



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

## **DISEÑO DE UNA INFRAESTRUCTURA DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE CON EL ESTÁNDAR ISDB-Tb**

**DARWIN PAUL CARRIÓN BUENAÑO**

Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo, presentado ante el Instituto de Posgrado y Educación Continua de la ESPOCH, como requisito parcial para la obtención del grado de:

**MAGISTER SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES**

Riobamba – Ecuador

Marzo - 2017

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

EL TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE: El Trabajo de Titulación Modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo, denominado: DISEÑO DE UNA INFRAESTRUCTURA DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE CON EL ESTÁNDAR ISDB-Tb, de responsabilidad del señor Darwin Paul Carrión Buenaño, ha sido minuciosamente revisado y se autoriza su presentación.

ING. WILSON ZÚNIGA VINUEZA; M. Sc.

**PRESIDENTE**

---

ING. OSWALDO MARTÍNEZ GUASHIMA; M. Sc.

**DIRECTOR DE TESIS**

---

ING. DANILO BARRENO NARANJO; M. Sc.

**MIEMBRO DE TESIS**

---

LIC. RAÚL LOZADA YÁNEZ; M. Sc.

**MIEMBRO DE TESIS**

---

Riobamba, Marzo 2017

## **DERECHOS INTELECTUALES**

Yo, Darwin Paúl Carrón Buenaño, declaro que soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en el Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación, y que el patrimonio intelectual generado por la misma pertenece exclusivamente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

Darwin Paúl Carrón Buenaño

N° de Cédula: 060302139-5

©2017, Darwin Paul Carrión Buenaño.

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

Yo, Darwin Paul Carrión Buenaño, declaro que el presente proyecto de investigación, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras **Fuentes** están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación de Maestría.

---

Darwin Paúl Carrón Buenaño

N° de Cédula: 060302139-5

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de investigación a mis padres, a mi esposa e hijo que siempre han estado a mi lado con su apoyo incondicional y creyendo en mi.

En especial a mi madre y padre que con su amor y comprensión me ha sabido guiar y acompañar en todos los momentos de mi vida.

A mis compañeros y amigos por los momentos compartidos.

Darwin Paul Carrión Buenaño

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso mi gratitud a un compañero profesor, orientador como es el Ing. Oswaldo Martínez Guashima quien con su ayuda desinteresada permitió que yo culmine este trabajo de investigación con todas las normas establecidas en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a los Ingenieros Danilo Barreno y Lic. Raúl Lozada quienes mediante sus consejos y ayuda prestada durante la realización del presente trabajo colaboraron en la culminación de la investigación.

A los Docentes del Programa de Maestría Sistemas en Telecomunicación que con su perseverancia y desinteresada manera de compartir sus conocimientos lograron que se forme un profesional eficiente y eficaz, gracia por su amistad.

# CONTENIDO

PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN .....	II
DERECHOS INTELECTUALES.....	III
DEDICATORIA .....	VI
AGRADECIMIENTO .....	VII
CONTENIDO .....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XI
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	XII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIV
RESUMEN.....	XV
SUMMARY .....	XVI
CAPITULO I	
1    INTRODUCCIÓN .....	1
1.1    Problema de Investigación .....	2
1.1.1    Situación Problemática.....	2
1.1.2    Formulación del Problema .....	3
1.1.3    Sistematización del Problema .....	3
1.2    Justificación de la investigación.....	4
1.3    Objetivos .....	5
1.3.1    Objetivo General .....	5
1.3.2    Objetivos Específicos.....	5
1.4    Hipótesis .....	5
CAPITULO II	
2    MARCO TEÓRICO.....	6
2.1    Antecedentes del problema .....	6
2.1.1    Canal Radioeléctrico .....	8
2.2    Bases Teórica .....	10
2.2.1    Espectro Radioeléctrico.....	10
2.2.2    Televisión analógica.....	12
2.2.3    Televisión Digital Terrestre .....	17



2.3	El Sistema ATSC .....	20
2.3.1	Entorno del software de aplicación TDT (DASE) .....	23
2.4	El Estado digital video broadcasting (DVB) .....	24
2.4.1	Antecedentes Generales .....	24
2.4.2	El Sistema DVB-T .....	25
2.4.3	Multimedia Home Platform MHP .....	27
2.5	ISDB-T .....	28
2.5.1	Antecedentes Generales .....	28
2.5.2	Asociación de Industrias y Negocios de la Radio (ARIB) .....	30
2.6	La situación de la televisión digital terrestre .....	31
2.6.1	ISDB (Integrated Services Digital Broadcasting) .....	31
2.6.2	Transmisión ISDB .....	32
2.6.3	El Proceso de Transmisión .....	38
2.6.4	La codificación del canal .....	39
2.6.5	Remultiplexación del flujo de transporte .....	40
2.6.6	Codificación externa .....	41
2.6.7	División del flujo de transporte en capas jerárquicas .....	42
2.6.8	Dispersión de potencia .....	42
2.6.9	Corrección DE Retraso .....	43
2.6.10	El intercalador de bytes .....	44
2.6.11	Codificación Interna .....	45
2.6.12	Modulación .....	46
2.6.13	OFDM .....	47
2.6.14	Intervalo de Guarda .....	48
2.6.15	Cartografía .....	49
2.6.16	Intercalado de Tiempo .....	50
2.6.17	Intercalado de frecuencias .....	51
2.6.18	Compositor de Cuadros .....	52
CAPITULO III		
3	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	56
3.1	Tipo de investigación .....	56
3.2	Diseño de la Investigación .....	56
3.3	Técnicas de investigación .....	57

## CAPITULO IV

4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	58
4.1	Inconvenientes en la aplicación de Televisión Digital Terrestre.....	58
4.2	Debilidades de la televisión analógica con respecto a la televisión digital terrestre.....	58
4.2.1	Mayor calidad de imagen y sonido.....	58
4.2.2	Mayor número de emisiones de televisión.....	60
4.2.3	Mayor flexibilidad de las emisiones y servicios adicionales.....	62
4.3	Parametro ISDB-TB.....	63
4.4	Configuración de un Sistema ISDB-TB.....	63
4.5	Selección de parametros de un sistema ISDB-TB.....	64
4.6	Configuraciones ISDB-Tb Recomendadas.....	65
4.6.1	Configuraciones ISDB-Tb recomendadas para recepción fija.....	65

## CAPITULO V

5	PROPUESTA.....	73
5.1	Consideración para la migración de television analógica a digital.....	73
5.2	Descripción de la propuesta para el diseño de la red de TDT bajo el estandar isdb-Tb.....	78
5.3	Infraestructura digital terrestre.....	81
5.3.1	Infraestructura LAN.....	83
5.4	Diseño de una arquitectura para la transmisión de TDT en la ciudad de Guaranda y Municipios conlindantes.....	85
5.4.1	Presupuesto.....	88
5.4.2	Sistema de microondas digitales estudios – transmisor.....	89
5.5	Simulación de un sistema de radiodifusión TDT.....	91
5.5.1	Ubicación del centro emisor del TV UEB.....	92
5.5.2	Ubicación del centro emisor Cashca Totora.....	94
5.6	Servicios prestados por televisión digital terrestre.....	103
5.6.1	Proveedor de servicios y contenidos multimedia.....	104
5.6.2	Plataforma de difusión.....	104
5.6.3	Medio de Transporte.....	104
5.6.4	Terminal y Receptor.....	105

## CONCLUSIONES

## RECOMENDACIONES

## BIBLIOGRAFIA

## ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2	Tipos de estándares adoptados en el mundo .....	20
Tabla 2-2	Número de portadoras del sistema.....	33
Tabla 3-2	Parámetros del segmento OFDM.....	34
Tabla 4-2	Parámetros de la señal transmitida.....	36
Tabla 5-2	Velocidad de datos para un segmento.....	37
Tabla 6-2	Velocidad de datos para el sistema .....	38
Tabla 7-2	Parámetros y Números de TSP .....	40
Tabla 8-2	Retrasos en los TSPs para varias posibilidades de configuración .....	43
Tabla 9-2	Codificador convolución, velocidad ½.....	46
Tabla 10-2	Valores de retardo de bit.....	49
Tabla 11-2	Ajuste de retardo realizado por el intercalador .....	50
Tabla 1-4	Parámetros ISDB-Tb .....	63
Tabla 2-4	Parámetros de configuración de un Sistema ISDB-Tb .....	63
Tabla 3-4	Recomendación para recepción fija portable y móvil en Ecuador .....	65
Tabla 4-4	Topología MFN .....	66
Tabla 5-4	Topología SFN Máxima cobertura .....	66
Tabla 6-4	Topología SFN con radio de cobertura moderado.....	67
Tabla 7-7	Topología SFN con amplio radio de cobertura y alta capacidad de Transmisión. ....	68
Tabla 8-4	Portable con máxima tasa de transmisión.....	68
Tabla 9-4	Portable con máxima cobertura .....	69
Tabla 10-4	Portable con uso optimo del espectro .....	69
Tabla 11-4	Recepción móvil (once-seg). .....	70
Tabla 12-4	Recepción portable y móvil utilizando transmisión jerárquica.....	71
Tabla 13-4	Recepción portable y móvil utilizando transmisión jerárquica.....	72
Tabla 1-5	Propuesta equipos y costo sistema de transmisión digital .....	88
Tabla 2-5	Sistema de Microonda Digital .....	89
Tabla 3-5	Equipos para el Estudio de TV digital .....	90
Tabla 4-5	Presupuesto Implementación TDT .....	90
Tabla 5-5	Parámetros de operación para transmitir TDT .....	92
Tabla 6-5	Resultados obtenidos para los puntos de recepción de TDT .....	99

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-2	Bandas de guarda superior e inferior de un canal.....	8
Gráfico 2-2	Organización del canal en segmentos.....	9
Gráfico 3-2	Espectro radioeléctrico en el Ecuador .....	11
Gráfico 4-2	Diagrama típico de la transmisión analógica.....	16
Gráfico 5-2	Amplitud modulada.....	16
Gráfico 6-2	Frecuencia modulada.....	17
Gráfico 7-2	Implementación de Televisión Digital Terrestre en el mundo .....	19
Gráfico 8-2	Módulos del sistema ATSC.....	22
Gráfico 9-2	Sistema ATSC .....	22
Gráfico 10 -2	Estándar DVB.....	25
Gráfico 11-2	Diagrama general del sistema DVB-T.....	26
Gráfico 12-2	Esquema estándar ISDB .....	29
Gráfico 13-2	Diagrama general del sistema ISDB-T .....	29
Gráfico 14-2	Diagrama de bloques del sistema ISDB-T.....	32
Gráfico 15-2	Asignación de bandas para transmisión completa o parcial .....	35
Gráfico 16-2	Diseño de los portadores y segmentos en la banda de frecuencias.....	35
Gráfico 17-2	Distribución de capas en la banda de frecuencias.....	36
Gráfico 18-2	Diagrama funcional del sistema de codificación .....	39
Gráfico 19-2	Ejemplo del flujo de transporte remultiplexado .....	41
Gráfico 20-2	MPEG-2 TSP and TSP Protegido por el código RS.....	42
Gráfico 21-2	Diagrama de flujo del registro de desplazamiento.....	42
Gráfico 22-2	Diagrama de flujo del intercalador de bytes.....	44
Gráfico 23-2	Diagrama de flujo del codificador convulacional de tasa =1/2 y k=7 .....	45
Gráfico 24-2	Diagrama de bloques del proceso de modulación .....	46
Gráfico 25-2	Ortogonalidad entre los portadores en el Sistema OFDM.....	47
Gráfico 26-2	Intervalo de Guarda OFDM.....	48
Gráfico 27-2	Esquema de mapeo .....	49
Gráfico 28-2	Intercalado de tiempo .....	51
Gráfico 29-2	Frecuencia de intercalación .....	52
Gráfico 30-2	Configuración de un segmento para modulación diferencial en modo 1.....	53

