única requieren que los transmisores emitan las señales al mismo tiempo o con retardos controlados con precisión, en uno o varios transmisores; caso contrario, habrá la presencia de interferencia propia de la red.

D.2.6 SET-TOP-BOX (STB)

Es un equipo electrónico que se encarga de recibir una señal digital, en los distintos estándares de televisión como son (cable, satélite, terrestre, IPTV). Este equipo demodula la señal recibida y lo envía al televisor. También permite disfrutar de todo el conjunto de ventajas que ofrece la nueva televisión digital, como pueden ser: Acceso condicional, televisión interactiva o la televisión en alta definición.

Actualmente un STB puede ofrecer una gran variedad de servicios, desde utilizarlo como grabador, solo en los STB que cuenten con un disco duro, como utilizarlos para hacer consultas meteorológicas, hacer la reserva de una visita médica, o hacer compras en los que disponen de interactividad. También muchos de ellos nos dan la opción de conectarles dispositivos externos como podrían ser videocámaras, impresoras, etc.

- En la capa de hardware se encuentran todos los componentes físicos que forman un STB (CPU, Memoria, acceso condicional, decodificador MPEG).
- En el sistema operativo que en un Pc, un STB también necesita de un sistema operativo para su funcionamiento. La diferencia básica sería en que un STB, necesita de un sistema operativo en tiempo real, ya que, operaciones como la decodificación MPEG necesitan que se realicen al instante.
- El middleware es la capa intermedia entre la capa hardware y la de software. Se trata de un conjunto de módulos que permiten un desarrollo más eficiente de las aplicaciones. El middleware proporciona un API¹⁵ (Application Programming Interface) para cada uno de los tipos de programación que soporta. De los diferentes lenguajes de programación que puede soportar un STB, el que sería más destacable.
- En la capa de aplicaciones es donde encontraremos las aplicaciones, que una vez descargadas se podrán ejecutar (algunas aplicaciones podrían ser: EPG (Guía Electrónica de Programación.), anuncios interactivos. Esta capa solo es utilizada cuando el consumidor la solicite.

¹⁵ API: es un conjunto de métodos y funciones que se ofrece para que un software pueda utilizar esta información y cumplir una función específica.

d.2.6.1 FUNCIONAMIENTO DEL SET TOP BOX (STB)

Una vez descifrados, los paquetes de video y audio son enviados al televisor, los paquetes de datos que hemos recibido junto con los de video y audio, se ejecutarán en caso de ser necesarios o solicitados por el consumidor.

El STB puede poseer un canal de retorno por donde enviar datos a la cabecera.

3 CAPÍTULO III: ESTRUCTURA DE UNA ESTACIÓN DE TELEVISIÓN

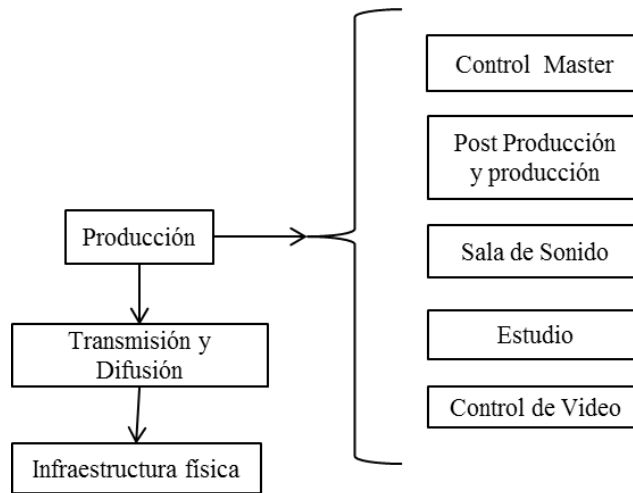


Figura 10. Estructura de una estación digital

Fuente: Propia

d.3.1 CONTROL MASTER

Es el centro técnico de una operación de emisión común entre la mayoría de las estaciones de televisión sobre el aire y cadenas de televisión. Es distinto de una sala de control de la producción (PCR) en los estudios de televisión, donde se coordinan las actividades como pasar de una cámara a otra. Una sala de control de transmisión es generalmente más pequeña en tamaño.

d.3.2 PRODUCCIÓN

Es el proceso donde son elaborados ciertos bienes que son necesarios en un determinado contexto social como proceso, implica la dotación oportuna de ciertos insumos o materias primas para su transformación por etapas con miras a obtener resultados que son considerados de un mayor valor que los insumos originales, es decir, con un mayor rendimiento. En la etapa de producción constan los siguientes elementos.

Tabla 5. Equipos de Producción

EQUIPOS
Monitor
Switcher Máster
Generador de Caracteres
Corrector de base

Fuente: Propia

d.3.2.1 POST PRODUCCIÓN

Es donde se hace la coordinación todos los recursos de tal manera que durante la transmisión todo suceda dentro de lo previsto, aquí se disponen de monitores en donde se controla la grabación de la programación dando indicaciones a los camarógrafos de cómo y cuándo emplazar las cámaras y de efectuar los encuadres precisos, se añade texto, dibujos o leyendas para apoyar la grabación con información adicional. Además es el encargado de garantizar la calidad óptima de reproducción mediante la sincronización de las señales a una referencia de patrón.

Tras la grabación de las imágenes y sonidos, el programa debe pasar por una tercera fase antes de poder ser emitido. En ella se realizan los siguientes procesos, primero se establece el orden de las tomas y su duración, luego se construye la banda sonora, fusionando sonido grabado con música y otros efectos y por último se hace alguna manipulación de imágenes grabadas.

d.3.3 SALA DE SONIDO

Lugar encargado de procesar las señales de audio para la producción en vivo o postproducción de audio y demás actividades acústicas.

En esta sala se recibe la señal de audio y video que se está grabando, así como también se controla la calidad de esta, por lo que los equipos que van instalados aquí son:

- Equipos para medición de audio y video
- Procesadores de audio y video
- Reproductores y/o Grabadores para audio y video
- Monitores para audio y video
- Generadores de sincronismo

d.3.4 ESTUDIO DE TV O PLATO



Figura 11. Estudio de Televisión o plato
Fuente: Estudio de televisión de ECUATV

En este lugar, es donde se realiza los programas de Televisión, como: noticieros, programas en vivo, entrevistas, etc. También puede ser utilizado para realizar pruebas de video, tales como la calibración de cámaras y pruebas de audio. Los equipos que van instalados, comúnmente en un estudio de Televisión son:

- Micrófonos
- Cámaras de TV
- Sistema de Iluminación
- Video y audio

Por lo general este lugar es de área rectangular, piso firme, aire acondicionado, con una correcta instalación eléctrica y techo alto. La principal estructuración o la más básica es la compilación de multicámara.

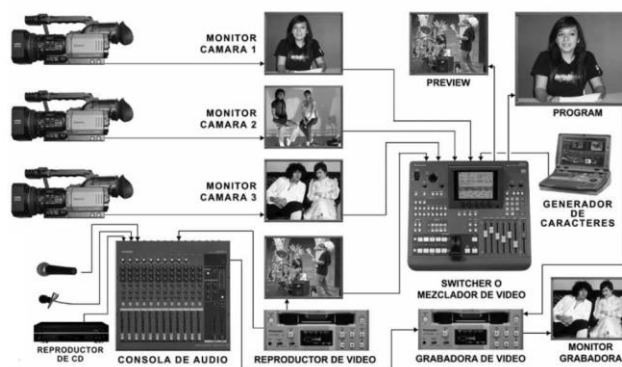


Figura 12. Diagrama de flujo de un sistema de televisión multicámara.
Fuente: (PRADO, Guadalupe 2009)

En el sistema de televisión multicámara, un flujo de señales de video y audio viajan desde sus diferentes puntos de origen hasta llegar a su destino correspondiente. La señales más importantes provienen del foro (cámaras y micrófonos), pero no son las únicas es decir también se incluyen las señales de video, audio, gráficos y títulos, provenientes desde otras fuentes, como la VTR o reproductora de videotape, la computadora, el generador de caracteres o el reproductor de CD (todos ellos, ubicados en el máster) y que consisten en materiales elaborados previamente, la realización del programa o práctica: reportajes, sondeos, entrevistas, imágenes de apoyo, gráficos, subtítulos, música y otros sonidos para ambientación. Todas estas señales, que provienen de diferentes fuentes, se van ejecutando y enviando a su dispositivo de monitoreo correspondiente (bocinas y monitores de video y de computadora) y de ahí al switcher o mezclador de video o a la consola de audio para, finalmente y en el momento y orden que indica la escaleta del programa, elegir la señal de video y de audio que van al monitor de Programa, esto es, a la salida definitiva del programa que en ese momento se realiza “en vivo”. (El Laboratorio de Televisión, 2009)

d.3.5. MICRÓFONOS Y EQUIPOS DE INTERCOMUNICACIÓN INTERNA

Tabla 6. Equipos intercomunicadores y micrófonos

Elementos	Micrófonos de Mano
	Micrófonos de Contacto
	Micrófonos Lavalier
	Micrófonos de Cañón
	Micrófonos de precisión

Fuente: Propia

d.3.5.1 CÁMARAS

Las cámaras de video se establecen por sus características técnicas y por su funcionalidad, permitiendo distinguir entre cámaras de estudio, cámaras de producción electrónica de informativos (ENG), cámaras de producción electrónica de exteriores (EFP), a continuación se detalla la diferencia entre ellas.

Tabla 7. Diferencias de tipo de cámaras

Tipo	Calidad	Portabilidad	Peso	Consumo
Cámaras Estudio	Muy alta	Baja	Alto	Alto
Cámaras EFP	Alta	Media	Medio	Medio
Cámaras ENG	Regular	Alta	Bajo	Bajo

Fuente: (GAMBOA Darwin, 2013)

d.3.5.1.1 CÁMARAS EFP¹⁶

Las cámaras EFP han sido diseñadas para obtener la mejor calidad de imagen posible. Estas cámaras son las que se utilizan en estudios de televisión y están conectadas directamente a la sala técnica del estudio, es decir, son cámaras que sólo capturan la señal de video, no pueden grabar por sí solas. El operador de cámara trabajará sobre los movimientos, emplazamientos, encuadres, movimientos ópticos zoom y enfoque, siguiendo generalmente las indicaciones del realizador o director del programa.

El técnico de control de cámaras se encarga de la configuración de la cámara: control del diafragma (luminancia), colorimetría, detalle y demás ajustes para conseguir que todas las cámaras muestren imágenes semejantes.

d.3.5.1.2 CÁMARAS ENG¹⁷

Son las que no necesitan de una CCU (Unidad de Control de Cámaras) para operarse. Es el propio operador quien tiene todos los mandos a su disposición y es el único responsable de la calidad de la imagen. Encuadra, enfoca, controla la temperatura de color, los blancos, los negros, los filtros necesarios, sonido, grabación y normalmente se utilizan para grabaciones que necesitan de mucha movilidad y una rápida emisión como pueden ser los contenidos de los informativos de televisión.

En la actualidad son equipos compactos incorporan muchas funciones y esto hace que este equipo sea más eficiente.

d.3.5.2 SISTEMA DE ILUMINACIÓN

El Sistema de iluminación ayuda a controlar las luces y sombras de un lugar, en este caso el estudio de televisión también conocido como plato, el sistema de iluminación ayuda a controlar los niveles de luz enfocada y sombras producidas, todo este sistema es controlado a través de una computadora y consola lumínica o mesa de iluminación. A continuación se presentan los principales elementos que conforman un sistema de iluminación.

¹⁶ Cámaras EFP: son cámaras utilizadas para la producción de video en interiores como exteriores.

¹⁷ Cámaras ENG: son cámaras portátiles que usan los reporteros en exteriores.

Tabla 8. Elementos del sistema de iluminación

Elementos	Mesa de iluminación
	Servidor de Video Streaming
	Luces Fresnel
	Foco para Ciclorama
	Lámparas
	Luz Fluorescente

Fuente: Propia

d.3.5.3 CONTROL DE VIDEO Y AUDIO

Lugar destinado al control de las características de video como son luminancia, crominancia, brillo, saturación, color, etc.

Tabla 9. Equipos de Control de Audio y Video

Elementos	Master Control Switchers
	Mixer
	Monitores de Estudio
	Monitores Control Room
	Cajas Acústicas
	Teleprompter

Fuente: Propia

d.3.5.4 CUARTO DE SERVIDORES

En este lugar se encuentran todos los armarios de equipos y dispositivos para la conexión local del canal de televisión, servidores de audio de video, equipos moduladores, transmisores, decodificadores, codificadores, respaldos, existe una un respaldo de todas las actividades que se realicen en el estudio de televisión.

En un cuarto de servidores deben de contar los siguientes equipos.