Gráfico 31-2	Generador de la pseudo - secuencia aleatoria.....	54
Gráfico 1-5	Imagen Infraestructura analógica existente y adaptación para HDTV .....	79
Gráfico 2-5	Esquema de una planta de TV analógica.....	81
Gráfico 3-5	Diagrama en bloques de una infraestructura en HDTV.....	83
Gráfico 4-5	Esquema de un canal de televisión digital con el estándar ISDB-Tb .....	84
Gráfico 5-5	Arquitectura para la Transmisión de TDT.....	86
Gráfico 6-5	Arquitectura para la transmisión de TDT .....	91
Gráfico 7-5	Propiedades de las unidades transmisoras .....	93
Gráfico 8-5	Localización transmisor tv ueb.....	93
Gráfico 9-5	Ubicación transmisor Cashca Totora.....	94
Gráfico 10-5	Configuración del sistema emisor parámetros.....	95
Gráfico 11-5	Configuración del Sistema emisor miembros.....	95
Gráfico 12-5	Enlace directo de los transmisores TV UEB - Cerro Cashca Totora .....	96
Gráfico 13-5	Enlace TV UEB - Cerro Cashca Totora .....	97
Gráfico 14-5	Simulación enlace transmisor-receptor.....	98
Gráfico 15-5	Radioenlaces Transmisor – Receptores para TDT .....	99
Gráfico 16-5	Gráfica de la cobertura de TDT google map .....	100
Gráfico 17-5	Alcance de cobertura de TDT hacia el Cantón Guaranda, San Miguel y Chimbo ..	101
Gráfico 18-5	Fases apagón analógico. ....	102
Gráfico 19-5	Numero de televisores y porcentajes de TV a colores.....	102
Gráfico 20-5	Arquitectura TDT y servicios y contenidos.....	103

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A Características de TDT
- ANEXO B Listado de estaciones de televisión digital (TDT)
- ANEXO C Herramientas software comerciales para redes ISDB-Tb
- ANEXO D Normativas ecuatorianas para servicios telecomunicaciones.

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo establecer una arquitectura para la transmisión de Televisión Digital Terrestre, se tomaron varios estudios referentes al tema que plantean diferentes infraestructuras para la implementación de canales de televisión, utilizando una metodología que por el nivel de profundidad es descriptiva, documental aplicativa, Analizando los estándares más utilizados que actualmente existen en el mundo: DVB-T, DVB-T2 e ISDB-T. Para comprender el correcto comportamiento de funcionamiento del estándar ISDB-Tb, se iniciara con el desarrollo y funcionamiento del estándar DVB-T, estándar utilizado por la mayor parte de Europa, Asia y África, y de acuerdo a varios criterios el más sencillo de todos. Se detallara las principales ventajas del estándar ISDB-T, y se definirán las principales ventajas del nuevo sistema desarrollado manifestando que el estándar ISDB-Tb permite la transferencia de diversos programas en el ancho de banda de los 6 MHz los cuales pueden ser de hasta cuatro o seis programas necesitando de la calidad de video a la cual se los vayan a transmitir, ya sea en SD, HD o LD, recomendando que el nuevo sistema de transmisión televisivo obliga a los canales de televisión local y regional establecer nuevas estrategias para brindar al usuario contenidos de calidad y poder competir con canales nacionales y poder recuperar la inversión.

**Palabras claves:** <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <TECNOLOGÍA DE LAS COMUNICACIONES>, <INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES>, <TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE>, <NORMA ISDB-TB>, <REDES>, <ESPECTRO RADIOELÉCTRICO>, <SIMULACIÓN>.

## SUMMARY

The research had as objective to establish an architecture for the transmission of Digital Terrestrial Television, several studies were taken referring to the subject that pose different infrastructures for the implementation of television channels, Using a methodology that by level of depth is descriptive, documentary application, analyzing the most used standards that currently exist the world: DVB-T (Digital Video Broadcasting Terrestrial), DVB-T2 (Digital Video Broadcasting Terrestrial 2) and ISDB-T (Terrestrial Integrated Services Digital Broadcasting). In order to understand the correct behavior of the ISDB-Tb (Terrestrial integrated Services Digital Broadcasting International) standard, it will start with the development and operation of the standard DVB-T standard used by most of Europe, Asia and Africa and according to several criteria the simplest of all . The main advantages of the ISDB-T standard will be described, and the main advantages of the new system will be defined, demonstrating that the ISDB-Tb standard allows the transfer of several programs in the 6 MHz bandwidth which can be up to four Or six programs requiring the video quality to which they will be transmitted, whether in SD, HD or LD, recommending that the new system of television transmission forces to the local and regional television channels to establish new strategies to provide the user quality content and be able to compete with national channels and be able to recover the investment.

**Keywords:** <TECHNOLOGY AND SCIENCES OF ENGINEERING>, <COMMUNICATIONS TECHNOLOGY>, <TELECOMMUNICATION ENGINEERING>, <TERRESTRIAL DIGITAL TELEVISION>, <ISDB-TB STANDARD>, <NETWORKS>, <RADIOELECTRIC SPECTRUM>, <SIMULATION>.



# CAPÍTULO I

## 1 INTRODUCCIÓN

La Televisión en los Ecuador está a punto de un cambio dramático. Las emisoras de radio y televisión han empezando a difundir sus mensajes a través de las transmisiones digitales. Cuando esto convergencia desde una entrada analógica en una señal digital es totalmente completa, la población ecuatoriana está expuesta a la mayor revolución de la historia de radio y televisión. De hecho, la televisión nunca será vista de la misma manera. La ventaja más comúnmente conocido de la televisión digital terrestre (TDT) es la mejor calidad de imagen y sonido, mejor conocida como la televisión alta definición (HDTV). Sin embargo, la televisión digital terrestre tiene el potencial de servir al público en una variedad de maneras, incluyendo la utilización de estaciones de multidifusión simultáneas de programación de TDT para el espectador.

Mientras que la televisión digital ofrece muchas mejoras con respecto a la televisión analógica, los consumidores no están preparados para la adopción de esta tecnología. La falta de difusión puede ser atribuida a una variedad de variables que existen dentro de la tecnología, el mercado y la regulación de la innovación de TDT. Por ejemplo, muchos consumidores sienten que están recibiendo la calidad de la televisión en sus televisores analógicos actuales. Además, el coste de un conjunto HDTV es todavía muy alto para la consumidor medio y actualmente no hay beneficios, Además, el Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de Información ha impuesto un plazo obligatorio de 31 de diciembre de 2016 para la plena transición de analógico a las transmisiones digitales. Teniendo en cuenta las variables que están presentes con TDT, es poco probable que este plazo se cumpla sin algunas disposiciones a la política y la regulación de la televisión digital.

En este trabajo se explica la infraestructura adecuada que se debe utilizar acorde al estándar *ISDB-Tb* que se aplica en el Ecuador a partir de una tecnología, el mercado, y de la reglamentación. La televisión digital es una nueva y emocionante innovación que mejorará tanto la industria de la televisión y la forma de los consumidores de recibir información.

Sin embargo, no existe suficiente literatura sobre las bondades de la televisión digital y las contribuciones que la innovación se aporta a la sociedad. También, la difusión de los estudios de teoría de la innovación no haber incluido la televisión digital. Esta tesis utiliza la teoría de difusión

de la innovación como una lente para entender cómo las políticas públicas pueden mejorar la transición a la televisión digital y la ayuda de DTV alcanzar una masa crítica entre consumidores.

En el capítulo II se analizaron los diferentes trabajos realizados referente al tema de investigación y se comprendió y analizaron los diferentes conceptos sobre Televisión Digital terrestre y el estándar ISDB-Tb, dichos parámetros con la propósitos de que usuarios comprendan y analicen la implementación de la tecnología a estudiar.

Se analizaron las características que el estándar ISDB-Tb ofrece en la actualidad, la subdivisión del ancho de banda para transmitir múltiples canales en definición estándar y alta definición, la transmisión de la señal a dispositivos móviles mediante el sistema one seg, etc.; la ampliación de estas características permitirá tener una idea técnica del funcionamiento del estándar ISDB-Tb y establecer la infraestructura interna y externa óptima para las emisiones de televisión digital terrestre.

En el capítulo III se muestra la metodología que se planteó y utilizó para el desarrollo de la investigación.

En el capítulo IV en base a la metodología seleccionada se aplican los instrumentos seleccionados para comprobar la hipótesis estructurada que Mediante el estándar ISDB-Tb es posible la implementación de un diseño adecuado de una infraestructura de Televisión Digital Terrestre.

Finalmente en el capítulo V considero los parámetros de funcionamiento técnico y operacional de una infraestructura de televisión digital terrestre ahorrando en la inversión de equipamiento de cualquier canal de televisión.

## **1.1 Problema de Investigación**

### ***1.1.1 Situación Problemática***

El 26 de marzo de 2010, Ecuador adoptó oficialmente el estándar japonés-brasileño (ISDB-Tb) para la Televisión Digital Terrestre. A través del cambio tecnológico de la televisión analógica hacia la televisión digital, se garantizará el derecho a la comunicación, inclusión, cohesión y equidad social a la población en general, así como la universalización del servicio de televisión abierta de manera libre y gratuita; se mejorará la calidad del servicio de televisión en cuanto al

audio, video, nuevos servicios como interactividad; se promoverá la generación de contenidos de educación, salud y cultura que mejoren la calidad de programación actual fomentando los valores nacionales; se promoverá la generación de fuentes de empleo y capacitación a los diferentes actores que participan en el proceso.

La fragmentación de la información, el saber y la cultura, implica adaptarse a una nueva manera de educación por medio de herramientas asistidas en telecomunicaciones e informática y sujetos alfabetos en telecomunicaciones e informáticos, el de una nueva construcción de la realidad y nuevas formas de acercamiento a ella, el de la modificación de relaciones, interacciones formas de pensamiento, organización y hábitos de trabajo.

Los usos y aplicaciones de las nuevas tecnologías de comunicación en los diversos campos de la actividad humana y social exigen reconocer los impactos y transformaciones que ocasionan, así el 3 de agosto de 2012 la Superintendencia de Telecomunicaciones realiza pruebas de televisión digital terrestre en nativa alta definición (HD) utilizando como base la programación de la estación privada OromarTV. Dichas pruebas concluyeron en septiembre de 2013, dichas pruebas ponen en conflicto las diferentes empresas de telecomunicaciones privadas y públicas por el elevado costo de migrar de tecnología analógica a digital, especialmente a los canales de televisión nacional que deberían cambiar la infraestructura de todo el territorio nacional.

### ***1.1.2 Formulación del Problema***

¿El no adecuado diseño de una infraestructura de Televisión Digital Terrestre imposibilita la utilización del estándar ISDB-Tb?

### ***1.1.3 Sistematización del Problema***

- ¿La no deducción del funcionamiento del estándar ISDB-Tb de televisión digital terrestre impedirá su aplicación en el Ecuador?

- ¿La inexistencia de los requerimientos técnicos e infraestructura necesaria induce a un desconocimiento para la implementación de un canal de televisión digital?
- ¿Sin definir la infraestructura técnica para un canal de televisión digital terrestre será imposible mediante el estándar ISDB-Tb
- ¿Cómo analizar los avances que se darán con la aplicación de un sistema de televisión digital?

## **1.2 Justificación de la Investigación**

Ecuador un país con opciones de superación muy grande oficialmente en el 2010 adopta el estándar ISDB-Tb para Televisión Digital Terrestre. Esta tecnología permitir la transmisión de diferentes tipos de programas ya sea de alta definición, de definición estándar, transmisiones de audio o cualquier tipo de contenido multimedia. Una de las principales novedades de la televisión digital es el advenimiento de la interactividad entre los usuarios, organismos de radiodifusión y proveedores de contenido. A través del cambio tecnológico de la televisión analógica hacia la televisión digital, se garantizará el derecho a la comunicación, inclusión, cohesión y equidad social a la población en general, con la televisión digital, los usuarios pueden participar en encuestas, jugar, buscar en la Web, enviar y recibir mail, por ejemplo. La televisión interactiva en realidad ha estado con nosotros durante mucho tiempo. Si utilizamos un servicio de teletexto, por ejemplo, de forma interactiva solicitamos los datos que deseamos para ver. Sin embargo, en un sistema tal, el usuario no es de hecho la solicitud de datos a transmitir, pero es ver selectivamente información que ya está emisión

La ejecución de este proyecto permitirá:

Analizar los estándares más utilizados que actualmente existen el mundo: DVB-T, DVB-T2 e ISDB-T. Para comprender el correcto comportamiento de funcionamiento del estándar ISDB-Tb, se iniciara con el desarrollo y funcionamiento del estándar DVB-T, estándar utilizado por la mayor parte de Europa, Asia y África, y de acuerdo a varios criterios el más sencillo de todos. Se detallara las principales ventajas del estándar ISDB-T, y se definirán las principales ventajas del nuevo sistema desarrollado.

Se detallara el estándar ISDB-Tb, desde el punto de vista de transmisión como de recepción. En cada uno de los bloques se explicará su funcionamiento y a su vez, la forma en que se ha desarrollado en nuestro simulador. Se explicará su funcionamiento mediante segmentación del espectro y utilización de diferentes capas de transmisión, la modulación empleada OFDM, los bloques de entrelazado, codificación, etc.

### **1.3 Objetivos**

#### ***1.3.1 Objetivo General***

Diseñar una infraestructura de Televisión Digital Terrestre con el estándar ISDB-Tb.

#### ***1.3.2 Objetivos Específicos***

- Analizar el estándar ISDB-Tb de televisión digital terrestre y su aplicación en el Ecuador.
- Determinar los requerimientos técnicos e infraestructura necesaria para la implementación de un canal de televisión digital.
- Definir la infraestructura técnica para un canal de televisión digital terrestre mediante el estándar ISDB-Tb.
- Analizar los avances que se darán con la aplicación de un sistema de televisión digital.

### **1.4 Hipótesis**

Mediante el estándar ISDB-Tb es posible la implementación de un diseño adecuado de una infraestructura de Televisión Digital Terrestre.

# CAPÍTULO II

## 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes del problema

La Televisión Digital Terrestre (TDT), cambia el escenario pasivo del televidente a un usuario activo con la posibilidad de personalizar los servicios ofrecidos a través de este medio. La TDT posibilita nuevas oportunidades de negocio que permiten desplegar otro tipo de servicios y aplicaciones en campos tan diversos como: la educación, salud, comercio, banca, juegos, etc.

El principal problema de la televisión analógica es que no saca partido al hecho de que en la mayoría de los casos, las señales de vídeo varían muy poco al pasar de un elemento de imagen (píxel) a los contiguos, o por lo menos existe una dependencia entre ellos. En pocas palabras, se derrocha espectro electromagnético. Además al crecer el número de estaciones transmisoras, la interferencia pasa a convertirse en un grave problema.

Los canales radioeléctricos de la televisión digital ocupan la misma anchura de banda (8MHz) que los canales utilizados por la televisión analógica pero, debido a la utilización de técnicas de compresión de las señales de imagen y sonido (MPEG), tienen capacidad para un número variable de programas de televisión en función de la velocidad de transmisión, pudiendo oscilar entre un único programa de televisión de alta definición (gran calidad de imagen y sonido) a cinco programas con calidad técnica similar a la actual, o incluso más programas con calidad similar al vídeo.

Para una mejor comprensión de esta herramienta, y con el objeto de defender su aplicación en iniciativas de Educación, se hace necesario abordar dos conceptos fundamentales relacionados: servicios y aplicaciones.

En la literatura no existe todavía una clara distinción entre estos dos términos. Son considerados, inclusive, sinónimos por algunos autores. Por tanto se hace necesaria la distinción de una definición para cada uno de ellos.

Para Peng, el concepto de aplicación difiere del concepto de servicios en relación con la Televisión Digital. En este de trabajo, se considera que la aplicación es un conjunto de diversos servicios de la televisión digital Interactiva en un campo determinado. A su vez, el servicio son los conjuntos de medios, recursos, funciones y procedimientos que permiten el aprovisionamiento de las aplicaciones. (Peng, 2002, Digital Television Applications)

Según CPqD apud Piccolo, las aplicaciones interactivas pueden ser agrupados en cuatro grupos: (Piccolo, 2012, Estudo e proposta de aplicação em governó eletrônico)

1. Comunicación: los relativos a las comunicaciones entre los usuarios y los estación de servicio o un proveedor, tales como mensajes electrónicos;
2. Información: se refieren a los motores de búsqueda y consultas a bases de datos y de otros repositorios de información;
3. Entretenimiento: son similares a los servicios de información, pero con carácter más lúdico, se centran en el disfrute de los usuarios;
4. Transacción: los destinados a su uso en entornos que requieren mayor seguridad, como el acceso a los bancos.

La interactividad, junto con la portabilidad y la movilidad permitidas por el Modelo brasileño de Televisión Digital son sus principales ventajas competitivas con respecto a otros sistemas ya existentes: el americano (ATSC-T), el de la Unión Europea (DVB-T) y el japonés (ISDB-T). La movilidad y portabilidad son dos conceptos inseparables. La portabilidad permite la sintonización de señales de televisión en los teléfonos móviles digitales y otros dispositivos móviles. Dado que la movilidad está asociada con la recepción, durante el movimiento del receptor. Este atributo permite el acceso a la TV digital en cualquier lugar y en cualquier momento, pero también permite el desarrollo de aplicaciones para ser portadas o instaladas en la televisión. Estas características presentes en el sistema Brasileño y Japonés, no existen en otros sistemas. (Bittencourt, 2013, TV aberta brasileira: o impacto da digitalização. TV digital)

Las tendencias modernas en comunicación, son dirigidas a la creación de sistemas cada vez más complejos que son manejados con gran facilidad debido a la digitalización. Esto se debe en gran parte a la gran versatilidad de los sistemas digitales.

Actualmente la Televisión Digital Terrestre no es ampliamente utilizada en el campo de la televisión comercial debido a ciertos problemas de ancho de banda, pero, sin embargo, estos problemas serán superados. La televisión digital en sus inicios ha sido explotada en el campo de las investigaciones aeroespaciales, el reto es convertirla en una herramienta educacional a alto nivel, para fortalecer el aprendizaje significativo e interactuar con docentes y así permitir un ciclo correcto de aprendizaje.

La transmisión de audio y video da sus inicios con la señal analógica, como todo inicio tiene muchos inconvenientes, especialmente con la inadecuada utilización del espectro radioeléctrico<sup>1</sup>, la gran cantidad de canales nacionales, regionales y locales trae como consecuencia la interferencia de estos, motivo para que grupos diversos de radiodifusores investiguen nuevas tecnologías de recepción y transmisión digital, dando como resultado lo que hoy llamamos televisión digital terrestre.

La televisión digital terrestre optimiza el espectro radioeléctrico, el cual permitirá implementar novedosas aplicaciones audiovisuales e interactivos, alcanzando una programación diversa, priorizando desarrollo tecnológico y programación aplicada a diversas áreas como educación, salud, prevención de riesgos.

### 2.1.1 Canal Radioeléctrico

En radiodifusión no es posible utilizar el ancho de banda disponible para la transmisión de servicios audiovisuales, estos márgenes que se las denominan bandas de guarda, en las frecuencias VHF y UHF están entre 20 y 200 KHz de ancho.

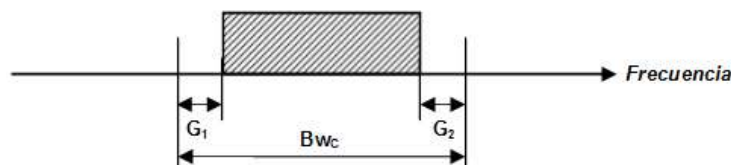


Gráfico 1-2 Bandas de guarda superior e inferior de un canal

Fuente: [http://www2.elo.utfsm.cl/~elo341/SistemaISDB\\_Tb.pdf](http://www2.elo.utfsm.cl/~elo341/SistemaISDB_Tb.pdf)

<sup>1</sup>La Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones - ARCOTEL define El espectro radioeléctrico constituye un subconjunto de ondas electromagnéticas u ondas hertzianas fijadas convencionalmente por debajo de 3000 GHz, que se propagan por el espacio sin necesidad de una guía artificial. A través del espectro radioeléctrico es posible brindar una variedad de servicios de telecomunicaciones que tienen una importancia creciente para el desarrollo y económico de un país. El espectro radioeléctrico es considerado por la Constitución de la República como un sector estratégico, por tanto, el Estado se reserva el derecho de su administración, regulación, control y gestión. Dentro de este contexto, La legislación de telecomunicaciones ecuatoriana lo define como un recurso natural limitado, perteneciente al dominio público del Estado, inalienable e imprescriptible



Con dos bandas de guarda de 200KHz cada una, son unos 400KHz los que no podrán utilizarse del total de 6MHz. Básicamente se podría organizar de unos 400KHz aproximados en:

$$N_s = \frac{Bw_C}{400} = \frac{6000 \text{ KHz}}{400 \text{ KHz}} = 15$$

El estándar ISDB-Tb incorpora la posibilidad de ofrecer un servicio de banda angosta que utiliza un solo segmento o one-seg que ocupa el centro de la banda, a fin que el receptor se sintonice fácilmente,

$$Bw_s = \frac{Bw_C}{14} = \frac{6000 \text{ KHz}}{14} = \frac{3000 \text{ kHz}}{7} = 428,57 \text{ kHz}$$

El estándar ISDB-Tb es un sistema de banda segmentada donde cada segmento tiene un ancho de 428,57 KHz segmentos que utilizan modulación OFDM, denominado OFDM-BST, disponiendo 13 segmentos para el servicio, los segmentos ISDB-Tb (izquierda los segmentos impares y los de la derecha pares).