Tabla 10. Equipos del cuarto de servidores

Elementos	Servidor de Audio Streaming
	Servidor de Video Streaming
	UPS de energía
	Servidor Firewall
	Routers
	Switch
	Access Point
	Racks
	Servidor Backup de datos

d.3.6 EQUIPOS DE TRANSMISIÓN Y DIFUSIÓN

d.3.6.1 MODULADOR/DEMULADOR DIGITAL

Es un dispositivo que modula las señales en otro tipo de señal. En términos generales, hay dos categorías principales de técnicas de modulación: modulación digital (cuando la señal de modulación es digital) y modulación analógica (cuando la señal de modulación es analógica), para el presente proyecto de tesis se utilizará la modulación y demodulación digital.

d.3.6.2 TRANSMISOR Y RECEPTOR DIGITAL

Se utilizan para trasladar la información que se realiza o se construye en el centro de producción de la estación de televisión.

d.3.6.3 SISTEMA DE TRANSMISIÓN

Comprenden los diversos sistemas de transmisión de televisión con fines de distribución, es decir la transmisión cuyo objeto es poner las señales de televisión al aire, con lo cual el televidente no tiene otra restricción que la de disponer de un receptor adecuado para recibirla. La etapa de transmisión está conformada por los siguientes equipos:

Tabla 11. Equipos de transmisión

Difusión y Transmisión	Multiplexor
	Codificador MPEG-4
	EPG insert
	Modulador
	Transmisor ISDB-Tb
	Back ups de Energía
	GINGA
	Enlace Microonda y Antena
	Antena de Panel UHF

d.5 CAPÍTULO 4: ORGANISMOS DE REGULACIÓN

d.5.1 SITUACIÓN REGULATORIA ACTUAL

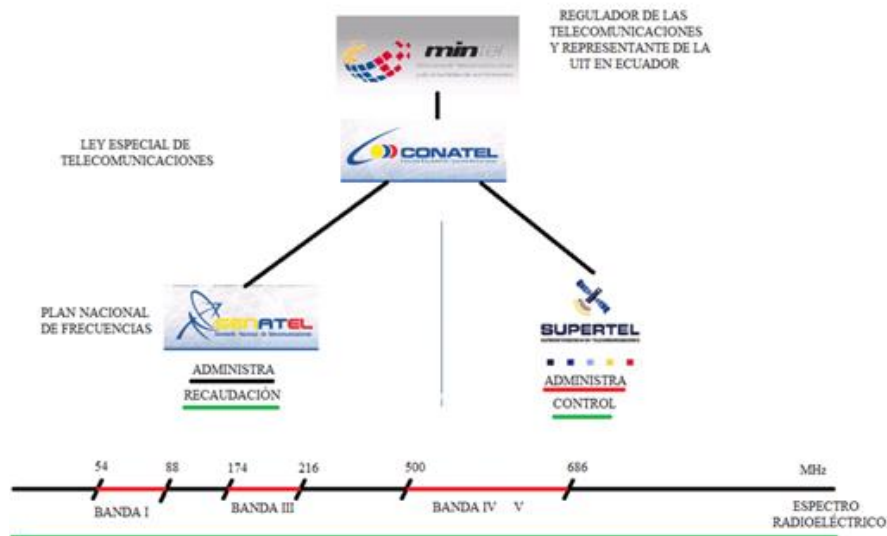


Figura 13. Organismos de regulación

Fuente: SUPERTEL <http://www.supertel.com.ec>

Según el Decreto N° 8, emitido por el presidente de la República del Ecuador, Rafael Correa Delgado, indica que las funciones de CONATEL, SENATEL y CONARTEL en cuanto a competencias y atribuciones del control, regulación y gestión del espectro radioeléctrico están duplicadas, afectando en la administración estatal del sector, disminuyendo capacidades de regulación y control del mismo. Por lo cual a través de la SENPLADES se creó el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, y además se fusionó al CONARTEL con el CONATEL.

Con la creación del Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, se lo definió como órgano rector del desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicación, entre ellas el espectro radioeléctrico, para poder emitir políticas, planes generales, seguimientos y evaluación de su implementación.

d.5.1.1 EL CONSEJO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (CONATEL)

El Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) es el organismo encargado de hacer cumplir las políticas de Estado; entregar concesiones y permisos para la prestación de servicios de telecomunicaciones y utilización del espectro radioeléctrico; y, emitir las normas técnicas para la operación y prestación de los servicios de telecomunicaciones por parte de las empresas públicas y privadas. Lo preside el titular del MINTEL.

d.5.1.2 SECRETARIA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (SENATEL)

La Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL) es el organismo encargado de la ejecución de la política de telecomunicaciones en el país. Entre sus principales funciones están: Cumplir y hacer cumplir las Resoluciones del CONATEL; ejercer la gestión y administración del espectro radioeléctrico; elaborar el Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones; elaborar el Plan de Frecuencias y de uso del espectro radioeléctrico; elaborar las normas de regulación y control de equipos y servicios de telecomunicaciones; elaborar los Planes Técnicos Fundamentales para la operación de los servicios; conocer los pliegos tarifarios de los servicios de telecomunicaciones abiertos a la correspondencia pública propuestos por los operadores; suscribir los contratos de concesión para la explotación de servicios de telecomunicaciones; suscribir los contratos de autorización y/o concesión para el uso del espectro radioeléctrico; y otorgar la autorización necesaria para la interconexión de las redes. Su titular es nombrado por el Ejecutivo.

d.5.1.3 SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

La Superintendencia Nacional de Telecomunicaciones (SUPERTEL) es el organismo de control.

Entre sus funciones están: el control y monitoreo del espectro radioeléctrico; el control de los operadores que exploten servicios de telecomunicaciones; supervisar el cumplimiento de los contratos de concesión para la explotación de los servicios de telecomunicaciones; supervisar el cumplimiento de las normas de homologación y regulación; controlar la aplicación de los pliegos tarifarios aprobados; controlar que el

mercado de las telecomunicaciones se desarrolle en un marco de libre competencia, con las excepciones señaladas en esta Ley; y, juzgar a las empresas que incurran en las infracciones señaladas en la Ley y aplicar las sanciones en los casos que correspondan. Su titular es nombrado por la función legislativa o Asamblea Nacional.

d.5.2 REGLAMENTO GENERAL A LA LEY DE RADIODIFUSIÓN Y TELECOMUNICACIÓN (DECRETO NO. 3398) PARA LA OBTENCIÓN DE FRECUENCIA EN GENERAL

Art. 9.- El Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión autorizará a través de la Superintendencia de Telecomunicaciones exclusivamente las concesiones de frecuencias para los medios, sistemas o servicios de radiodifusión y televisión, determinados en el Capítulo III Art. 5 del presente Reglamento, de acuerdo a las normas técnicas, administrativas, planes de uso de frecuencias y los convenios internacionales ratificados por el país. En lo referente a la televisión por cable y televisión codificada la autorización no comprenderá la prestación de servicios de telecomunicaciones cuya competencia corresponde al Consejo Nacional de Telecomunicaciones, CONATEL, de conformidad con la Ley Especial de Telecomunicaciones y sus Reformas.

Al efecto la Superintendencia de Telecomunicaciones administrará y controlará todas las bandas del espectro radioeléctrico de los servicios determinados en este reglamento y cumplirá con tal objetivo las demás funciones determinadas en la Ley que rige esta materia.

Nota: Mediante D.E. 8 (R.O. 10, 24-VIII-2009), el CONATEL se fusiona con el CONARTEL, y asume las competencias y atribuciones del último; mientras que los derechos y obligaciones del CONARTEL serán asumidos por la SENATEL.

Art. 10.- (Reformado por el Art. 1 del D.E. 681, R.O. 200-S, 29-X-2007).- La concesión de frecuencias se otorgará mediante contrato elevado a escritura pública, que será suscrito por el Superintendente de Telecomunicaciones y el concesionario. Cuando las frecuencias auxiliares del servicio de radiodifusión y televisión para establecer estaciones de repetición no hayan sido concedidas juntamente con las principales, éstas deben ser otorgadas mediante comunicación escrita de la Superintendencia de Telecomunicaciones como constancia de la concesión.

El Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión CONARTEL a través de la Superintendencia de Telecomunicaciones, podrá autorizar mediante resolución la operación de frecuencias o canales de radiodifusión o televisión con el carácter temporal en los siguientes casos:

1. Investigación de nuevas tecnologías de radiodifusión y televisión, que serán realizadas únicamente por la Superintendencia de Telecomunicaciones, para lo cual bastará únicamente comunicar al CONARTEL de las frecuencias o canales que utilizará.
2. Asuntos de emergencia o de Seguridad Nacional y catástrofes naturales.
3. Transmisión de eventos de trascendencia nacional o local.

El plazo para la operación temporal de frecuencias o canales de radiodifusión o televisión, será establecido por el CONARTEL en cada uno de los casos señalados, de acuerdo a las solicitudes y requerimientos presentados por el solicitante, previo informe técnico y jurídico favorable de la Superintendencia de Telecomunicaciones. Esta autorización podrá ser prorrogada por una sola vez, por igual período de tiempo de la autorización original previa solicitud del interesado, con 30 días de anticipación a su terminación.

Para la operación temporal de las frecuencias o canales de radiodifusión o televisión se requerirá únicamente de la solicitud escrita dirigida al CONARTEL y el estudio de ingeniería previsto en el literal e) del artículo 16 de este reglamento.

El uso temporal del canal o frecuencia no tendrá costo alguno cuando el solicitante sea persona jurídica cuyo capital pertenezca en el 50% o más al Estado Ecuatoriano, en los demás casos, el Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión establecerá la cantidad que se pagará por el uso temporal de la frecuencia.

Art. 11.- Sin perjuicio a lo establecido en el Art. 10 de la Ley de Radiodifusión y Televisión no se concederá frecuencias de radiodifusión o televisión, en los siguientes casos:

- a) A personas naturales o jurídicas que hayan sido sancionadas con la terminación del contrato y con la consiguiente reversión de la frecuencia al Estado.
- b) A personas naturales o jurídicas ex-concesionarias de radiodifusión o televisión que hayan cedido o vendido los equipos y transferido los derechos de concesión de frecuencias, dentro del plazo de cinco años contados a partir de la fecha de la concesión.
- c) A personas naturales o jurídicas que sin autorización del CONARTEL o de la Superintendencia de Telecomunicaciones, hayan puesto en funcionamiento estaciones de radiodifusión o televisión.

Art. 12.- El Presidente del CONARTEL dispondrá la publicación por la prensa sobre la solicitud de la concesión de frecuencia, previo el cumplimiento de todos los requisitos legales, técnicos, y reglamentarios, así como el pago por parte del peticionario a la Superintendencia de Telecomunicaciones del valor de la publicación a efectos de que el público conozca y de ser el caso puedan presentarse las impugnaciones respectivas.

Nota: Mediante D.E. 8 (R.O. 10, 24-VIII-2009), el CONATEL se fusiona con el CONARTEL, y asume las competencias y atribuciones del último; mientras que los derechos y obligaciones del CONARTEL serán asumidos por la SENATEL.

Art. 13.- La impugnación por parte de personas particulares sobre el derecho del peticionario a ser concesionario de frecuencia, deberá referirse únicamente a impedimentos de carácter técnico y legal determinados en la Ley de Radiodifusión y Televisión, para lo cual señalarán detalladamente las posibles infracciones cometidas y contenidas en la Ley de Radiodifusión y Televisión y este Reglamento.

Art. 14.- El CONARTEL previo informe del Superintendente de Telecomunicaciones, resolverá sobre la concesión o negativa de una frecuencia.

Art. 15.- El contrato de concesión tiene un período de duración de diez años, se renovará sucesivamente por períodos iguales.

Art. 16.- Los requisitos que se indican en el artículo 20 de la Ley de Radiodifusión y Televisión deberán ser cumplidos y presentados por el peticionario para la concesión de frecuencias de estaciones de radiodifusión o televisión de la siguiente manera:

1. Para solicitar frecuencias o canales de radiodifusión y televisión

a) Solicitud escrita dirigida al CONARTEL, en la que conste los nombres completos del solicitante y su nacionalidad;

b) Nombre propuesto para la estación o sistema a instalarse;

c) Clase de estación o sistema comercial privado, de servicio público o de servicio público comunal;

d) Banda de frecuencias: de radiodifusión de onda media, onda corta, frecuencia modulada, radiodifusión por satélite, radiodifusión circuito cerrado, televisión VHF o televisión UHF, televisión codificada, televisión por cable, de audio, video o datos, u otros medios, sistemas o servicios de conformidad con la Ley de Radiodifusión y Televisión y este Reglamento;

e) Estudio de Ingeniería suscrito por un Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones colegiado y registrado en la Superintendencia de Telecomunicaciones;

f) Ubicación y potencia de la estación o estaciones;

g) Horario de trabajo;

h) Dos certificados bancarios que acrediten la solvencia económica del solicitante;

i) Currículum vitae, para el caso de persona natural;

j) Partida de nacimiento del solicitante y del cónyuge;

k) Fotocopias de las cédulas de ciudadanía y certificado de votación de la persona natural o del representante legal de la persona jurídica; y,

l) Declaración juramentada que el peticionario no se encuentre incurso en ninguna de las limitaciones establecidas en la Ley de Radiodifusión y Televisión en relación con el número de estaciones de las que puede ser concesionario.

La persona jurídica además de lo indicado anteriormente en este artículo, debe presentar los documentos que acrediten su existencia legal y el nombramiento del representante legal. Para el caso de Compañías, Corporaciones o Fundaciones debe adjuntar las

partidas de nacimiento de los socios, y de ser el caso, el certificado de porcentaje de inversión extranjera otorgada por la Superintendencia de Compañías.

2. Publicación por la prensa

Una vez que el Consejo conozca la solicitud con el informe del Superintendente de Telecomunicaciones, resolverá la publicación por la prensa sobre la concesión de la frecuencia, para lo cual el peticionario pagará los valores de publicación correspondientes.

3. Resolución para la concesión

Luego de que el Consejo haya aprobado la solicitud, y autorizado la celebración del contrato para la concesión de las frecuencias, para la instalación y operación de medios sistemas o servicios, el interesado deberá presentar los siguientes documentos:

- a) Una garantía en dinero en efectivo o cheque certificado a favor de la Superintendencia de Telecomunicaciones por cada una de las frecuencias que solicita para el fiel cumplimiento de la instalación y operación de la estación o sistema, por el valor equivalente a 20 Salarios Mínimos Vitales del Trabajador en General, vigentes a la fecha de suscripción del contrato;
- b) Título de propiedad de los equipos, a falta de éste la promesa de compraventa, judicialmente reconocida; y,
- c) Título de propiedad, o contrato de arrendamiento, de los terrenos en donde se instalará el transmisor de la estación matriz y la (s) repetidora (s).