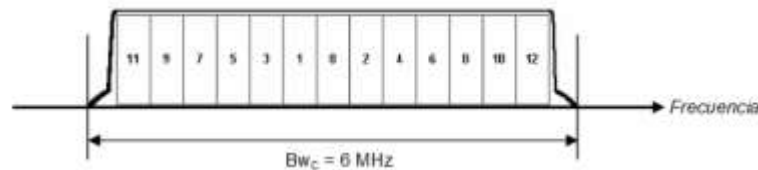


Gráfico 2-2 Organización del canal en segmentos

Fuente: [http://www2.elo.utfsm.cl/~elo341/SistemaISDB\\_Tb.pdf](http://www2.elo.utfsm.cl/~elo341/SistemaISDB_Tb.pdf)

Por lo tanto el ancho de banda ocupada por los 13 segmentos será:

$$Bw = N_s \cdot Bw_s = 13 \frac{3000}{7} = 5,571 \text{ MHz}$$

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 Espectro Radioeléctrico

El espectro radioeléctrico constituye un subconjunto de ondas electromagnéticas u ondas hertzianas fijadas convencionalmente por debajo de 3000 GHz, que se propagan por el espacio sin necesidad de una guía artificial; a través del espectro radioeléctrico es posible brindar una variedad de servicios de telecomunicaciones que tienen una importancia creciente para el desarrollo y económico de un país. El espectro radioeléctrico es considerado por la Constitución de la República como un sector estratégico, por tanto, el Estado se reserva el derecho de su administración, regulación, control y gestión. Dentro de este contexto, *“La legislación de telecomunicaciones ecuatoriana lo define como un recurso natural limitado, perteneciente al dominio público del Estado, inalienable, imprescriptible e inembargable.”*(ARCOTEL, 2008);

El espectro radioeléctrico siendo un recurso importante y muy valioso que debe ser gestionado adecuadamente para cumplir con las políticas establecidas. Para lograr este objetivo, con respecto al servicio de radiodifusión televisiva, ARCOTEL elaboró la norma técnica para el servicio de radiodifusión de televisión digital terrestre, para garantizar el cumplimiento simultáneo de los requisitos técnicos del sistema de televisión digital terrestre que se estaban analizando. Este trabajo tuvo en cuenta las siguientes directivas:

- Los canales de televisión digital utilizarían las bandas de VHF-H (7 a 13) y, preferentemente, la banda UHF (14 a 59), manteniendo el área de servicio equivalente a la del servicio analógico actual;
- Durante la fase de transición analógica a digital, la programación de las estaciones se transmitirá simultáneamente por los canales analógicos y digitales. Después de esa fase, las transmisiones analógicas serían interrumpidas permaneciendo únicamente transmisiones digitales. - para cada canal analógico considerado, se asignará un canal digital durante el período de transición analógico-digital, fijado durante 10 años, observando la cobertura actual de la señal analógica;
- Para la prestación adecuada de servicios de televisión digital en Ecuador sin interrupción de la transmisión de señales analógicas, para facilitar la transición a la tecnología digital se asignará un canal de 6 MHz;

ARCOTEL muestra mediante este gráfico como esta dividido el espectro en el Ecuador

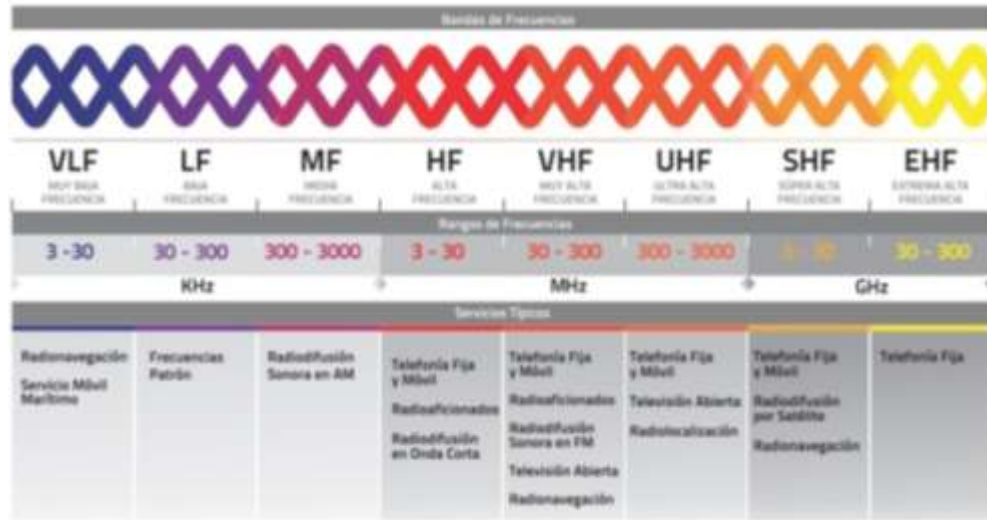


Gráfico 3-2 Espectro radioeléctrico en el Ecuador

Fuente: <http://controlenlinea.arcotel.gob.ec/wps/portal/informacion/informaciontecnica/espectro/>

La evolución hacia la televisión digital terrestre implica investigar y conocer las bases teóricas para obtener un conocimiento básico sobre el tema y luego poder debatir y encontrar un consenso en determinadas cuestiones que hacen a la factibilidad y potencial éxito del paquete tecnológico que comprende la nueva televisión. Teniendo en cuenta que nuestra investigación es de carácter teórico, podemos afirmar que es en apariencia.

Desde que nace la televisión en el Ecuador se utiliza la señal analógica por la década de 1960, con equipos estandarizados por el modelo norteamericano, La televisión analógica es simplemente un sistema básico que emplea un mecanismo de difusión que transmite y recepta imágenes en movimiento y sonido a distancia. El sistema de transmisión utiliza mecanismos que producen ondas de radio, redes de televisión, satélite y finalmente una tecnología que competirá con televisión digital como es la IPTV, donde el único medio de recepción es un televisor.

La tecnología de televisión digital terrestre es comercialmente hoy en día en los sistemas digitales-analógicos híbridos, tales como sistemas de satélite y de cable digital y que sirve como el mecanismo de entrega predeterminada para la televisión de alta definición (HDTV). Todos los conjuntos digitales, tales como televisión de alta definición, pueden mostrar mayor resolución en formato digital y no requieren equipos de conversión externa adicional. Por Los operadores de servicios, el beneficio clave es el alto la eficiencia del transporte - la compresión digital de cinco

paquetes o más veces el número de canales en un determinado ancho de banda de la red de distribución. A su vez, esta aumenta el potencial de ingresos del operador de la entrega de más contenido y pay-per-view eventos, incluyendo cerca de películas de vídeo bajo demanda con múltiples, horas de inicio estrechamente espaciados. Los usuarios finales tienen una selección de programa más grande, con tiempos de inicio espaciados.

Higo. 1 muestra un ejemplo de la televisión digital terrestre basado en satélites sistema de difusión con los componentes principales y Pública Conmutador de red telefónica (PSTN) con autenticación. Una red de difusión de vídeo digital distribuye los flujos de audio y vídeo a suscriptores el uso de un protocolo de transporte. En estándar basado implementaciones, el flujo de transporte MPEG-2 lleva datos a través de la red de difusión.

### ***2.2.2 Televisión analógica***

La televisión analógica implica la difusión de audio analógico codificado y señal de vídeo analógico. La información a transmitir el brillo, los colores y el sonido están representados por variaciones rápidas de la amplitud, frecuencia o fase de la señal.

Las señales analógicas varían sobre un número infinito de valores posibles, lo que significa que el ruido electrónico y las interferencias se reproducen por el receptor. Así, con el análogo, una señal moderadamente débil se convierte y está sujeto a interferencias. Por el contrario, una señal digital moderadamente débil y una señal digital muy fuerte transmiten la misma calidad de imagen.

Todos los sistemas de televisión de radiodifusión anteriores a la transmisión digital de televisión digital terrestre (TDT) utilizan señales analógicas. La televisión analógica puede ser inalámbrica o puede distribuirse a través de una red de cable utilizando convertidores de cable.

#### ***2.2.2.1 Estándares***

Los radiodifusores que utilizan sistemas de televisión analógicos codifican su señal mediante la codificación analógica NTSC, PAL o SECAM y luego utilizan la modulación RF para modular esta

señal en una portadora de frecuencia muy alta (VHF) o ultra alta frecuencia (UHF). Cada trama de una imagen de televisión se compone de líneas dibujadas en la pantalla. Las líneas son de diferente brillo; Todo el conjunto de líneas se dibuja con la rapidez suficiente para que el ojo humano lo perciba como una imagen. El siguiente cuadro secuencial se visualiza, permitiendo la representación del movimiento. La señal de televisión analógica contiene información de sincronización y sincronización de modo que el receptor puede reconstruir una imagen en movimiento bidimensional a partir de una señal unidimensional que varía en el tiempo.

En muchos países se ha interrumpido la emisión de señales de audio analógico y de vídeo analógico a través del aire para permitir la reutilización del espectro radioeléctrico de radiodifusión televisiva para otros servicios tales como la radiodifusión y los subcanales.

Los primeros sistemas comerciales de televisión eran en blanco y negro; El comienzo de la televisión en color fue en 1950.

Un sistema de televisión práctico necesita tomar luminancia, crominancia (en un sistema de color), sincronización (horizontal y vertical) y señales de audio, y transmitir las a través de una transmisión de radio. El sistema de transmisión debe incluir un medio de selección de canales de televisión.

Los sistemas de televisión analógica de difusión vienen en una variedad de velocidades de fotogramas y resoluciones. Existen diferencias adicionales en la frecuencia y modulación de la portadora de audio. Las combinaciones monocromáticas aún existentes en los años 50 están normalizadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) como letras mayúsculas de A a N. Cuando se introdujo la televisión en color, se añadió la información de tono y saturación a las señales monocromáticas de manera que los televisores en blanco y negro ignorar. De esta manera se logró la compatibilidad hacia atrás. Ese concepto es cierto para todos los estándares de televisión analógica.