4. Para la suscripción del contrato

Cuando el Consejo resuelva la concesión de la frecuencia, el interesado deberá presentar el comprobante de pago por los vigentes derechos de concesión de la frecuencia, otorgado por la Dirección Financiera de la Superintendencia de Telecomunicaciones.

Art. 17.- El CONARTEL, de considerarlo pertinente, podrá solicitar al peticionario de la concesión de frecuencia, otros documentos que considere necesarios, de acuerdo al servicio que se solicite, según sea el caso.

Art. 18.- El término para que el solicitante tramite y suscriba el contrato de concesión, será de quince días contados a partir de la fecha en que el Consejo autorizó la concesión, para lo cual la Superintendencia de Telecomunicaciones emitirá la correspondiente comunicación. Transcurrido este tiempo el CONARTEL procederá a anular el trámite de solicitud de concesión, lo cual será notificado por escrito al interesado.

Art. 19.- Para conceder canales de radiodifusión o televisión con tres o más repetidoras o si el concesionario llegare a tener tal número de repetidoras para estaciones o sistemas de estaciones nacionales, la Superintendencia de Telecomunicaciones exigirá al interesado en el contrato respectivo, la instalación y operación de una estación repetidora en la región amazónica o zonas fronterizas o región insular, de acuerdo a la posibilidad técnica, en el lugar y con las características que la Superintendencia de Telecomunicaciones autorice, para lo cual tomará en cuenta en lo posible el área de operación más cercana y la necesidad de esa estación repetidora en ese lugar. Para la instalación de repetidoras en el área insular será necesario hacer uso de enlaces satelitales, siempre que el país tenga disponibilidad de utilizar la capacidad satelital y sus costos comerciales sean adecuados. En caso de incumplimiento de la instalación y operación de la estación repetidora en la región amazónica, zonas fronterizas o región insular, el Consejo a través de la Superintendencia de Telecomunicaciones, unilateralmente dará por terminado el contrato de concesión de frecuencia.

d.5.3 NORMA TÉCNICA PARA EL SERVICIO DE TELEVISIÓN ANALÓGICA ABIERTA

La asignación se define en el Reglamento de Radiocomunicaciones como la autorización que da una administración para que una estación radioeléctrica utilice una frecuencia o un canal radioeléctrico determinado en condiciones especificadas.

La asignación de canales se realizará para estaciones de servicio de televisión VHF o UHF en cada zona geográfica de conformidad con los grupos de canales que anteriormente se mencionaron, para esto se sigue la norma técnica que se presenta a continuación.

Es posible que se realice una asignación de canales adyacentes pero solo de manera excepcional para un concesionario que se encuentre en una misma zona geográfica, solo

en el caso que existiesen zonas de sombra o interferencias, además debe ser demostrado mediante un estudio técnico de ingeniería que no se producirán interferencias entre canales.

La norma técnica que presenta la República del Ecuador con el objetivo de que no se produzcan las interferencias antes mencionadas tendrá en su respectivo contrato las condiciones técnicas con respecto a: la potencia radiada que no podrá sobrepasar los 100 W (en el caso de interferencias), el diagrama de radiación de las antenas, la atenuación de las señales no deseadas mediante la instalación de filtros u otros dispositivos, todo esto ya sea en la estación de canal asignado como en las estaciones de los canales adyacentes.

A continuación se presentan las características técnicas.

d.5.3.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- a) **Ancho de banda:** En Ecuador todas las estaciones deberán acondicionar sus señales para acoplarse a 6 MHz.
- b) **Intensidad de campo a proteger:** Se ha considerado los límites para la recepción en los bordes del área de cobertura secundaria y para la cobertura principal.

Área de Cobertura principal Correspondiente a las ciudades, aquí la intensidad de campo será igual o mayor a la intensidad de campo mínima a proteger en el área urbana.

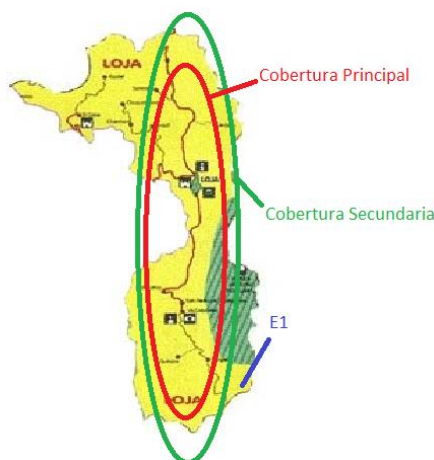


Figura 14. Área de cobertura.
Fuente: Propia

Área de Cobertura Secundaria: Es el área que corresponde a los alrededores de las ciudades a servir que sean consideradas como área de cobertura principal. El área de cobertura secundaria tendrá una intensidad de campo entre los valores definidos a los bordes del área de cobertura, es decir no puede rebasar los límites de la respectiva zona geográfica.

El E1 es la intensidad de campo eléctrico mínima a proteger en el borde del área tanto de la cobertura principal como secundaria.

Área de Cobertura Autorizada: Es el área de operación autorizada, cuya superficie está comprendida por el área de cobertura principal y el área de cobertura secundaria de protección.

Se debe tener muy en cuenta que las áreas de cobertura mencionadas pueden ser fijas o ampliadas en la misma zona geográfica en caso de que el concesionario lo requiera, mediante la reutilización de frecuencias.

c) **Medición de las Relaciones de Protección:** La selección de los parámetros apropiados para nuestro territorio, debe ser tomada por el CONATEL (u organismo alterno que lo sustituya en sus funciones) luego de realizar las pruebas de campo correspondientes, donde se pueda observar que parámetros nos ofrecen un mejor desempeño para la transmisión hacia receptores fijos. Los parámetros que se deben medir son los siguientes:

- Potencia de la señal digital (dBm).
- Potencia de ruido en banda del receptor (dBm)
- Intensidad de campo (dBuV/m)
- Margen de recepción (dB)
- Relación señal a ruido (C/N) dB

d) **Intensidad de Campo mínima a proteger:** Este punto hace referencia a los valores mínimos de intensidad de campo necesario para que exista una recepción

satisfactoria de las señales de televisión, medidos aproximadamente a 10 metros sobre el suelo, los cuales serán protegidos en los bordes de las áreas de cobertura principal y secundaria. Los niveles de intensidad de campo mínima a proteger determinan las áreas de cobertura de una estación de televisión, las cuales no deben sobrepasar los límites de la respectiva zona geográfica. El borde del área de cobertura de una estación de televisión, está determinado por el valor de la intensidad de campo mínima a proteger y no sobrepasará los límites de la respectiva zona geográfica.

Tabla 12. Niveles de intensidad de campo mínimo a proteger

Banda	Borde de Área de Cobertura Secundaria	Borde De Área de Cobertura Principal
I	47 dBuV/m	68 dBuV/m
III	56 dBuV/m	71 dBuV/m
IV y V	64 dBuV/m	72 dBuV/m

Fuente: Norma de Radiodifusión y Televisión de Ecuador

- e) **Relación de protección señal deseada/señal no deseada:** Las relaciones de protección en las bandas I, III, IV y V se refieren en todos los casos a las señales de entrada al receptor.

Los valores que se han de considerar, son el valor eficaz de la portadora de la señal de televisión en la cresta de la envolvente de modulación y el valor eficaz de la onda portadora del sonido no modulada, lo mismo en el caso de modulación de frecuencia que en el de Modulación de amplitud.

e.1) Relación de protección para la señal de imagen

e.1.1) Interferencia Cocanal: Es aquella que se presenta en la misma banda de frecuencias que la señal útil.

Tabla 13. Relación de protección para la señal de imagen contra interferencias de cocanal

Separación entre portadoras	Relación Señal Deseada/Señal Interferente
Inferior a 1000 Hz	45 dB
1/3, 2/3, 4/3 o 5/3 de la frecuencia de línea	28 dB

Fuente: Norma de Radiodifusión y Televisión de Ecuador

La frecuencia de línea que se menciona en la Tabla hace referencia a la cantidad de líneas por segundo que son transmitidas. Para el sistema NTFS aplicado en el Ecuador, el número de líneas es de 525 por imagen, y la frecuencia de línea es de 15750 Hz.

e.1.2) Interferencia de canales adyacentes: Sse refiere al deterioro de la señal a una frecuencia debido a la presencia de otra señal de una frecuencia cercana.

Tabla 14. Relación de protección para la señal de imagen contra interferencias de canal adyacente

Interferencia	Relación señal deseada/ señal interferente
Del Canal Inferior	-6 dB
Del Canal Superior	-12 dB

Fuente: Norma de Radiodifusión y Televisión de Ecuador

f) Relación de protección para señal de sonido: La portadora de la señal de audio se encuentra a 0.25 MHz por debajo del límite superior de la banda de frecuencias correspondiente a cada canal. De acuerdo con la norma técnica vigente el nivel de protección para la señal de sonido es de 28 dB.

d.5.3.2 DISTANCIA MÍNIMA ENTRE ESTACIONES

La distancia mínima entre estaciones transmisoras, estará determinada por el cumplimiento de las relaciones de protección para cocanal y canal adyacente para las señales de imagen y de sonido en el borde del área de cobertura.

d.5.3.3 POTENCIA RADIADA MÁXIMA

La potencia radiada máxima de una estación de televisión de VHF o UHF, será aquella que genere una intensidad de campo que no sobrepase el valor de intensidad de campo mínima a proteger en los límites de la respectiva zona geográfica, que cumpla con las relaciones de protección de señal deseada / señal no deseada de esta Norma y Plan y prevalecerá a aquellas determinadas en el estudio de Ingeniería y en el contrato de concesión.

d.5.3.4 SISTEMA DE TRANSMISIÓN

Para el servicio de televisión, se establece el sistema M/NTSC de 525 líneas, con las características técnicas que establece la UIT y complementariamente la FCC, en todo el territorio ecuatoriano. El sistema NTSC consiste en la transmisión de cerca de 30 imágenes por segundo con un total de 525 líneas horizontales y una banda útil de 4,25 MHz que se traduce en una resolución de unas 270 líneas verticales.

d.5.3.5 UBICACIÓN DE ANTENAS TRANSMISORAS

Las torres y las antenas deberán cumplir con las regulaciones de la Dirección de Aviación Civil en lo referente a la ubicación y balizas (luces de señalización); y en lo referente a la altura, en las áreas que están bajo las líneas de vuelo y aproximación a aeropuertos.

d.5.3.6 PROTECCIÓN CONTRA INTERFERENCIAS

Previa a la operación de una estación de televisión, deberán realizarse pruebas y mediciones sobre el funcionamiento de la estación, con el objeto de establecer su normal funcionamiento, el cumplimiento de las condiciones establecidas en la presente Norma Técnica.

d.5.3.7 FRECUENCIAS AUXILIARES

Las frecuencias para los enlaces estudio-transmisor, entre repetidoras y más frecuencias auxiliares que se requieran para el servicio de televisión, se asignarán en las bandas destinadas para frecuencias auxiliares del servicio de televisión, indicados en el Plan Nacional de Distribución de Frecuencias.

Las frecuencias principales del servicio de televisión no podrán ser utilizadas para enlaces.

d.5.3.8 ESTUDIOS

Para operar estudios secundarios o móviles se requiere autorización expresa del CONARTEL. Estos estudios son parte del sistema de televisión y se los incluirá en los contratos de renovación de Concesiones de Frecuencias y Autorizaciones de Operación.

d.5.4 CANALIZACIÓN DE TV ABIERTA VHF

Tabla 15. Canalización de TV abierta VHF y UHF

Banda	Rango de VHF MHz	Canal	Portadoras	
		No.	Video MHz	Sonido MHz
I	54- 60	2	55.25	59.75
	60-66	3	61.25	65.75
	66-72	4	67.25	71.75
	76-82	5	77.25	81.75
	82-88	6	83.25	87.75
III	174-180	7	175.25	179.75
	180-192	8	181.25	191.75
	186-192	9	187.25	191.75
	192-198	10	193.25	197.75
	198-204	11	199.25	203.75
	204-210	12	205.25	209.75
	210-216	13	211.25	215.75
Banda	Rango de UHF MHz	Canal	Portadoras	
		No.	Video MHz	Sonido MHz
IV	500-506	19	501.25	505.75
	506-512	20	507.25	511.75
	512-518	21	513.25	517.75
	518-524	22	519.25	523.75
	524-530	23	525.25	529.75
	530-536	24	531.25	535.75
	536-542	25	537.25	541.75
	542-548	26	543.25	547.75
	548-554	27	549.25	553.75
	554-560	28	555.25	559.75
	560-566	29	561.25	565.75
	566-572	30	567.25	571.75
	572-578	31	573.25	577.75
	578-584	32	581.25	583.75
	584-590	33	587.25	589.75
	590-596	34	593.25	598.75
	596-602	35	599.25	601.75
	602-608	36	605.25	607.75
	614-620	38	615.25	619.75
	620-626	39	621.25	625.75
626-632	40	627.25	637.75	

	632-638	41	636.25	637.75
	638-644	42	639.25	643.75
Banda	Rango de UHF MHz	Canal	Portadoras	
		No.	Video MHz	Sonido MHz
V	644-650	43	645.25	649.75
	650-656	44	651.25	655.75
	656-662	45	657.25	661.75
	662-668	46	663.25	667.75
	668-674	47	669.25	673.75
	674-680	48	675.25	679.75
	680-686	49	681.25	685.75

Fuente: Asignación de Canales de la Norma de Radiodifusión y Televisión de Ecuador

d.5.4.1 GRUPOS DE CANALES

Tabla 16. Grupos de Canales VHF y UHF

VHF	
GRUPOS	CANALES
A1	2,4,5
A2	3,6
B1	8,10,12
B2	7,9,11,13
UHF	
G1	19,21,23,25,27,29,31,33,35
G2	20,22,24,26,28,30,32,34,36
G3	39,41,43,45,47,49
G4	38,40,42,44,46,48

Fuente: SUPERTEL, <http://www.supertel.com.ec.asig-canales>

d.5.4.2 ASIGNACIÓN DE CANALES EN ECUADOR

Debido a que nuestro territorio es muy irregular, es necesario definirlo por Zonas Geográficas, para realizar la asignación de canales, como se presenta en el cuadro “Zonas Geográficas y Plan de Distribución de Canales” del anexo de la Norma Técnica para el Servicio de Televisión Analógica y Plan de Distribución de Canales, tomando en cuenta la Resolución Modificatoria de la Norma de TV Abierta.