Sin embargo, existen tres estándares para la manera en que se puede codificar y transmitir la información de color adicional. El primero fue el sistema de televisión en color NTSC (National Television Systems Committee). El estándar europeo / australiano PAL (Phase Alternation Line) y el estándar SECAM (Séquentiel Couleur avec Mémoire) de la Unión Soviética Francesa fueron desarrollados posteriormente e intentan curar ciertos defectos del sistema NTSC. La codificación de color de PAL es similar a los sistemas NTSC. SECAM, sin embargo, utiliza un enfoque de modulación diferente de PAL o NTSC.

En principio, todos los sistemas de codificación de tres colores se pueden combinar con cualquier combinación de línea de exploración / velocidad de fotogramas. Por lo tanto, para describir completamente una señal dada, es necesario citar el sistema de color y el estándar de difusión como letra mayúscula. Por ejemplo, los Estados Unidos utilizan NTSC-M, el Reino Unido utiliza PAL-I, Francia usa SECAM-L, gran parte de Europa Occidental y Australia utiliza PAL-B / G, la mayoría de Europa del Este utiliza PAL-D / K o SECAM-D / K , en Ecuador hasta la presente fecha se utiliza NTSC-M y así sucesivamente.

Sin embargo, no todas estas combinaciones posibles realmente existen. NTSC se utiliza actualmente sólo con el sistema M, aunque hubo experimentos con NTSC-A (405 líneas) y NTSC-I (625 líneas) en el Reino Unido. PAL se utiliza con una variedad de estándares de 625 líneas (B, G, D, K, I, N), pero también con el estándar norteamericano de 525 líneas, denominado PAL-M. Asimismo, SECAM se utiliza con una variedad de estándares de 625 líneas.

Por esta razón, muchas personas se refieren a cualquier señal de tipo 625/25 como "PAL" ya cualquier señal 525/30 como "NTSC", incluso cuando se refieren a señales digitales, por ejemplo, en DVD-Video que no contienen ninguna señal analógica Codificación de color, por lo tanto no PAL o señales NTSC en absoluto. A pesar de que este uso es común, es engañoso ya que no es el significado original de los términos PAL / SECAM / NTSC.

A pesar de que una serie de diferentes sistemas de televisión de difusión estaban en uso en todo el mundo, los mismos principios de operación se aplican.

#### *2.2.2.2 Métodos de transmisión*

La televisión analógica se difunde por tres vías de transmisión que son:

Vía terrestre, vía satélite y por cable de banda ancha. La prioridad dada a cualquier trayecto de transmisión particular depende básicamente de la política de cada país. En Ecuador, la antena tradicional analógica tiene actualmente un estatus menor al 90%, utilizado principalmente por los propios espectadores, el término correcto técnico es "televisión terrestre". La razón de esto es la buena cobertura por satélite y por cable, y más programas.

La transmisión de la televisión analógica vía terrestre y vía satélite, desaparecerá dentro de algunos años. Esto será cierto si el internet banda ancha mejore y llegue a todo el territorio nacional, todavía no se puede predecir si Televisión Digital Terrestre llegue a todo el territorio nacional acorde a la programación establecida por el Gobierno Nacional. En la transmisión terrestre de señales de TV analógicas y por cable no desaparecerá, IPTV mejorara y quien sabe superara la TDT en el Ecuador.

El método de modulación utilizado es la modulación de amplitud, en la mayoría la modulación negativa. La modulación positiva sólo se utiliza en el estándar francés.

Las subportadoras de sonido son moduladas en frecuencia en la mayoría de los casos. Ahorrar Ancho de banda, el portador de visión es VSB-AM (amplitud lateral vestigial Modulación) modulada, es decir, una parte del espectro se suprime por banda- Pasar el filtrado. Debido a la No linealidades y la baja relación señal / ruido en el enlace de transmisión.

La modulación de frecuencia se utiliza en la transmisión por satélite

### *2.2.2.3 Bandas de frecuencias*

Para el servicio de televisión se establecen las siguientes bandas de frecuencias;

- a) Televisión VHF
  - Banda I: de 54 a 72 MHz y de 76 a 88 MHz
  - Banda III: de 174 a 216 MHz
- b) Televisión UHF
  - Banda IV: de 500 a 608 MHz y de 614 a 644 MHz
  - Banda V: de 644 a 686 MHz

### *2.2.2.4 Transmisión de la Televisión Analógica*

La transmisión analógica por televisión empieza con el envío de audio y video por medio de una cámara y micrófono, estas son enviadas luego de ser procesadas.

Inmediatamente las ondas electromagnéticas son enviadas por medio de una antena, y por medio de otra se la recibes en señales eléctricas débiles.

La señal eléctrica es amplificada y convertida en imagen y sonido, regresando a la información enviada con una muy pequeña pérdida de imagen y sonido.

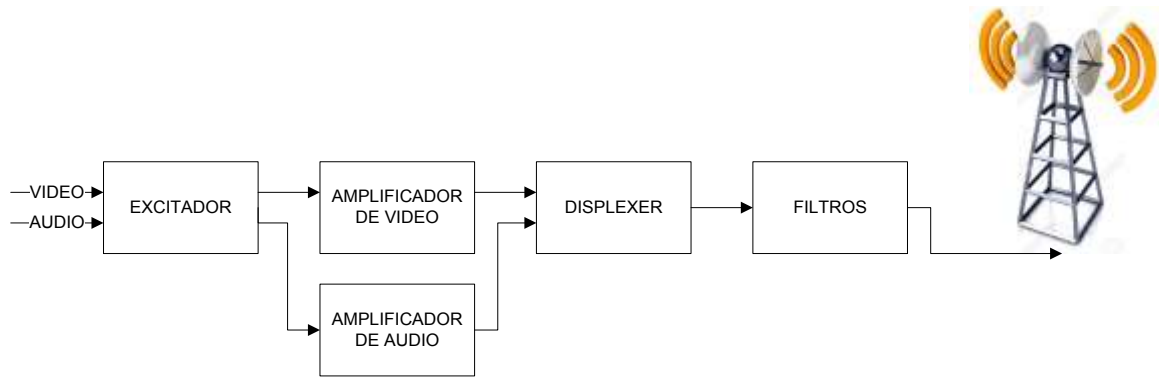


Gráfico 4-2 Diagrama típico de la transmisión analógica.

Fuente: <http://telecomunicaciones2.webnode.mx/unidad-1/a1-1-1-1-diagrama-de-bloques-de-un-sistema-de-comunicacion/>

### 2.2.2.5 Televisión Analógica Modulación AM

Amplitud modulada (AM) es un tipo de modulación lineal que consiste en hacer variar la amplitud de la onda portadora de tal manera que esta cambie con las variaciones de nivel de la señal moduladora, que es la información que se va a transmitir.

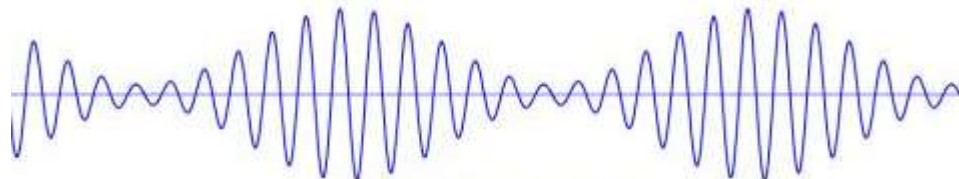


Gráfico 5-2 Amplitud modulada

Fuente: Eladio, Mucio 2013. Recuperado <https://radioetecno.wordpress.com/2013/06/16/am-vs-fm/>



### 2.2.2.6 *Televisión Analógica Modulación FM*

La frecuencia modulada (FM) es una modulación angular que transmite información a través de una onda portadora variando su frecuencia.

En aplicaciones analógicas, la frecuencia instantánea de la señal modulada es proporcional al valor instantáneo de la señal moduladora.

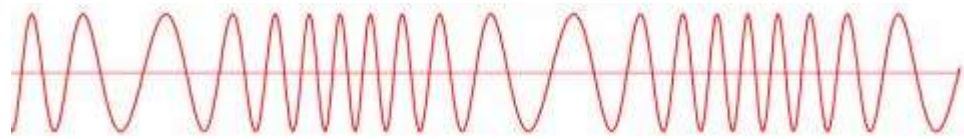


Gráfico 6-2 frecuencia modulada

**Fuente:** Eladio, Mucio 2013. Recuperado <https://radioetecno.wordpress.com/2013/06/16/am-vs-fm/>

### 2.2.3 *Televisión Digital Terrestre*

La televisión digital es un método de transmitir la televisión y otra información al hogar. En términos generales, cuatro plataformas son capaces de proporcionar televisión digital: terrestre, por satélite, cable, y de red o conexiones a Internet. De estas plataformas, sólo la televisión digital terrestre (TDT) requiere que la acción gubernamental comience, a través del gobierno asegurando que el espectro adecuado esté disponible.

En comparación con la televisión analógica, la televisión digital puede ofrecer programas adicionales que utilizan la misma cantidad de espectro, así como teletexto integrado, guías electrónicas de programas y características tales como opciones de ángulos de cámara o lenguaje. Otros servicios también se pueden distribuir, además de, o en lugar de, servicios de televisión como acceso a Internet, correo electrónico, banca y televenta. La televisión digital también puede proporcionar a los televidentes una mejor calidad de imagen y sonido.

### 2.2.3.1 Características Televisión Digital Terrestre

El empleo de televisión digital terrestre como medio para la difusión de televisión proporciona una serie de beneficios frente a otras alternativas:

- Al utilizar como medio de difusión la red terrestre, se dota a la población una recepción en el hogar sencilla y poco costosa, ya que emplea el mismo sistema de recepción utilizado en el método analógico, sin merma de calidad.
- Permite la recepción portátil, y en movimiento.
- Puede emplear redes de frecuencia única, lo que posibilita la reducción del número de frecuencias utilizadas.
- Requiere menor potencia de transmisión.
- Incrementa el número de programas con respecto a la televisión analógica actual, permitiendo multiplicidad de contenidos y servicios multimedia en cada canal radioeléctrico.
- Mejora la calidad de imagen y sonido (se evitan los efectos de nieve y doble imagen del sistema actual) en la zona de cobertura, consecuencia de la robustez de la señal digital frente al ruido, las interferencias y la propagación multitrayecto.
- La elevada resolución espacial de un canal digital proporciona una mejora en el realismo, que se puede apreciar en una pantalla más grande.
- Permite el aumento de la relación de aspecto. El formato convencional es de 4:3, mientras que con la televisión Digital Terrestre, se permite el formato panorámico 16:9.
- Se puede ofrecer un sonido multicanal, con calidad de disco compacto. Además la multiplicidad de canales de audio permite conseguir un efecto perimetral empleado en cines modernos. Como otra característica, permite emitir señales de video con la posibilidad de seleccionar el audio en el lenguaje deseado para su recepción.
- Permite la convergencia TV-PC. El televisor pasara a convertirse en un terminal multimedia que podrá admitir datos procedentes de los servicios de telecomunicaciones, suministrando servicios de valor añadido como correo electrónico, cotizaciones de valores, video llamadas, guías electrónicas de programas, video bajo demanda, pay per view, teletexto avanzado, home banking, etc.
- Permite el desarrollo equilibrado entre servicios abiertos y servicios de pago (Televisión Pública y Televisión Paga).

### 2.2.3.2 Tecnologías de TDT en el Mundo

Para la emisión terrestre de programas digitales se emplean cuatro sistemas diferentes en todo el mundo que compiten entre sí.

- La ARIB (Association of Radio Industries and Businesses) ha estandarizado el sistema ISDB-T (Terrestrial Integrated Services Digital Broadcasting) en Japón.
- SBTVD-T (Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre) es el sistema de televisión digital terrestre del Brasil. SBTVD-T (ISDB-Tb o ISDB-T International) se basa en ISDB-T.
- China (con Hong Kong y Macao) eligió DMB-T/H (Digital Multimedia Broadcasting-Terrestrial/Handheld) como estándar DTV. Ahora conocido como DTMB (Digital Terrestrial Multimedia Broadcast).
- En Europa, la EBU (European Broadcasting Union), el ETSI (European Telecommunications Standards Institute) y el CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization) han implantado el proyecto DVB. Para la transmisión terrestre se recurre al estándar DVB-T (Digital Video Broadcasting Terrestrial)

En el gráfico se muestra cómo están los países del mundo respecto a la implementación de televisión digital terrestre:

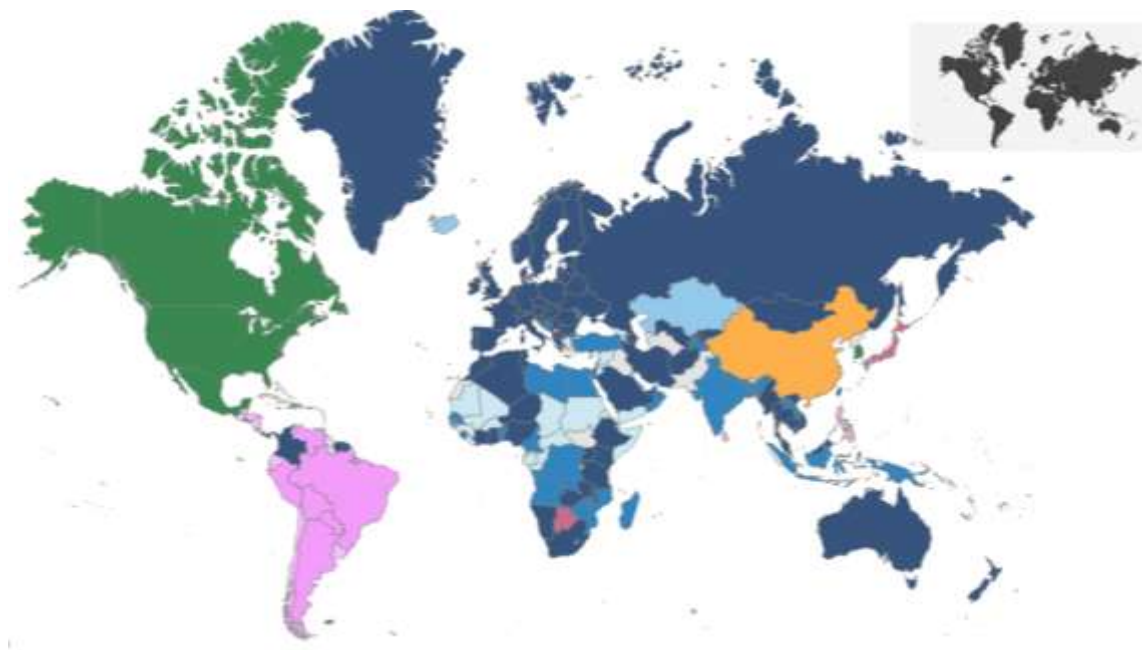


Gráfico 7-2 Implementación de Televisión Digital Terrestre en el mundo

Fuente: <http://es.dtvstatus.net/>

Tabla 1-2 Tipos de estándares adoptados en el mundo

Descripción	
Sistema	Explicación
DVB-T/DVB-T2	La transmisión mediante DVB-T/DVB-T2 ya se ha puesto en práctica.
DVB-T/DVB-T2 adoptado	Países que se han decidido por el sistema DVB-T/DVB-T2.
DVB-T/DVB-T2 en prueba	En estos países, el estándar DVB-T/DVB-T2 está en período de prueba.
RRC06	Los países señalados participan en la Conferencia Regional de Radiocomunicaciones 2006 de la ITU (International Telecommunication Union). Se presupone que todos los países participantes se decidirán por el sistema DVB-T/DVB-T2 cuando pasen de la transmisión analógica de televisión a la digital.
ATSC	La transmisión mediante el sistema ATSC ya se ha puesto en práctica.
ATSC adoptado	Países que se han decidido por el sistema ATSC.
ATSC en prueba	En estos países, el estándar ATSC está en período de prueba.
ISDB-T	La transmisión mediante ISDB-T ya se ha puesto en práctica.
ISDB-T adoptado	Países que se han decidido por el sistema ISDB-T.
ISDB-T en prueba	En estos países, el estándar ISDB-T está en período de prueba.
SBTVD-T	La transmisión mediante SBTVD-T ya se ha puesto en práctica.
SBTVD-T adoptado	Países que se han decidido por el sistema SBTVD-T.
DTMB	La transmisión mediante DTMB ya se ha puesto en práctica.
DTMB adoptado	Países que se han decidido por el sistema DTMB.
DTMB en prueba	En estos países, el estándar DTMB está en período de prueba.
	Países que aún no se han decidido.

Fuente: <http://es.dtvstatus.net/>

### 2.3 El sistema ATSC

El estándar americano para la televisión digital (ATSC), cubre HDTV, SDTV, transmisión de datos, audio con sonido multicanal y transmisión directa al hogar (ATSC, 1995b).

Iniciada en 1982 y actualmente compuesta por aproximadamente 130 miembros (fabricantes de equipos, operadores de redes, desarrolladores de software y departamentos de regulación), la gran alianza ATSC ha estado funcionando en los Estados Unidos desde noviembre de 1998 y la norma fue adoptada por otros países, Incluyendo Canadá, Corea del Sur y México. En el año 2006, se estima que más de 28 millones de televisores digitales se vendieron en los Estados Unidos desde 1998. ATSC se compone de un conjunto de documentos que definen las normas adoptadas,

incluidas las relacionadas con la radiodifusión, el transporte, la codificación y el middleware. Richer y col., 2006).

Para la radiodifusión terrestre opera con canales de 6, 7 u 8 MHz. La información original, con una velocidad de 1 Gbit/s se comprime a 19,3 Mbit/s y luego se codifica, para protección contra errores, con un codificador Reed-Solomon (el mismo código utilizado en DVD) y un codificador de enrejado. La señal resultante se modula en 8 VSB para radiodifusión en un canal de 6 MHz, utilizando SCM.

La técnica de modulación VSB se utiliza en PAL-M y NTSC debido a la economía de ancho de banda en relación con AM (para la radiodifusión de video) y porque su generación requiere equipos menos precisos y más baratos que los necesarios para la banda lateral única (Alencar, 2007a ). Sin embargo, muestra problemas en la recepción por antenas regulares de televisión y no funciona bien con recepción móvil. Mientras tanto, la televisión por cable utiliza la modulación 64-QAM (similar a DBV), y la radiodifusión por satélite utiliza la modulación QPSK (similar a VB).

El sistema ATSC, cuya arquitectura se describe en el grafico 8-2 , utiliza el formato de  $1920 \times 1080$  píxeles con la exploración entrelazada de 60 campos / s, o  $1280 \times 720$ , con el escaneo progresivo de 30 cuadros / s. El video utiliza la codificación MPEG-2, creada por el Moving Picture Experts Group (MPEG), y el audio sigue el estándar DolbyAC-3, la versión del estándar utilizado en teatros y en equipos de sonido de alta calidad.

El sistema permite varias calidades de imagen con 18 formatos de vídeo diferentes (SDTV, HDTV o imágenes intermedias obtenidas con diferentes velocidades de fotogramas), además de posibilitar la transmisión de datos. Este sistema fue desarrollado para operar en canales con varias características de atenuación, desde ruido blanco hasta ruidos impulsivos y de fase. También se diseñó para operar sobre bandas sobrecargadas con una eficiencia espectral óptima, sin interferencia de la televisión NTSC (Alencar, 2007a, Resende, 2004, Fernandes et al, 2004, DASE, 2003, Richer et al., 2006).

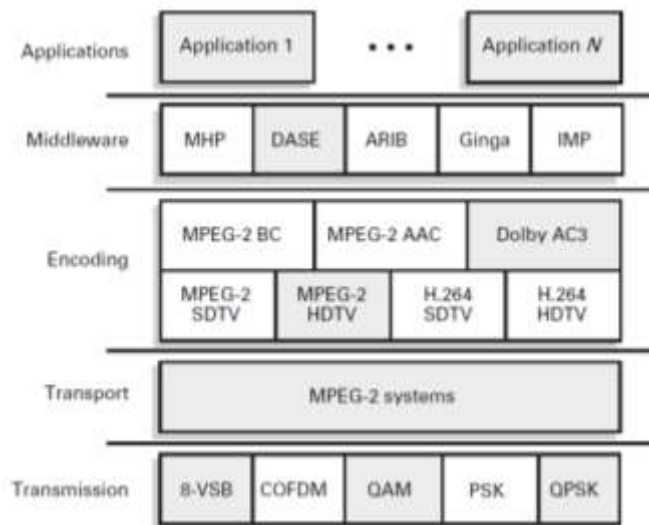


Gráfico 8-2 Módulos del sistema ATSC

Fuente: Recuperado <https://issuu.com/erdenetsetsegerka/docs/digital-television-systems>

El gráfico 9-2 ilustra el esquema de la norma ATSC y consiste de tres subsistemas.