Tabla 17. Asignación de canales a los distintos sectores del país

ZONA	COBERTURA	CANALES	
		VHF	UHF
Z	Corresponde a la provincia de Zamora Chinchipe, incluyendo el cantón Amaluza de la provincia de Loja	A1,B2	G1,G3

L1	Tiene cubierta la provincia de Loja excepción de los cantones de Loja, Catamayo, Saraguro, Amaluza y la zona occidental	A2,B1	G2,G3
L2	<i>Incluye los cantones de Loja, Catamayo y Saraguro</i>	A1,B2	G2,G3
O	Cubre la parte occidental de la provincia de Loja, y además la provincia del Oro y Balao del Guayas.	A2,B2	G1,G3
A	Está conformada por la provincia del Azuay, excepto la zona norte (cantones Sigsig, Chordeleg, Gualaceo, Paute, Guachapela.)	A1,B2	G1,G4
Ñ	Abarca la zona norte de Azuay y la provincia de Cañar, a excepción de la parte occidental (Suscal, La Troncal)	A2,B1	G2,G3
G	Comprende la provincia del Guayas, excepto General Villamil, El Empalme, Palestina y Balao. En esta zona se incluye la Troncal, Suscal y la zona occidental de provincias de Cañar y Azuay	A1,B1	G1,G4
F	Está conformada por la provincia de Santa Elena y Gral. Villamil	A1,B2	G1,G3
S1	Corresponde a Morona Santiago a excepción del cantón Gral. Plaza al sur y Palora.	A2,B2	G2,G4
S2	Cubre a la provincia de Morona Santiago, y el cantón Gral. Plaza al sur.	A1,B2	G2,G4
X	Está la provincia de Pastaza, incluyendo a Palora de la provincia de Morona Santiago.	A1,B2	G1,G3
N	Solamente cubre la provincia de Napo	A1,B2	G2,G4
D	Cubre la provincia de Orellana y Sucumbios	A1,B2	G1,G4
B	Abarca la provincia de Bolívar, a excepción de la zona occidental	A1,B2	G1,G4
H	Comprende la provincia Chimborazo, exceptuando la parte occidental	A1,B2	G1,G4
R1	Se encuentran las provincias de los Ríos, además Balzar, Colimes, y Palestina de la zona occidental de las Cordillera de las provincias de Bolívar y Chimborazo, a excepción de Quevedo, Buena Fe, Mocache y Valencia	A1,B1	G2,G4
R2	Encontramos a la provincia de los Ríos, Quevedo, Buena Fe, Mocache, Valencia, La Maná, El Corazón y la zona occidental a Cotopaxi.	A2,B2	G1,G3
M2	Encontramos a la zona sur de la provincia de Manabí, desde Bahía al norte, exceptuando El Carmen y Flavio Alfaro, incluyendo Muisne.	A1,B2	G1,G3
M1	Está formada por la zona norte de la provincia de Manabí, desde Bahía al norte, exceptuando el Carmen y Flavio Alfaro, incluyendo Muisne	A2,B1	G2,G4
E	Cubre a la provincia de esmeraldas, a excepción Rosa Zarate y Muisne	A1,B2	G1,G3
T	Comprende las provincias de Tungurahua y Cotopaxi, a excepción de la zona occidental	A1,B1	G2,G3
p	Corresponde a la provincia de Pichincha, excepto los Bancos, P.V. Maldonado	A1,B1	G1,G4
K	Cobertura a la provincia de Sto. Domingo de los Tsáchilas, incluyendo El Carmen, Rosa Zarate, Flavio Alfaro, P.V Maldonado y lo Bancos.	A1,B2	G1,G3
J	Cobertura de la provincia de Imbabura, a excepción de	A1,B2	G2,G3

	Pimampiro, juncal el Chota y Batallón Yaguachi		
C	Cubre la provincia del Carchi, incluyendo la zona Norte de la Provincia de Imbabura como es Pimampiro, El Chota, Juncal y Batallón Yaguachi	A1,B1	G1,G4
Y	Está cubriendo la provincia de Galápagos.	A1,B2	G1,G3

Fuente: Resolución RTV-681-24-CONATEL-2012 CONATEL



Figura 15. Ubicación geográfica de los grupos

Fuente: SUPERTEL, <http://www.supertel.com.ec/isdb-tb-ecuador>

d.6 ELECCIÓN DE SOFTWARE A UTILIZAR

Para el presente informe de tesis, se utilizó el programa ICS Telecom Versión 9.0. La mayor ventaja que tiene este software es que la SUPERTEL lo utiliza para verificar las solicitudes de concesión y también para regulación de los sistemas de transmisión que tienen los distintos canales de televisión de Ecuador.

Existen varios programas que ayudan a simulaciones de la radiofrecuencia, como es el caso de Radio Mobile, este programa no fue utilizado debido a que no cuenta con la capacidad de realizar la simulación con modulaciones digitales.

Existen varios programas que cuentan con las opciones de modulaciones digitales pero no cuentan con las opciones del estándar de televisión digital que Ecuador adoptó, como

es el caso de ACPLINK 4.0, EDX Signal Pro, Radio Waves & Electromagnetic Fields, Decibel Planner-Mapinfo, se tiene que mencionar que los programas mencionados anteriormente no son software libres y tienen un costo muy elevado como es el caso de ICS Telecom Versión 9, con la diferencia que este programa fue prestado, realizando la solicitud respectiva a la Superintendencia de Telecomunicaciones para hacer uso del mismo.

ICS Telecom Versión 9, permite diseñar redes de radio de última generación como 3G, Wi-Fi, WIMAX, televisión digital con todos los estándares existentes, entre otras. El sistema analiza la viabilidad en interiores y exteriores de perfiles de línea de vista y con obstáculos, esto los hace muy útil a la hora de observar el comportamiento en cuanto a la penetración de la programación de la señal en las edificaciones urbanas. Usa una base de datos con imágenes en 3D que permite seleccionar automáticamente edificios de mayor altura para la instalación de una estación.

Este programa realiza cálculos de propagación, evalúa la calidad de servicio de voz, datos, incluso de voz sobre IP, puesto que tiene la capacidad de simular situaciones de tráfico en la prestación de determinado servicio.

d.6.1 DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE ICS TELECOM VERSIÓN 9

El software de simulación ICS Telecom Versión 9, permite realizar todo tipo de simulación y representación de los sistemas de radiocomunicaciones más desplegados en el medio, con la posibilidad de evaluar el desempeño de los mismos con la mayor precisión posible.

Este programa cuenta con amplias bibliotecas que cuentan con la información topográfica que la NASA le proporciona al igual con los distintos estándares de televisión digital y modulaciones. Se puede ingresar una gran cantidad de variables, como la de información de equipos y también se puede acoplarla con las normas de televisión digital de la ANATEL¹⁸, en el caso de la norma brasileña usa la norma ABNT NBR 15601. Se cuenta con la información de los sistemas climáticos que se presentan en la zona escogida.

¹⁸ ANATEL: Es la Agencia Nacional de Televisión, esta cuenta con sus propias normas técnicas para la instalación de radiobases y ente otras cosas

El software funciona con capas y cada una de las capas cuenta con información específica como es, alturas, urbana, rural, ambiente, vectores, otros

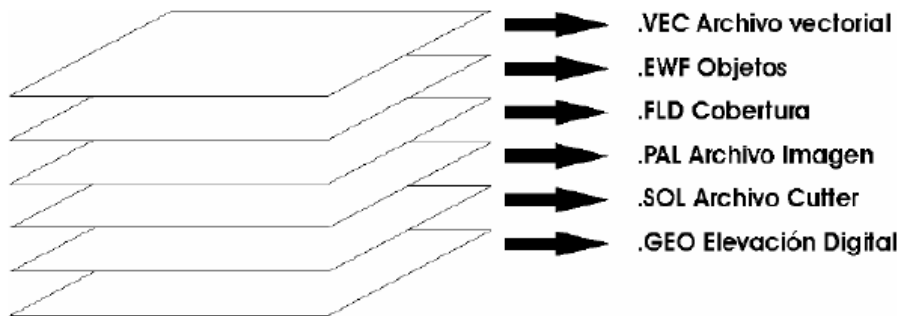


Figura 16. Capas de ICS Telecom
Fuente: ICS Telecom

La pantalla del ICS se divide en cuatro áreas, la numero 1 como se puede observar en la siguiente figura es el espacio de trabajo en donde se visualizan los archivos de cartografía, así como imágenes de referencia en dos como en tres dimensiones



Figura 17. Pantalla ICS Telecom.
Fuente: ICS Telecom

La parte 2 indica el posicionamiento del cursor en coordenadas geográficas, tanto en latitud longitud y altura, aquí podemos observar los resultados de algunos parámetros de simulación, como puede ser:

- En dB μ V/m y en dBm.
- Un número de sitio

- Un número de sitios
- Un valor en Watts
- Un valor en metros
- Un valor en μsec
- Distancias.

En la parte inferior de la figura 19, el número 3, muestra los colores y los valores asociados a niveles de energía. Varía de acuerdo a los archivos activados en pantalla, en el número 4 muestra información de las instrucciones que se están llevando a cabo.

e.- MATERIALES Y MÉTODOS

e.1 Materiales

Hardware:

Aquí contamos con una PC de escritorio y dentro de ella tenemos que cumplir con los requerimientos mínimos que se detallan a continuación:

- Disco duro de 10 GB mínimo.
- Memoria RAM mínima de 2 GB.
- Sistema Operativo de 64 bits: WINDOWS XP.

Software:

- ICS Telecom Versión 9.
- Microsoft Office.

e.2 Métodos

Para la realización del presente trabajo de investigación, se utilizó el método empírico-analítico, este es un modelo de investigación científica, que se basa en la lógica empírica y que junto al método fenomenológico es el más usado en el campo de las ciencias descriptivas que se basan en hechos que realmente acontecen, el método se encuentra abierto a la inclusión de nuevos conocimientos y procedimientos con el fin de asegurar un mejor acercamiento a la verdad. En este método, la parte importante es el muestreo y obtención de información ya que de aquí dependen los resultados de dicha investigación.

Se utiliza el software ICS Telecom Versión 9, el cual cuenta con modelos matemáticos; en la primera parte se realiza la extracción de información de la zona geográfica en la cual se va a realizar el análisis de cobertura, este modelo es conocido como modelo de medición que ayuda a determinar los comportamientos que son difíciles de observar en la realidad, este método fue fundamental para obtener las gráficas y mapas que son los resultados finales del presente trabajo de investigación.

e.2.1 METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO

A continuación se describe la metodología utilizada:

1. INFORMACIÓN DE PARTIDA

Se revisó la información de los canales que tenemos disponibles en la Región Sur del país específicamente en la Ciudad de Loja para así saber la frecuencia de operación que se va a solicitar y los cálculos que se harán en dicha frecuencia.

Tabla 18. Disponibilidad de canales en la bandas I y III de VHF

Sin Asignación	Capital	Ocupado	Libre

Canal	ZONA																									
	Z	L1	L2	O	A	Ñ	G	F	S1	S2	X	N	D	B	H	R1	R2	M2	M1	E	T	P	K	J	C	Y
2	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
3	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
4	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
5	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
6	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
7	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
8	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
9	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
10	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
11	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
12	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
13	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█

Fuente: Propia

Tabla 19. Cuadro actual de disponibilidad de canales en el Ecuador en las bandas IV y V de UHF

CANAL	ZONA																									
	Z	L1	L2	O	A	Ñ	G	F	S1	S2	X	N	D	B	H	R1	R2	M2	M1	E	T	P	K	J	C	Y
21	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
22	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
23	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
24	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
25	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█

número de canales ocupados, debido a que por estos problemas se asignan canales adyacentes, principalmente para cubrir zonas de sombra.

Con el resultado obtenido, se puede observar que en la banda UHF existe mayor disponibilidad de canales, es por ello que se podría facilitar la transición a TDT especialmente en zonas donde al momento no existe una alta penetración del servicio de Televisión analógica, considerando además que la TDT permite operaciones en canal adyacente. como se puede observar en la asignación de canales en la banda de UHF en la zona L1 que corresponde a la parte del cantón Loja, Catamayo, Saraguro y Amaluza, tenemos una gran cantidad de canales libres, esto ayuda a facilitar la obtención de concesión de frecuencia para el canal de TV Digital que la Universidad Nacional de Loja requiere. Se tiene un total de 5 canales que se encuentran libres para los cantones anteriormente mencionados en la banda UHF, mientras que en la banda VHF no tenemos ningún canal disponible.