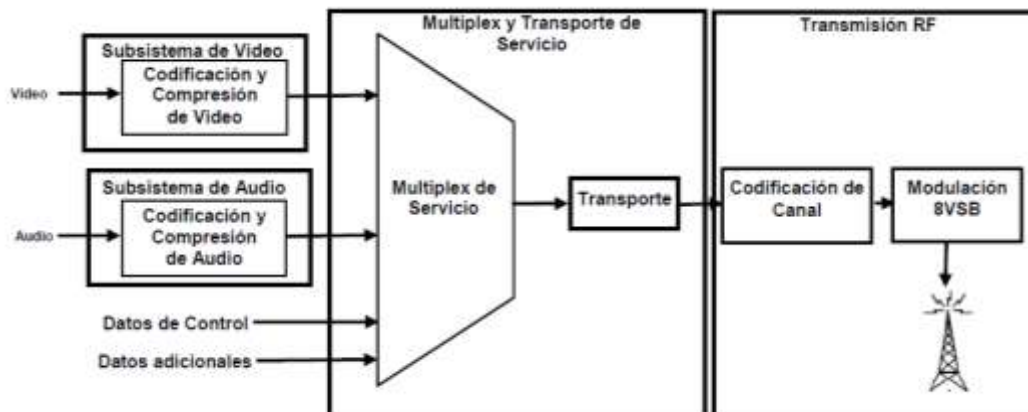


Gráfico 9-2 Sistema ATSC

Fuente: Recuperado <https://issuu.com/erdenetsetsegerka/docs/digital-television-systems>

- Codificación y compresión de **Fuentes** (video, audio, datos).
- Múltiplex y transporte de los servicios.
- Transmisión de radiofrecuencia (RF).

El subsistema de Codificación y Compresión de **Fuentes** comprime los flujos de audio y video con el propósito de minimizar la cantidad de bits necesarios para representar la información

correspondiente. Para la compresión y codificación de los flujos de video el sistema ATSC utiliza la sintaxis MPEG-2, con las especializaciones específicas, mientras que para la compresión de audio digital se utiliza la norma de compresión digital de audio AC-3.

El subsistema Múltiplex y Transporte de Servicios divide el flujo continuo de información en paquetes de datos, inserta marcas de identificación únicas a cada paquete, y multiplexa los flujos de paquetes de video, audio y datos anexos para componer un único flujo de transporte. Los datos anexos incluyen datos para el control de la transmisión, control de acceso, e información sobre la configuración de los servicios de audio y video, tales como subtítulo. El sistema de transporte de ATSC utiliza el sistema de múltiplex y transporte definido por el estándar MPEG-2, el cual es compatible con el formato de transporte de otros medios digitales, tales como la radiodifusión terrestre de audio digital, sistemas de televisión digital por cable y satelital, medios de almacenamiento como discos de video digital y DVD, e interfaces computacionales.

Finalmente, el subsistema Transmisión de RF agrega codificación de canal y realiza la modulación del flujo de transporte para su posterior transmisión inalámbrica. El propósito de la codificación de canal es agregar información redundante al flujo de datos. Dicha información es luego utilizada en el receptor para detectar y corregir errores causados por el canal inalámbrico e interferencias. El sistema de modulación usa la modalidad 8 VSB para transmisiones terrestres. La norma también considera un modo de alta capacidad de datos, 16 VSB, orientado a televisión por cable.

### ***2.3.1 Entorno del software de aplicación TDT (DASE)***

DASE es un estándar ATSC que define la plataforma para funciones avanzadas en el receptor. Interacciona con los servicios de plataforma del receptor, ya que el receptor puede aceptar entradas desde el portador de transmisión y desde el usuario final y generar salida de audio y gráficos a los sistemas receptores. La plataforma de los receptores ofrece servicios esenciales al DASE, tales como servicios de sistemas operativos, servicios de entrada y salida y servicios de memoria.

También cuenta con dos entornos de aplicaciones para aplicaciones de respaldo declarativo y procedimental: el entorno de aplicación declarativa (DAE); Y el entorno de aplicación de procedimiento (PAE), que procesa contenidos con objetos activos para una máquina virtual Java. Además de DAE y PAE, DASE dispone de decodificadores de contenido que sirven no sólo las

aplicaciones procesales sino también declarativas para la decodificación y presentación de tipos comunes de contenidos, como PNG (fuente de fuente portátil) y JPEG (DASE, 2003, MC / MCT / FINEP / FUNTTEL, 2004).

## **2.4 EL ESTÁNDAR DIGITAL VIDEO BROADCASTING (DVB)**

### **2.4.1 Antecedentes Generales**

La norma europea de televisión digital, Digital Video Broadcasting (DVB), se inició en 1993 por un consorcio de más de 300 miembros. Entre ellos están fabricantes de equipos, operadores de redes, desarrolladores de software y los departamentos de regulación de 35 países. La norma consiste en un conjunto de documentos relacionados con la radiodifusión, el transporte, la codificación y el middleware. En la actualidad, DVB es adoptado en la Unión Europea, Australia, Nueva Zelanda, Malasia, Hong Kong, Singapur, India y Sudáfrica, y en más de 100 países (DVB, 2006).

DVB-T fue desarrollado para satisfacer las diferentes necesidades de varios países, y por eso es un estándar flexible en relación con los modos de configuración (de un total de 126 configuraciones posibles). El sistema de radiodifusión opera en canales de 6, 7 u 8 MHz, con multiplexación COFDM, con 1705 portadoras (sistema 2K) o 6817 portadoras (sistema 8K) y sus velocidades de radiodifusión pueden variar entre 5 y 31,7 Mbit / s. La difusión SDTV en DVB-T permite la transmisión simultánea de hasta seis programas en el mismo ancho de banda terrestre. La codificación del canal se realiza para reducir el efecto del canal en la señal de difusión, reduciendo así el número de errores.

Para la protección contra errores, el estándar DVB utiliza el código Reed-Solomon combinado con un código convolucional del tipo utilizado en comunicaciones móviles, como el sistema CdmaOne (IS-95) fabricado por Qualcomm, con algunos bits suprimidos.

El uso de intervalos de vigilancia entre los símbolos de varios portadores garantiza mayor robustez en relación con la interferencia entre símbolos (Alencar, 2002b).

Aún en términos de modulación, el cable de difusión de vídeo digital (DVB-C) utiliza 64-QAM modulación, con seis bits de datos por símbolo; El satélite de difusión de vídeo digital (DVB-S)



utiliza la modulación QPSK; Transmisión de vídeo digital El funcionamiento de microondas en frecuencias de hasta 10 GHz (DVB-MC) hace uso del sistema de distribución multicanal multipunto (MMDS) con 16-QAM o 64-QAM; Y la radiodifusión de vídeo digital El funcionamiento de microondas a frecuencias superiores a 10 GHz (DVB-MS) utiliza el servicio local de distribución multipunto (LMDS) con QPSK (Alencar, 2007a, Resende, 2004, Fernandes et al., 2004, MHP, 2006).

### 2.4.2 El Sistema DVB-T

El consorcio europeo DVB ha desarrollado un conjunto de especificaciones para servicios interactivos que describen soluciones para una variedad de posibles configuraciones de red, incluyendo las especificaciones de difusión de su estándar, así como redes interactivas capaces de proporcionar a los sistemas de televisión digital el canal de retorno. El gráfico 2-8 representa la arquitectura estándar DVB y el gráfico 10-2 ilustra el esquema estándar.

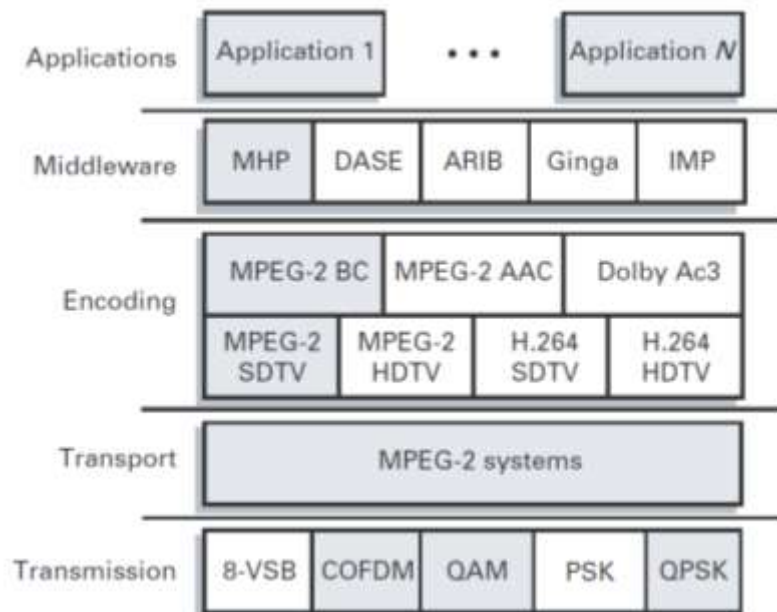


Gráfico 10 -2 Estándar DVB

Fuente: Recuperado <https://issuu.com/erdenetsetsegerka/docs/digital-television-systems>

Aunque este conjunto de especificaciones ha sido definido para el estándar europeo de televisión digital, sólo unos pocos países, incluyendo Finlandia, Italia e Inglaterra, utilizan actualmente el canal de retorno en su emisión de televisión digital (CPqD, 2005).

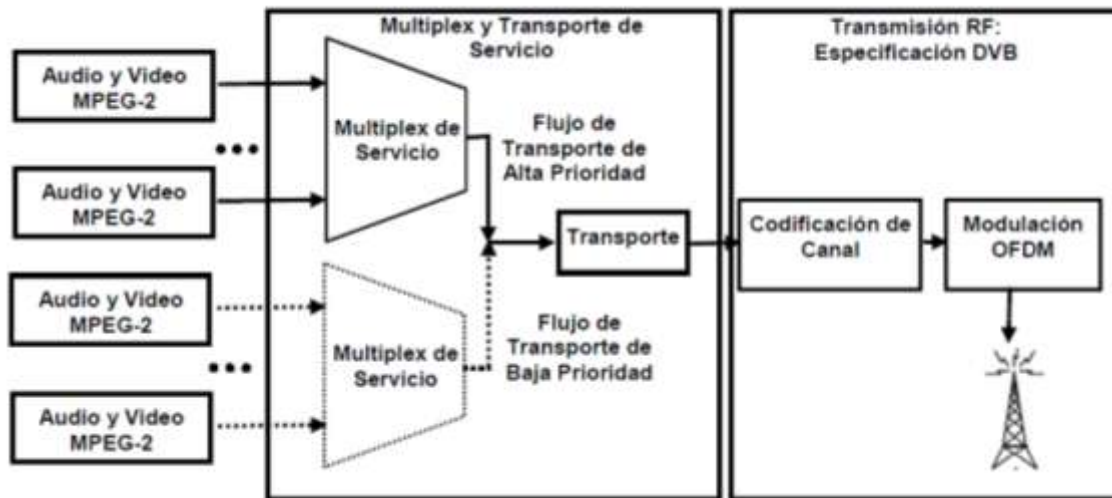


Gráfico 11-2 Diagrama general del sistema DVB-T

Fuente: Recuperado <https://issuu.com/erdenetsetsegerka/docs/digital-television-systems>

En primer lugar, las señales de video y audio son comprimidas y codificadas según la norma MPEG-2 [42-44], con una sintaxis especializada por ETSI para DVB. Dicha especialización asegura que el sistema DVB sea compatible con medios de almacenamiento de contenido existentes y futuros, como DVD, DVC, D-VHS, etc. Ello requiere que los flujos de datos de DVB satisfagan ciertas condiciones, por ejemplo, tasas de datos máximas para señales de audio y video.