Las bandas I y III en VHF asignadas para el servicio de radiodifusión y televisión en Ecuador se encuentran actualmente saturadas a lo largo de todo el territorio.

El concesionario al obtener una de estas bandas de 6 MHz puede brindar o escoger una variedad de formatos, para sus transmisiones, ya que puede ser televisión en definición estándar, en alta definición o baja definición como es “one-seg” para dispositivos móviles, también se puede incluir servicios de datos ya que se cuentan con 6 MHz para distribuirlos.

La Norma Técnica de Televisión vigente en el Ecuador, reserva los canales 19 y 20 para facilitar el proceso de migración a la televisión digital y mediante resolución No. 1838-CONARTEL-01 del 21 de junio del 2001, se reserva para el Estado Ecuatoriano los canales de televisión 48 y 49 UHF, de acuerdo con la zona geográfica, en todo el territorio nacional.

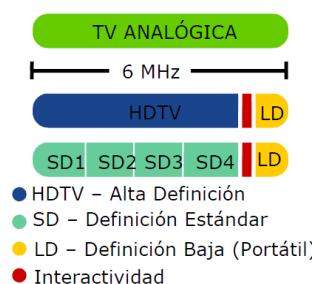


Figura 18. Distribución de los sistemas de TV que brinda la TDT en el estándar ISDB-Tb

Fuente: http://www.tvdigital.com.estandar-isdb_tb/235

2. ESTRUCTURA PARA LA TRANSMISIÓN DE ISDB-Tb

Se tiene que enviar la información del estudio al lugar donde se va a realizar la difusión, esta información es conocida como Broadcast Transport Stream (BTS).

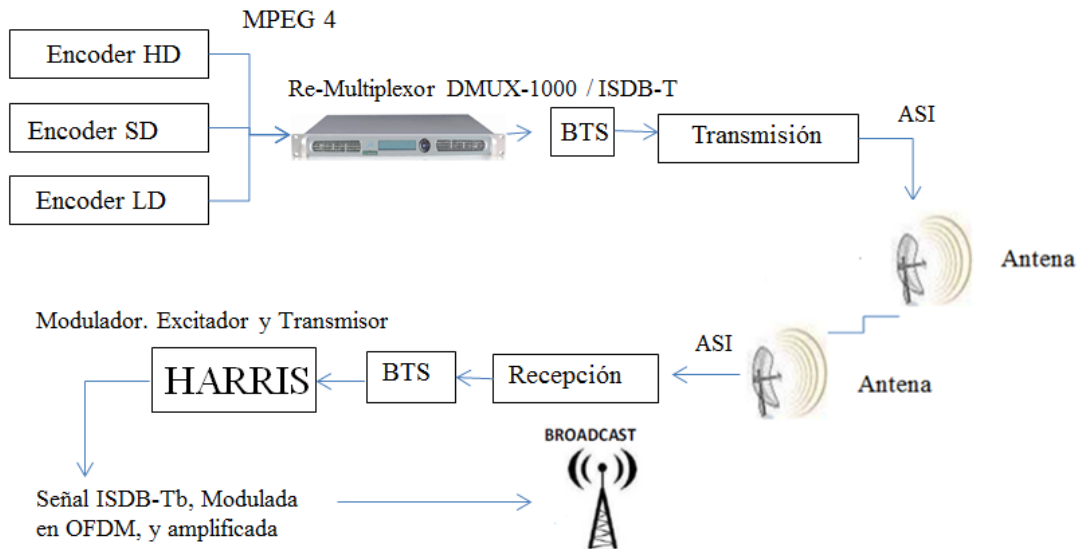


Figura 19. Diagrama de bloques del enlace de microondas y difusión.
Fuente: Propia

Gran parte de los fabricantes usa la interfaz ASI en los enlaces microondas. Las especificaciones de este formato están recogidas en la recomendación ITU-R-BT 656 para la transmisión de señales de vídeo en componentes digitales, utilizando un flujo de 270 Mbps.

En enlace que se efectuará estará en el rango de los 7 GHz.

Como se puede ver en la figura 19 se tiene el BTS que proviene del Re-Multiplexor DMUX-1000/ISDB-T, para que este sea convertido en la interfaz ASI, y así transportar la información hasta el punto receptor del enlace de microondas. Una vez que se tenga la información en el punto receptor, se llevará el BTS al receptor que se encuentra en el Cerro Huachichambo.

El estándar ISDB-Tb define el valor de 32,507 Mbps como la tasa de datos para el BTS, por lo tanto es necesario determinar el ancho de banda para su transmisión, para

mantener el BTS, hay que aumentar la tasa de datos debido a los bits de redundancia que incorpora el código FEC y Reed Salomon¹⁹.

Tenemos la velocidad de transmisión de la entrada del modulador que es la velocidad del BTS que ISDB-Tb tiene establecido que son 32,507 Mbps, también hay como configurar el tipo de modulación que se va a utilizar como es el caso de transmisión digital se usará la modulación QPSK que es una modulación robusta, como se explicó anteriormente, esta modulación usa dos bits por símbolo.

Se va a enviar la señal BTS al Cerro Huachichambo sin modulación OFDM debido a que es innecesario modular la señal BTS en la matriz ya que hay como enviar esta señal directamente en el enlace microondas y así poder modularla en el lugar de difusión que es el Cerro Huachichambo, esto ayudará a economizar en la adquisición de este equipo.

Se usa un código convolucional de 3/4 para una alta redundancia de bits y Reed Solomon de 188/204 esto quiere decir que corresponde a la $204-188 = 16$ bytes redundantes se añaden a cada bloque de 188 bytes de información útil.

Con la información que tenemos podemos sacar la velocidad de símbolo con la siguiente ecuación.

$$V_{simbolo} = \frac{V_{BTS}}{Bits_{QPSK} \times FEC \times Reed\ Salomon} \quad \text{ecuación 3}$$

$$V_{simbolo} = \frac{32\ Mbps}{2 \times \frac{3}{4} \times \frac{188}{204}} = 23,52\ Mbaudios$$

Donde:

$V_{simbolo}$ es la velocidad de símbolo, Mbaudios

$Bits_{QPSK}$ es la cantidad de bits que se ocupara en la modulación QPSK

FEC es un código que corrige los datos alterados o dañados en el receptor

¹⁹ Reed Salomon: es un código que ayuda a la detección y corrección de errores.

32 Mbps es la velocidad de entrada del modulador en el BTS que el ISDB-Tb ya tiene establecido.

Podemos obtener el ancho de banda utilizando el teorema de Shannon, con ello podemos decir que la capacidad de canal es igual a la tasa de transmisión del BTS incluyendo el código FEC y Reed Salomon. Entonces la velocidad de transmisión del enlace es la siguiente.

$$V_{Tx \text{ del Enlace}} = 32,507 \text{ Mbps} \times \frac{4}{3} \times \frac{204}{188} = \mathbf{47,031 \text{ Mbps.}} \quad \text{ecuación 4}$$

Donde:

$V_{Tx \text{ del Enlace}}$ es la velocidad de transmisión del enlace, en Mbps

32 Mbps es la velocidad de entrada del modulador en el BTS que el ISDB-Tb ya tiene establecido.

$\frac{4}{3}$ es la representación del código FEC que se está utilizando

$\frac{204}{188}$ es la representación del código Reed Salomon

Utilizando el teorema de Nyquist podemos comprobar que la velocidad de símbolo es igual a una portadora con modulación digital QPSK que es igual a 23,52 MHz.

La relación de señal ruido (S/N), utilizando un FEC de $\frac{3}{4}$ según la tabla siguiente es de 7,5 dB que corresponden a 5,623 veces en relación de potencia como se expresa a continuación.

Tabla 20. S/N teórica ISDB-Tb

Modulación	FEC 1/2	FEC 2/3	FEC 3/4	FEC 5/6	FEC 7/8
DQPSK	6,2	7,7	8,7	9,6	10,4
QPSK	4,9	6,6	7,5	8,5	9,1
16QAM	11,5	13,5	14,6	15,6	16,2
64QAM	16,5	18,7	20,1	21,3	22,0

Fuente: Digital Terrestrial Television according to ISDB-T

$$\text{Relacion de Potencia} = 10^{\left(\frac{7,5}{10}\right)} \quad \text{ecuación 5}$$

$$\text{Relacion de Potencia} = 10^{\left(\frac{7,5}{10}\right)} = 5,6234$$

Despejando la ecuación del teorema de Shannon obtenemos el ancho de banda necesario para transmitir la información.

$$AB = \frac{47,031 \text{ Mbps.}}{\log_2(1+5,6234)} \quad \text{ecuación 6}$$

$$AB = 17,24 \text{ MHz}$$

Por lo tanto será suficiente un ancho de banda de **24 MHz** para enviar una señal QPSK con una tasa de transmisión de 32,507 Mbps.

3. RADIOENLACE

El enlace entre los puntos seleccionados Universidad Nacional de Loja y Cerro Huachichambo, por este enlace se podrán transmitir señales de audio, video y datos, se escogió ese trayecto puesto que las características del relieve en esta zona el cual es predominantemente de baja altura sobre el nivel del mar ayudando a este un diseño del enlace menos costoso.

Tabla 20. Coordenadas de los puntos (UNL-Cerro Huachichambo)

Punto de Enlace	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
UNL (Carrera de Comunicación Social)	04°02'02,6''S	079°12'12,8''W	2151
Cerro Huachichambo	04°01'25.20"S	79°14'45.90"W	2849

Fuente: Propia

Este enlace de 4,85 Km, nace en una zona urbana y tiene una línea vista despejada para llegar al cerro Huachichambo como se muestra en la figura 20.



Figura 20. Enlace Universidad Nacional de Loja-Cerro Huachichambo

Fuente: GOOGLE EARTH

Se hace uso del radio Dar Plus 7HP Vislink, el cual permite configurarse como transmisor o receptor. Se elige este radio debido a que puede ser usado para operar en formato analógico o digital.

Tabla 21. Características del Transmisor

Banda de frecuencias de operación	6425 - 7100 MHz
Tasa de Transferencia	31 a 105 Mbps
Humedad	0 a 95%
Modulaciones permitidas	QPSK, 16QAM, 32QAM, 64QAM
Temperatura Operacional	-10 a 50°
Potencia de Transmisión	1 W
Umbral de recepción	-78 dBm
Figura de Ruido	4 dB

Fuente: Propia

Se usará una antena parabólica marca Andrew modelo PO-064.

Tabla 22. Características de la antena parabólica ANDREW

Marca	Andrew
Modelo	PO-064
Diámetro	4 pies
Ganancia	43.2 dB
Ancho de Lóbulo Principal	2.5°
Relación delante/atrás	43
Máximo VSWR	1.08
Banda de Frecuencia	6600-7410 MHz
Umbral de recepción	-81 dBm Para un BER de 10^{-6}
Perdidas	0,7 dB

Fuente: Propia

Se asume una altura tanto para la antena transmisora de 40 metros y para la antena receptora de 40 metros, misma que es relativamente baja y puede conseguirse fácilmente en las torres auto-soportadas donde se proyecta implementar el sistema de microondas. La elección de esta altura obedece al hecho de que no existen obstrucciones en el trayecto de la microondas, permitiendo que haya una buena línea de vista.

Para determinar las pérdidas en el espacio libre ingresaremos los datos que tenemos en la siguiente ecuación.

$$L_{dB} = 92,4 + 20 \log f(\text{GHz}) + 20 \log d(\text{km}) \quad \text{ecuación 7}$$

$$L_{dB} = 92,4 + 20 \log 7(GHz) + 20 \log 4.85(km)$$

$$L_{dB} = 122.97 \text{ dB.}$$

Donde:

d es la distancia en kilómetros.

f es la frecuencia en GHz.

Ahora se calcula el margen de desvanecimiento con la siguiente ecuación.

$$Fm (dB) = 30 \times \log D + 10 \times \log(6 \times A \times B \times f) - 10 \times \log(1 - R) - 70$$

ecuación 8

Dónde:

D es la distancia del transmisor al objetivo, en km.

f es la frecuencia de la portadora en GHz.

R es el objetivo de confiabilidad de la transmisión, en formato decimal (99,9%)

A es el factor de Rugosidad de Terreno (Valores característicos).

Tabla 23. Factores de Rugosidad del Terreno

4,00	Espejos de agua, ríos muy anchos, etc
3,00	Sembrados densos; pastizales; arenales
2,00	Bosques (la propagación va por encima)
1,00	Terreno normal
0,25	Terreno rocoso (muy) desperejo

Fuente: (Tomassi, 2003)

B: Factor de Análisis climático anual (del tipo promedio, anualizado)

Tabla 24. Factores de análisis climático

1,000	área marina o condiciones de peor mes
0,500	Prevalecen áreas calientes y húmedas
0,250	Áreas mediterráneas de clima normal
0,125	Áreas montañosas de clima seco y fresco

Fuente: (Tomassi, 2003)

$$Fm (dB) = 30 \times \log 4,85 + 10 \times \log(6 \times 0,25 \times 0,5 \times 7) - 10 \times \log(1 - 0,99) - 70$$

$$F_m (dB) = 20,57 + 6,85 + 20 - 70$$

$$F_m (dB) = \mathbf{22,58 dB}$$

Con el margen de desvanecimiento podemos obtener la potencia de transmisión con la siguiente ecuación.

$$P_{tx} = F_m - G + L_{FS} + L_c + U_{rx} \quad \text{ecuación 9}$$

Donde:

P_{tx} es la Potencia de transmisión, en Watts

F_m es el margen de desvanecimiento.

G es la ganancia de la antena.

L_{FS} son las pérdidas en el espacio libre.

L_c son las pérdidas en los conectores y guía de onda.

U_{rx} es el umbral de recepción.

$$P_{tx} = 22,58 \text{ dB} - 43,2 \text{ dB} + 122,97 \text{ dB} + 5,05 \text{ dB} - 81 \text{ dBm}$$

Cabe recalcar que se usa una guía de onda de 20 metros el cual tiene una atenuación de 0,075 dB por metro, y atenuaciones en los filtros, circuladores y conectores que corresponden a 2, 0.25 y 0.6 respectivamente.

$$P_{tx} = 26.4 \text{ dBm}$$

$$P_{tx} = \mathbf{0.436 W}$$

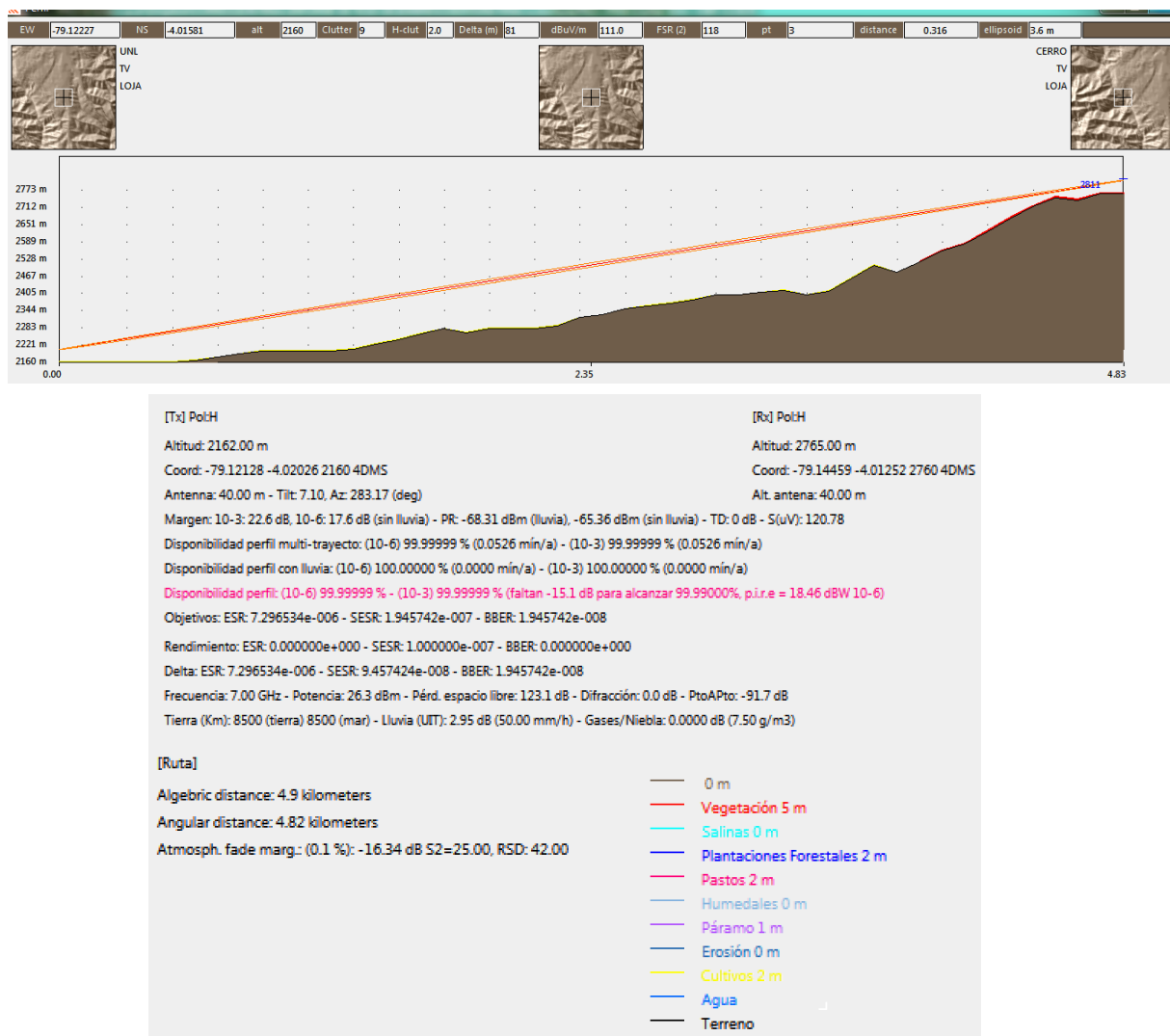


Figura 21. Simulación del Radioenlace.
Fuente: Software ICS Telecom Versión 9

4. ELECCIÓN DE LOS SERVICIOS A TRANSMITIR

Una vez obtenida la señal de estudio, la señal entra a la etapa de transmisión por broadcast desde el cerro HUACHICHAMBO. Una vez modulada en OFDM, entra a un amplificador para luego ser distribuida por el sistema radiante y lograr la cobertura deseada, antes de esto tenemos que tener en cuenta los servicios que queremos transmitir entre ellos tenemos las capas jerárquicas que se mencionó en la sección d.2.3, donde se habló de los tres servicios que dispone el estándar ISDB-Tb.

Se ha tomado en cuenta varios factores para elegir los servicios a transmitir.

Los sistemas de televisión en el país no cuentan con la suficiente programación para brindar al televidente por ello se tiene que aprovechar el número limitado de segmentos para satisfacer la necesidad del usuario.

Para el diseño de la red de frecuencia única se decidió transmitir 3 canales de televisión en los 6MHz (1 canal HD, 1 canal SD y un One-Seg o LD); esta elección se realizó mediante el estudio de adquisición de tecnología en los últimos años en el Ecuador dando resultado que al menos el 65% de los hogares en el Ecuador cuenta un televisor LED o PLASMA, especialmente en la región costa es la adquisición más elevada de estos equipos, y la demanda de Smartphone que cada día va creciendo.

Se toma en cuenta la tasa de datos de los servicios de HD, SD y LD.

Partiendo de las consideraciones de las normas técnicas tanto en Argentina como en Brasil informa que la tasa de datos para la capa A, es decir One-Seg de LD (Low Definition) es de 400 kbps aproximadamente usando tan solo un segmento.

Para la transmisión de un canal HD es la cantidad de 10 Mbps aproximadamente, y ocupando la cantidad de 9 segmentos

En la transmisión de un canal SD la tasa de datos es de 2.5 Mbps aproximadamente utilizando los tres segmentos restantes.

Los valores de asignación de segmentos, modulaciones y código convolucional FEC son valores ya calculados y establecidos por la ANATEL en consideración para ofrecer los servicios de canales en definición estándar, en alta definición y en baja definición en un ancho de banda de 6 MHz.

Con respecto al área de cobertura se puede utilizar cualquier tipo de modulación debido a que es inferior a 13 Km.

Tabla 25. Asignación de segmentos y modulaciones

Capa Jerárquica	Número de segmentos	Modulación Digital	Código Convolucional FEC
A	1	QPSK	2/3
B	9	64QAM	3/4
C	3	16QAM	2/3

Fuente: ANATEL NORMA BRASILEÑA ABNT NBR 15601

En la simulación se optará por los parámetros recomendados de la ANATEL, ICS Telecom Versión 9 cuenta con las resoluciones y recomendaciones de la ITU como herramientas, se va a extraer de su biblioteca esta información para poder simular.

Se sigue las especificaciones de los siguientes equipos para simular.

A continuación tenemos un equipo transmisor, que incluye excitador y modulador.

Tabla 26. Equipo transmisor

Marca	HARRIS
Modelo	MAXIVA UAX20
Procedencia	Estados Unidos
Refrigeración	Aire forzado
Rango de frecuencias	470 a 862 MHz
Ancho de banda de canales	6 MHz / 7 MHz y 8 MHz
Estabilidad de frecuencia	± 100 Hz
Potencia de salida	2000 w rms
Estabilidad de potencia de salida	± 0.5 dB o mejor
Entradas	TS BVB, ASI
Impedancia	RF 50 Ω con VSWR ≤ 1.3
Reducción de potencia de salida	0 dB a -6 dB
Niveles de intermodulación	< -37 dB
Emisiones espurias	< -60 dB / 20 mW
Temperatura	ambiente / humedad 0°C a 45°C / 95% máx
Conectores RF entrada / salida	N hembra / 5/8" 50 Ω

Fuente: Propia

Antena de Difusión

Tabla 27. Antena de Difusión

Marca	UTV-01/UTV-05 (RADIACIÓN Y MICROONDAS)
Modelo	AT15-250
Tipo	PANEL UHF 4 DIPOLOS CON RADOMO
Banda de operación	470 – 862 MHz
Ancho de lóbulos	H / V 90° / 0°
Ganancia	11.35 dB (13.5 dBi) individual
Polarización	Lineal Horizontal
Impedancia de alimentación	75 Ω
VSWR máx	$x \leq 1.1:1$ (1.15:1 máx)

Relación delante/atrás	≈ 30 dB
Máxima potencia de entrada RMS	1 kw
Conector de entrada	Tipo N

Fuente: Propia

Sistema de transmisión

Tabla 28. Sistema de Transmisión

Parámetro	Cerro Huachichambo	
Potencia Equipo / Transmisión	300 W	
Azimut de radiación	15°	115°
Número de Antenas	2	2
Ganancia (dBd)		
Tilt (Electrónico)	5°	
Altura del sitio de transmisión	2849 m	
Altura de torre / Centro de Fase	30 m sobre el suelo	

Fuente: Propia

Para la transmisión de la señal LD se utilizara un ancho de banda correspondiente a un segmento que es el valor de 428,57 KHz

En la transmisión de la señal SD y HD se utilizará el ancho de banda correspondiente a doce segmentos que es el valor de 5572 KHz debido a que estos se pueden configurar para enviar más programas SD o un programa SD y HD.

Como se explicó en la sección d.5.4.2 en la norma técnica de asignación de canales de televisión, se decidió escoger un canal de la banda UHF-IV del grupo G4 en el rango de frecuencia de 632-638 MHz que corresponde al canal 41.

El valor de intensidad de campo según la ANATEL en televisión digital es de $51 \text{ dB} \frac{\mu\text{V}}{\text{m}}$.

Mientras tanto la SUPERTEL aún se encuentra realizando pruebas y no se delimita la intensidad de campo a proteger, por lo que se hacen las pruebas con la intensidad de campo que corresponde a la televisión analógica que es $72 \text{ dB} \frac{\mu\text{V}}{\text{m}}$.

Con lo que corresponde a la potencia de transmisión para la cobertura de la ciudad de Loja se realizaron los cálculos respectivos que se encuentran en el ANEXO G, se tomó la referencia de la norma brasileña que corresponde a la potencia 1/3 de la analógica. A

los cálculos se los baso con fórmulas que corresponden a potencia de transmisión analógico.

Para tener una idea de los niveles de potencia que se necesita para cubrir la zona de Loja, se recurrió a los archivos que tiene la SUPERTEL, en este caso el Ing. Lenin Otero quien realizó el estudio de cobertura para ECUATV en la ciudad de Loja, facilitó información para tener una base de referencia ya que los cálculos que se realizaron no se toma en cuenta las zonas climáticas y el aspecto topográfico, en el programa de simulación cuenta con la mayoría de variables que se presentan en un sistema de propagación de señales de punto a zona. Para cubrir la ciudad de Loja con un transmisor analógico se requiere una potencia de 1000 Watts, esto relacionando con un transmisor digital corresponde a **333.33 Watts** de potencia, se simuló con el valor de 300 Watts que fueron suficientes para cubrir la zona deseada.

El arreglo de antenas es de 2 paneles ubicados en el azimut de 15° y 2 paneles ubicados en el azimut 115° , y con un Tilt de -5°

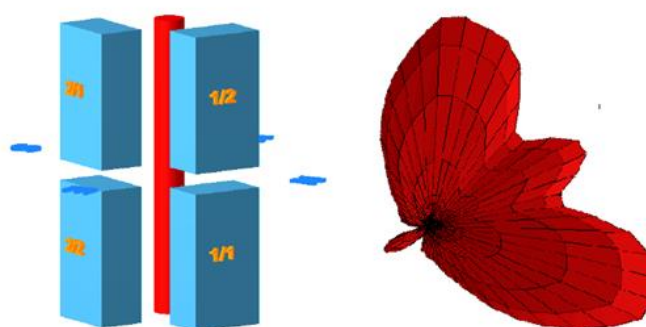


Figura 22. Arreglo de antenas y patrón de radiación obtenido
Fuente: ICS Telecom Versión 9

5. SIMULACIÓN DE COBERTURA.

ICS Telecom no permite configurar las tres capas jerárquicas A, B y C en un transmisor, es por ello que se van a colocar tres transmisores en el mismo lugar, configurando en cada uno, los parámetros correspondientes a cada capa jerárquica. Al colocar tres transmisores en un mismo sitio, operando a la misma frecuencia y transmitiendo diferente programación, éstos se interfieren entre sí, es por ello que ICS Telecom

presenta un cuadro llamado *Network ID*, en el cual se puede introducir un nombre para evitar que los transmisores se interfieran entre sí; en la Figura 8 se puede apreciar en el recuadro de *Network ID* se coloca el nombre CAPAS JERARQUICAS. También como solución se procede a simular un capa a la vez.

Como se explicó anteriormente se usa una antena de 30 metros y con una ganancia de 12 dB que tienen los paneles enfasados de la marca UTV-01/UTV-05, se simula con el parámetro de intensidad de campo a proteger de la norma brasileña que es $51 \text{ dB} \frac{\mu\text{V}}{\text{m}}$.

Se considera una pérdida de cables y conectores de 2 dB según especificaciones técnicas de los equipos.

Se seleccionó el clutter que emplea la Superintendencia de Telecomunicaciones. En el ANEXO G, se presenta la información de cada uno de los componentes que posee el software ICS Telecom, y el proceso de ingreso de datos para obtener la cobertura en la ciudad de Loja. Para una mayor comprensión del proceso se realizó un video tutorial que esta adjunto a este documento de titulación.

Los resultados totales de la simulación se encuentran en el ANEXO G.

f. RESULTADOS

f.1 Presupuesto

Para la elección de los equipos que intervienen en una Estación de Televisión Digital se ha tomado como referencia la estación de televisión ya conformada, conjuntamente con la tutoría brindada por personal técnico de una estación de televisión ubicada en QUITO-ECUADOR del canal ECUATV. Se obtuvo la elección se los siguiente equipos.

Tabla 29. Descripción técnica de los equipos que conforman un estudio de televisión

EQUIPO	CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCION
Amplificador	Precio	\$ 499
	Potencia	Estéreo 8 ohmios: 275W x 2
	Garantía	3 años
Micrófono de Mano	Precio	\$ 50
	Cantidad	5
	Garantía	2 años
Micrófono de Contacto	Precio	\$ 90
	Cantidad	9
	Garantía	1 año
Micrófono Lavalier	Precio	\$ 487
	Cantidad	5
	Garantía	1 año
Micrófono tipo Cañon	Precio	\$ 200
	Cantidad	2
	Garantía	1 año
Micrófono Intercomunicador	Precio	\$ 3.700 (Incluye 4 pares)
	Cantidad	4 pares
	Garantía	2 años
Micrófono de Precisión	Precio	\$ 250
	Cantidad	1
	Garantía	1 año
Cámara	Precio	\$ 4.500
	Cantidad	2
	Garantía	2 años
Cámara ENG	Precio	\$ 8.000
	Cantidad	2

	Garantía	2 años
Consola de Iluminación	Información general	Operación de 24 canales en dos escenas
	Precio	\$ 860
	Cantidad	1
	Garantía	2 años
Luces Fresnel	Precio	\$ 269
	Información general	1000 w/2000w 120volt
	Cantidad	4
Foco de Ciclorama	Información general	Equivale a una luz ciclorama de 500 W pero solo con el 10% de consumo, consta de 50000 horas de vida, luz suave y pareja hasta 5 metros de fondo o altura
	Precio	\$ 1.059
	Cantidad	2
Lámparas	Generalidades	1250 W
	Precio	\$ 50
	Cantidad	El número de lámparas depende del tamaño del lugar.
Teleprompter	Precio	\$ 1.900
Consola de Audio	Generalidades	32 canales de grabación y la consola de refuerzo de sonido
	Precio	\$652.99
	Garantía	1 año
Ecuilizador	Generalidades	Ecuilizador gráfico
	Precio	\$ 300
	Garantía	1 año
Monitores de Video	Nombre	EVID 6.2
	Información general	Montaje muro Estudio TV Magnéticamente blindado para aplicaciones de video
	Precio	\$ 425
	Cantidad	4

	Garantía	2 años
Monitores de Control Room	Generalidades	Monitor activo de campo cercano 100 Watts Woofer de 5 “ Tweeter de 1”
	Precio	\$ 400
	Cantidad	4
	Garantía	2 años
Cajas Acústicas	Información general	2 vías. 75 Watt (audio dirección) Frecuencia de Respuesta 50 Hz - 20 kHz. (-10dB) Sensibilidad 89dB 1W, 1m.
	Precio	\$ 200
	Cantidad	2
	Garantía	2 años
Corrector de Base de Tempos	Cantidad	1
	Precio	\$ 1.800
	Garantía	2 años
Datavideo	Precio	\$ 3.000
	Cantidad	1
	Garantía	2 años
Generador de Caracteres	Precio	\$ 5.100
	Cantidad	1
	Garantía	2 años
Switch Control Master	Precio	\$ 12.990
	Garantía	2 años
Test Monitor	Precio	\$ 7.500
	Garantía	2 años
Computadoras	Nombre	HP PAVILION SLIMLINE
	Precio	\$ 900

	Cantidad	10
	Garantía	1 año

Fuente: Propia

Tabla 30. Servidor de almacenamiento

Descripción	Información
Nombre	K2 10g Raid Storage Systems
Empresa distribuidora	Grass Valley
Características	Múltiples opciones para satisfacer los requisitos más exigentes de Internet, la producción y el almacenamiento Arquitectura de almacenamiento soporta 10k RPM unidades SAS de almacenamiento en línea de más alto rendimiento o 7.2k Unidades SAS de bajo costo / GB de almacenamiento Ancho de banda escalable - Añade fácilmente a los sistemas existentes
Precio	\$ 48.000
Garantía	3 años

Fuente: Propia

La empresa Grass Valley es una empresa pionera en la producción de equipos para los estudios de televisión en el mundo, brinda toda la solución correspondiente a producción, post producción, grabación, y uno de las principales características es el servicio de servidores, esta empresa vende servidores así como también presta el servicio de housing y hosting, lo cual permite un ahorro a corto tiempo ya que los equipos tienen un valor bastante elevado. Esto se puede presentar como una alternativa hasta la recuperación de inversión con el negocio televisivo.

Tabla 31. Servidor

Descripción	Información
Nombre	K2 Summit Transmisión Servidor
Empresa distribuidora	Grass Valley

Características	Affordable SD / HD juegan sistema para las emisoras 2 chasis compacto RU con fuentes de alimentación redundantes Hasta 4 canales configurables: Dos canales de emisión y dos canales bidireccionales (registro o reproducción) Formatos SD (hasta 50 Mb / s): DV, DV25, DV50, D10/IMX, MPEG-2 I-Frame y Long GOP Formatos de alta definición (hasta 50 Mb / s): XDCAM HD, XDCAM EX y MPEG-2 I-Frame y Long GOP (720p/1080i) Juego DV, MPEG back-to-back
Precio	\$ 30.000
Garantía	3 años

Fuente: Propia

Tabla 32. Equipo multiplexor de las señales HD, SD, ONE SEG, en ISDB-Tb

Descripción	Información
Nombre	RE-MULTIPLEXOR DMUX-1000/ISDB-T
Características	Re-Multiplexor para estaciones transmisoras digitales de Aire compatible con los estándares de multiplexación MPEG e ISDB-Tb ³ / ₄ Es capaz de generar y retransmitir tablas PSI y SI ³ / ₄ Posee 1 entrada IP Gigabit Ethernet (RJ-45), 8 entradas ASI (BNC) y 4 salidas ASI / BTS (BNC) ³ / ₄ Es configurable vía Web (RJ-45 dedicado)
Fabricación	ARGENTINA
Tecnología	FPGA
Precio	\$ 4.800
Garantía	3 años

Fuente: Propia

Tabla 33. Equipo modulador, excitador y transmisor del BTS en ISDB-Tb

Descripción	Información
Marca	Harris
Modelo	MAXIVA UAX20
Procedencia	Estados Unidos
Refrigeración	Aire forzado
Rango de frecuencias	470 a 862 MHz
Ancho de banda de canales	6 MHz / 7 MHz y 8 MHz
Estabilidad de frecuencia	± 100 Hz
Potencia de salida	2000 w rms

Estabilidad de potencia de salida	± 0.5 dB o mejor
Entradas	TS BVB, ASI
Impedancia	RF 50 Ω con VSWR ≤ 1.3
Reducción de potencia de salida	0 dB a -6 dB
Niveles de intermodulación	<-37 dB
Emisiones espurias	<-60 dB / 20 mW
Temperatura	ambiente / humedad 0°C a 45°C / 95% máx
Conectores RF entrada / salida	N hembra / 5/8" 50 Ω
Alimentación	200/208/220/380/400/415/440 VAC $\pm 15\%$,
Precio	\$ 8.000
Ventaja	Sistema de transmisión con excitador y modulador
Garantía	3 años

Fuente: Propia

El equipo mencionado anteriormente es utilizado para la difusión del sistema ISDB-Tb en broadcast.

El equipos que se modulator que se presenta a continuación es para la etapa de microondas, es decir para llevar la BTS hacia el cerro Huachichambo y de ahí propagarla a la ciudad de Loja.

Tabla 34. Modulador multiplexor y excitador utilizado para la transmisión de la señal BTS en el enlace microondas

Descripción	Información
Nombre	RE-MULTIPLEXOR + MODULADOR
Características	Re-Multiplexor para estaciones transmisoras digitales de Aire compatible con los estándares de multiplexación MPEG e ISDB-Tb
Fabricación	BRASILEÑA
Tecnología	FPGA
Precio	\$ 5.600
Garantía	3 años

Fuente: Propia

Tabla 35. Servidor de contenidos Digitales con salida ASI

Descripción	Información
Nombre	Servidor de Contenidos Digitales con salida ASI
Características	<p>Corre sobre una PC o un servidor</p> <p>³/₄Por una única salida ASI (BNC) puede generar más de 50 programas de video y hasta 200 Mbps</p> <p>³/₄Los programas pueden estar en MPEG-2 o MPEG-4 y pueden ser SD o HD indistintamente</p> <p>³/₄Los archivos de video están en formato MPEG-2 Transport Stream</p> <p>³/₄Alta flexibilidad para armar los playlist: funciones copy/paste de clips, bloques, días, etc.</p> <p>³/₄Emisión de reportes</p>
Fabricación	ARGENTINA
Precio	\$ 3.000
Garantía	2 años

Fuente: Propia

Tabla 36. Transmisor de la señal BTS en el enlace microondas

Descripción	Información
Banda de frecuencias de operación	6425 - 7100 MHz
Tasa de transferencia	36 a 105 Mbps
Humedad	0 a 95%
Modulaciones permitidas	QPSK, 16QAM, 32QAM, 64QAM
Temperatura operacional	-10 a 50°
Potencia de transmisión	1 W
Umbral de recepción	-78 dBm
Figura de ruido	4 dB
Precio	\$ 4.000
Garantía	2 años

Fuente: Propia

Tabla 37. Antena parabólica para enlace microondas

Descripción	Información
Marca	Andrew
Modelo	PO-064
Fabricación	USA

Diámetro	4 pies
Ganancia	36 +- 0.2 dBi
Ancho de lóbulo principal	2.5°
Relación delante/atrás	43
Máximo VSWR	1.08
Banda de frecuencia	6600-7410 MHz
Umbral de recepción	-78 dBm
Para un BER de	0.000001
Precio	\$ 150
Cantidad	2
Garantía	2 años

Fuente: Propia

Tabla 38. Antena tipo panel, para difusión

Descripción	Información
Marca	SIRA
Modelo	UTV-01/UTV-05
Fabricación	USA
Polarización	Horizontal
Ganancia	12 dB
Rango de frecuencias	470 - 860 MHz
Precio	\$ 120
Cantidad	6
Garantía	2 años

Fuente: Propia

f.1.1 Inversión total

Tabla 39. Resultados

Equipos de estudio y plato	\$ 84.540,99
Equipos de transmisión y difusión	\$ 25.700
Servidores compra (opcional)	\$ 78.000
Total	\$ 188240,99

Fuente: Propia

f.2 Resultado Técnico.

Se ha obtenido una buena cobertura en la ciudad de Loja siguiendo los parámetros, técnicas y recomendaciones internacionales que la SUPERTEL utiliza. Esto fue notable debido a que el software de simulación representa las zonas inmersas a cobertura de color verde y sus límites de color, y con ayuda de las reglas que incorpora dicho software se pudo constatar que toda la ciudad de Loja se encuentra con cobertura; esta difusión cuenta con la cobertura necesaria en los tres tipos de modulación, de HD, SD y ONE SEG, para un mayor entendimiento del resultado técnico revisar el ANEXO G del presente informe de tesis.

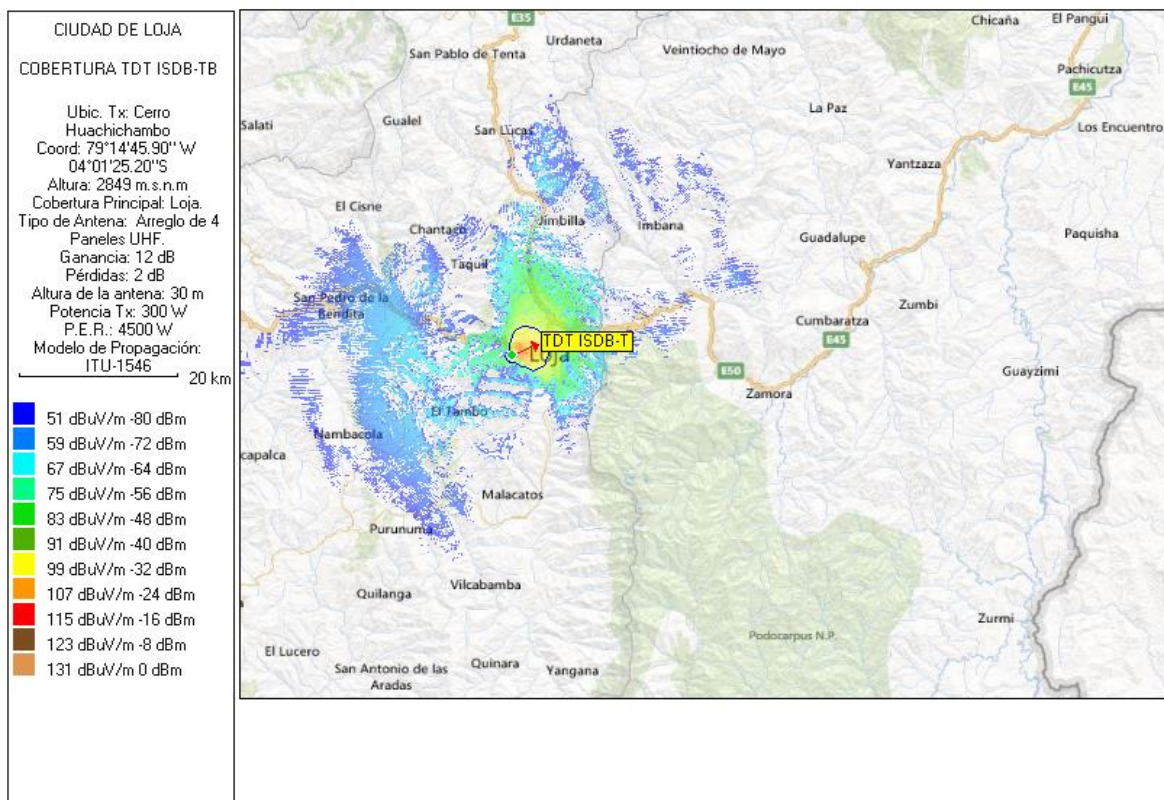


Figura 23. Cobertura total de la Ciudad de Loja con parámetros digitales
Fuente: **Propia**

Se realizó la simulación con dos distintos parámetros de intensidad de campo. El primer parámetro utilizado por las normas técnicas brasileñas y el segundo por la SUPERTEL, obteniendo un buen resultado con los dos valores.

Se realizó una simulación para obtener resultados en forma analógica para presentar una comparación de coberturas digital-analógico, con los mismos parámetros de potencia y ganancia, al igual que el modelo de propagación, lo único que se varió fue el tipo de modulación en este caso analógica y la intensidad de campo a proteger, estos parámetros se encuentra en la tabla 12.

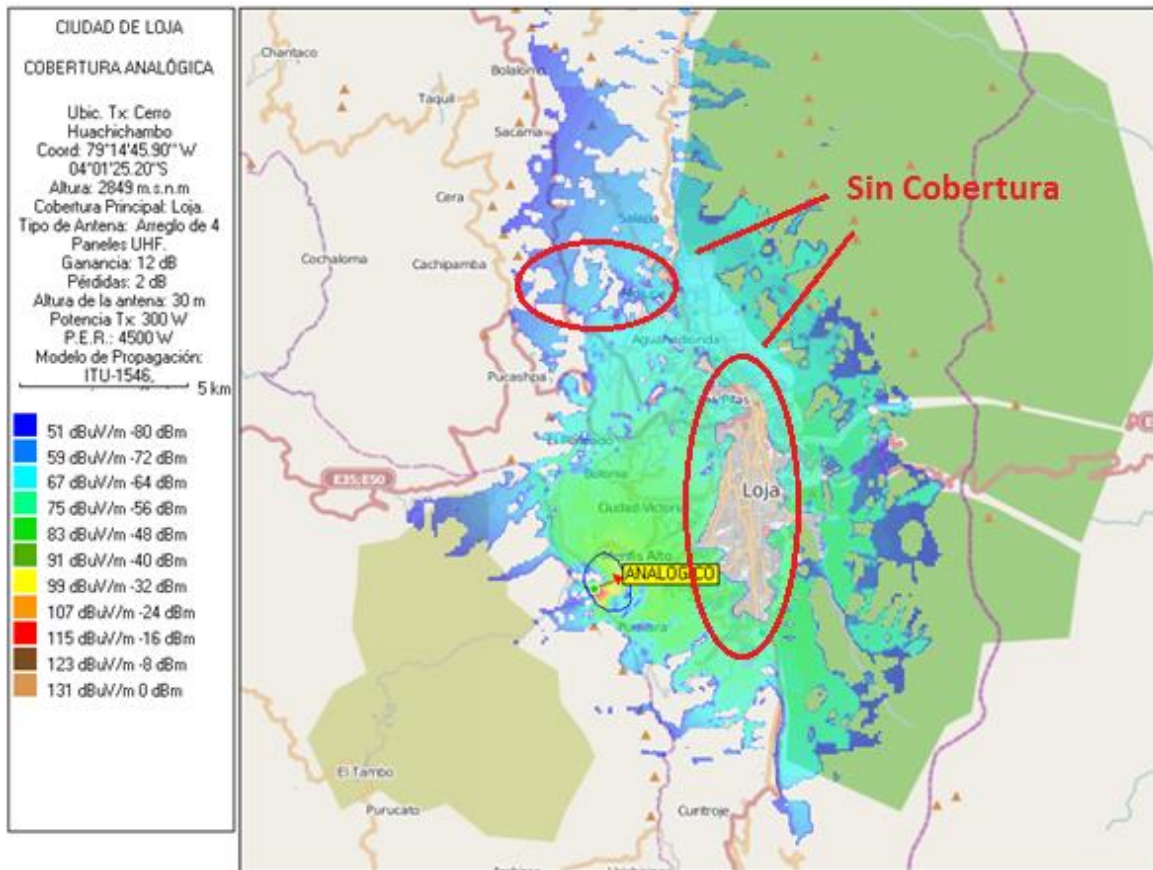


Figura 24. Cobertura total de la Ciudad de Loja con parámetros analógicos
Fuente: Propia

g. DISCUSIÓN

En el presente literal, se realiza una discusión, sobre los resultados finales alcanzados, en base a los objetivos específicos del proyecto de tesis.

1. Se realizó un estudio minucioso para la incorporación de una estación de televisión digital en la Universidad Nacional de Loja, llegando a la siguiente discusión.

- Se encontró una disponibilidad de canales para la banda UHF.
- No se encuentra completamente estructurado el reglamento sobre televisión digital por ello se utiliza los parámetros y normas de Brasil.
- Se tomó parte de los valores de las leyes de televisión analógica para cumplir con los requisitos que la CONATEL dispone.

2. Se realizó el estudio de una estación de televisión que se encuentra emitiendo servicios en la actualidad y que cuentan con la tecnología digital, como es el caso de ECUATV, con esto se tiene una idea clara de la estructura de una estación de televisión digital.

- Se descartó la utilización de equipos Grass Valley debido a su alto costo.
- Se decidió realizar el presupuesto con equipos que distribuyen empresas ecuatorianas, en este caso ECUATRONIX.

3. Se ha realizado una simulación con los tres tipos de modulación obteniendo los resultados esperados.

- Se tomó como punto de difusión al Cerro HUACHICHAMBO ya que aquí tenemos una buena vista para toda la ciudad de Loja y porque los vientos que pasan por esta zona no son muy fuertes, no se tomó el Cerro Villonaco ya que aquí los vientos son muy intensos y en el mayor de los casos provocan la caída de torres y antenas.
- Se eligió la ubicación de la estación de Televisión Digital en la Carrera de Comunicación Social, ya que cuentan con el terreno necesario y también porque aquí se encuentra la radio universitaria y así en un futuro realizar la unificación de los medios de comunicación.

En resumen, dentro de este trabajo se realiza una investigación para poder obtener los parámetros y/o requisitos que solicita la CONATEL conjuntamente con la SUPERTEL y así obtener una concesión de frecuencia para un canal de TV Digital en la Universidad Nacional de Loja.

De acuerdo con los resultados de los datos obtenidos se puede verificar que se cumplen con la mayor parte de requisitos para proceder a la solicitud de concesión de frecuencia, en el ANEXO B se puede revisar los formularios de solicitud de la CONATEL.

h. CONCLUSIONES

- Se tiene un ahorro del espectro radioeléctrico, en el Ecuador las frecuencias de televisión se encuentran saturadas; hoy en día gracias a las técnicas de compresión que posee el sistema de televisión digital, se puede tener varios canales en el ancho de banda de 6 MHz.
- La televisión digital brinda la opción de utilizar una red de frecuencia única que ayuda a optimizar el espectro radioeléctrico, esto se ha hecho pensando en la cobertura de provincias y la nación entera ya que así solo se usará una sola frecuencia a lo largo de la extensión de terreno, siendo el caso contrario en la televisión analógica donde se usa la red de frecuencia múltiple.
- El estándar ISDB-Tb está basado en el sistema digital japonés ISDB-T donde la principal diferencia son las técnicas de compresión de audio, video y el middleware GINGA.
- El estándar ISDB-Tb se destaca de los demás estándares por que usa codificación COFDM y time interleaving, es por ello que este sistema está diseñado para brindar una mayor calidad y robustez en la transmisión de información.
- El presente informe de tesis deja las bases para el desarrollo de futuros proyectos de investigación basados en televisión digital, con el fin de que la Universidad Nacional de Loja sea la pionera en la investigación de este tema en la Región Sur del país.
- El estudio de presupuesto le da una idea global a la persona natural o jurídica quien solicite la concesión de frecuencia, del monto de inversión que conlleva la mencionada solicitud.
- De acuerdo con el estudio técnico-económico realizado, la inversión total de equipos para el montaje de un canal de televisión digital es de aproximadamente \$ 188240,99.
- Ecuador aún no cuenta con leyes de televisión digital, es por esto que se está ocupando las leyes de televisión analógica; por el momento la CONATEL no está brindando concesiones, simplemente permisos temporales hasta que se tenga las leyes que aborden la televisión digital.

i. RECOMENDACIONES

- Recomiendo las redes SFN como una ventaja para los operadores, ya que con la utilización de una sola frecuencia a nivel nacional se pueden ahorrar mucho dinero en las campañas de publicidad ya que podrían identificarse con un solo número de canal a nivel nacional y no como es actualmente que tienen un número para las distintas regiones situaciones geográficas.
- Se recomienda a la Universidad Nacional de Loja seguir trabajando en el impulso de una estación de televisión digital, ya que al contar con un canal de estos ayuda al desarrollo de la Institución.
- Realizar una mayor difusión del tema TDT a los usuarios de la provincia de Loja, teniendo como objetivo que el apagón analógico tenga una mayor acogida por parte del sector audiovisual, y que se cumpla con todas las normas y reglas para disfrutar de los beneficios que la televisión digital brinda.

j. BIBLIOGRAFÍA

Documentos de Tesis

NIETO RUIZ, Natalia. SANI DOMÍNGUEZ, Jenny. 2012. Estudio técnico y económico para la implementación Práctica de un canal de Televisión Digital Terrestre con el estándar ISDB-T internacional en el Ecuador. (Tesis Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones) Quito-Ecuador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Informática Y Electrónica. 34 p.

_____ RUIZ, Natalia. SANI DOMÍNGUEZ, Jenny. 2012. Estudio técnico y económico para la implementación Práctica de un canal de Televisión Digital Terrestre con el estándar ISDB-T internacional en el Ecuador. (Tesis Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones) Quito-Ecuador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Informática Y Electrónica. 99 p.

Revistas de Electrónica y Papers

SOTOMAYOR, Patricio. 2011, Análisis de los estándares de Televisión Digital Terrestre (TDT) y pruebas de campo utilizando los equipos de comprobación técnica de la Superintendencia de Telecomunicaciones, [en línea], Quito-Ecuador, [http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1159/1/CD-2628.pdf], [Consulta: enero 2013].

PISCIOTTA, Néstor. 2010, Sistema ISDB-Tb (Primera parte), [en línea], Córdoba-Argentina, [<http://www.eradigital.com.ar/blog/wp-content/uploads/2010/09/Sistema-ISDB-Tb-Primera-parte.pdf>], [Consulta: enero 2013].

_____. , Néstor. 2010, Sistema ISDB-Tb (Primera parte), [en línea], Córdoba-Argentina, [<http://www.eradigital.com.ar/blog/wp-content/uploads/2010/09/Sistema-ISDB-Tb-Primera-parte.pdf>], [Consulta: enero 2013].

SOTELO, Rafael. DURÁN, Diego. JOSKOWICZ José. 2011. Sistema de Transmisión ISDB-T, [en línea], Montevideo-Uruguay, [http://www.um.edu.uy/_upload/_descarga/web_descarga_240_SistemadetransmisinISDB-T.-Sotelo_Durn_Joskowicz.pdf]

MARTINEZ DIAZ. Miguel Ángel. 2008, Guía para el usuario de la Televisión en Alta Definición, [en línea], Roma-Italia, [<http://www.televisiondigital.es/tecnologias/AD/Documents/GuiaHD.pdf>], [Consulta: febrero 2013].

Páginas WEB

<http://www.supertel.gob.ec/tdt-ecuador/>

<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1159/1/CD-2628.pdf>

<http://www.ginganc1.org.br/pt-br>

http://wiki.ginga.org.ar/doku.php?id=lifia:ginga.a_r

<http://www.scielo.org.ve/scielo.php>

<http://creandoaudiovisuales.blogspot.com/search/label/camaras%20EFP>

<http://lluviastv.blogspot.com/2011/10/camaras-eng-vs-efp.html>

<http://notasdelproductor.blogspot.com/2011/01/tbc-time-base-corrector.html>

http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/instructivo_formularios_concesion_frecuencias.pdf

<http://comunicaciones.firebirds.com.ar/repositorio/herramientas/desvanecimiento.html>

www.antel.org.br/default.asp