Varios programas (video audio y datos) codificados y comprimidos con MPEG-2 pueden ser multiplexados en un único flujo de transporte MPEG-2, permitiendo así compartir el canal para distribuir programación múltiple simultáneamente. Debe notarse que este proceso es prácticamente equivalente al que se realiza en los subsistemas de “Codificación y compresión de fuentes” y “Múltiplex y transporte de los servicios” del estándar ATSC, excepto por el estándar utilizado para la codificación de fuente de audio. En la norma ATSC, la codificación de audio sigue la sintaxis AC-3, mientras que la transmisión de audio del estándar DVB sigue las recomendaciones del formato MPEG-2 para estéreo y sonido envolvente (es decir, la codificación de audio es MPEG-2 en vez de AC-3). En todo caso, el estándar DVB también permite la operación con formatos AC-3 o DTS para sonido envolvente.

El sistema DVB-T permite además combinar jerárquicamente hasta dos flujos de transporte en una sola transmisión digital, uno de alta prioridad (AP) y otro de baja prioridad (BP), este último mostrado con línea punteada en la Grafico 11-2. El flujo AP requiere menor razón señal a ruido (SNR) para ser decodificado que el BP. Así, por ejemplo, el flujo AP podría portar señales de video en resolución normal con una codificación de canal de alta redundancia, haciendo posible su decodificación a distancias lejanas a la antena de transmisión (donde la SNR es baja). El flujo BP, en cambio, podría portar la misma programación en alta resolución utilizando una codificación de alta tasa (poca redundancia), el que sería decodificado satisfactoriamente por receptores ubicados a distancias menores (SNR alta). Cabe destacar, no obstante, que el receptor puede escoger libremente entre los flujos AP y BP y que ambos flujos de transporte podrían perfectamente ser utilizados para transmitir programación completamente distinta.

El sistema de Transmisión RF es el que caracteriza al sistema DVB (gráfico 11-2). En el bloque de Codificación de Canal, se aplica a la señal un conjunto de procesos cuyo objetivo es proteger los flujos de transporte de los efectos de las diversas **Fuentes** de ruido e interferencias que degradan las transmisiones. Las normas DVB-S y DVB-C y DVB-T utilizan el mismo sistema de codificación, lo que permite aprovechar economías de escala en el desarrollo de equipos, y así llegar al consumidor con productos de costos más convenientes. El sistema de codificación de DVB-T está especificado en la referencia. (ETSI EN 300 744 V1.5.1 2004-11),

El módulo de Modulación OFDM genera las señales de radiofrecuencia que son transmitidas por radio a partir de los datos digitales entregados por el codificador de canal. En DVB-T y (DVB-H es una especialización de DVB-T) se utiliza modulación OFDM con modulación QAM de las sub-portadoras. (ETSI EN 302 304 V1.1.1 2004-11).

### ***2.4.3 Multimedia Home Platform MHP***

MHP es el sistema de middleware abierto diseñado para el estándar europeo de TV digital. Define una interfaz genérica entre aplicaciones digitales interactivas y el terminal donde se ejecutan las aplicaciones. Esta interfaz protege a los proveedores del hardware o software específico utilizado por el terminal. El MHP amplía las normas DVB existentes a los servicios interactivos y de radiodifusión en todas las redes de radiodifusión, incluidos los sistemas terrestres, por satélite, por cable y por microondas. MHP se basa en una plataforma denominada DVB-J, que incluye una

máquina virtual definida en conformidad con las especificaciones de Java Virtual Machine, de Sun Microsystems.

Varios paquetes de software proporcionan APIs genéricas para el gran número de recursos de la plataforma. Una API es una interfaz de código fuente que un sistema operativo suele proporcionar para dar soporte a las solicitudes de servicios que deben realizar los programas informáticos. Las aplicaciones MHP acceden a una plataforma sólo a partir de estas API específicas. El MHP tiene tres perfiles diferentes que proporcionan conjuntos de recursos y funciones para interactividad local, interactividad con un canal de retorno y acceso a Internet. Además de las aplicaciones de procedimiento, el MHP también acepta aplicaciones declarativas, utilizando el formato DVB-HTML (MC / MCT / FINEP / FUNTTEL, 2004, MHP, 2006, Piesing, 2006).

## **2.5 ISDB-T**

### **2.5.1 Antecedentes Generales**

El estándar de televisión digital ISDB-T fue concebido para ejecutar la difusión digital de las señales de televisión, haciendo posible que la televisión de alta definición sea accesible no sólo a usuarios receptores fijos sino también a aquellos con móviles, inalámbricos, con baja definición de imagen.

Especificado en Japón en 1999 por el Grupo de Expertos en Radiodifusión Digital (DIBEG), la ISDB-T involucró a varias empresas y operadores de televisión de ese país. Hasta la fecha, sólo se ha adoptado en Japón; Sin embargo, se dice que la ISDB reúne el mayor conjunto de instalaciones técnicas entre las tres principales normas de televisión digital: alta definición, transmisión de datos y recepción móvil y portátil (Asami y Sasaki, 2006, Takada y Saito, 2006).

El sistema ISDB, cuya arquitectura se describe en la figura 1.12, puede transmitir vídeo, sonido, datos o una combinación de los tres, ya que presenta una gran flexibilidad de configuración, gracias a la forma en que fue concebido. La forma en que su ancho de banda está segmentado define el método de transmisión, conocido como transmisión segmentada por banda OFDM (BST-OFDM). Tiene 13 segmentos distintos que se pueden establecer en tres modos diferentes; Estos modos, capas

del sistema, pueden ser modulados de manera independiente por medio de esquemas de modulación multinivel, y transmitidos a través de un sistema MCM, que es el OFDM. Puede ser visto como una variante mejorada de la Norma europea.

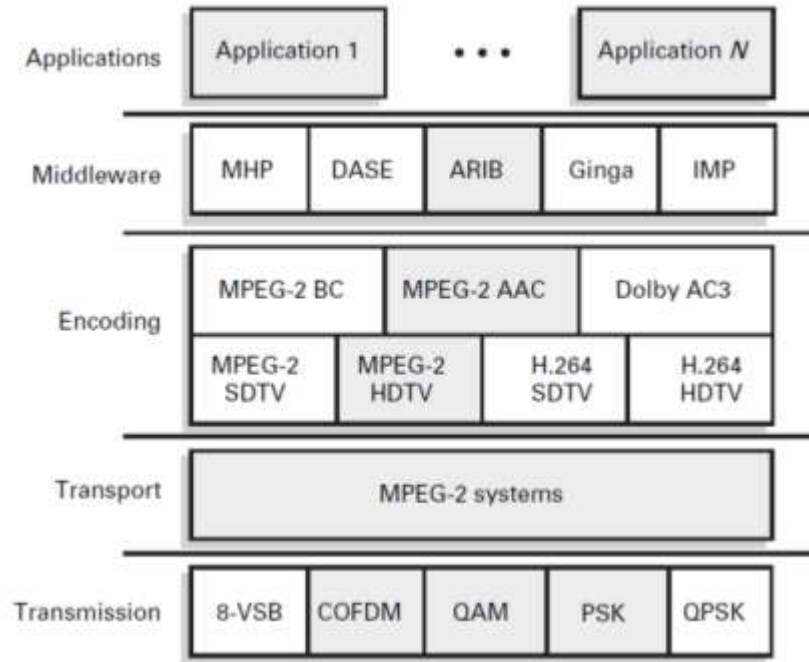


Gráfico 12-2 Esquema estándar ISDB

Fuente: Recuperado: [http://www.tvd.cl/wp-content/uploads/2011/12/estudio\\_uc.pdf](http://www.tvd.cl/wp-content/uploads/2011/12/estudio_uc.pdf)

El Gráfico 12-2 muestra el esquema estándar ISDB. La norma ISDB-T especifica las propiedades de la capa física para la transmisión terrestre de video y audio digital. ISDB-T es muy similar a DVB-T en términos de señales y modulación, y ambos estándares coinciden en los siguientes aspectos como se muestra en el grafico 13-2.

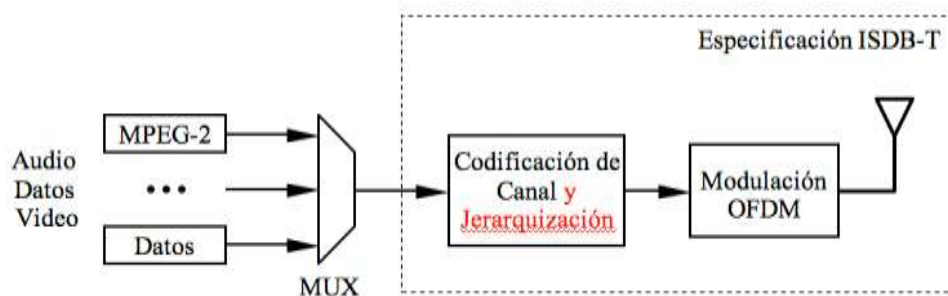


Gráfico 13-2 Diagrama general del sistema ISDB-T

Fuente: [http://www.tvd.cl/wp-content/uploads/2011/12/estudio\\_uc.pdf](http://www.tvd.cl/wp-content/uploads/2011/12/estudio_uc.pdf)

- Ambas normas están basadas en codificación MPEG-2 de audio y video.
- Ambas normas soportan transmisión de otros formatos de datos (MPEG-4 u otros).
- Ambas normas utilizan códigos de canal Red-Solomon y Convolucionales idénticos, así como el mismo aleatorizador.
- Ambas normas utilizan modulación OFDM con modos 2k, 4k y 8k, y modulación.
- QAM de las sub-portadoras.

Sin embargo, ISDB-T presenta diferencias importantes con respecto a DVB-T en cuanto al orden y la forma en que los datos son codificados y luego localizados en frecuencia en la modulación OFDM. El esquema se conoce técnicamente como Band Segmented Transmission - OFDM (BST-OFDM), y la idea consiste en dividir la banda de transmisión en segmentos para ser asignados a servicios distintos. Ello tiene dos ventajas importantes frente a OFDM tradicional

Las principales características de la ISDB-T son:

- Transmisión de HDTV, SDTV, LDTV;
- Transmisión de múltiples programas;
- Servicios interactivos y multimedia de alta calidad para receptores móviles y convencionales;
- Transmisión jerárquica, que acepta un ajuste singular para varios receptores, recepción parcial inclusive.

ISDB-T funciona con canales de 6, 7, 8 MHz, utiliza multiplexación COFDM con variaciones, y codificación de carga útil de señal con MPEG-2. La protección contra errores es proporcionada por código Reed-Solomon combinado con código convolucional; Diseñado para sistemas jerárquicos con múltiples niveles, el ISDB-T alcanza una velocidad de transmisión que varía entre 3,65 y 23,23 Mbit/s. Para la televisión por cable, se utiliza el esquema de modulación de 64-QAM, mientras que la radiodifusión por satélite utiliza la modulación 8-PSK (Alencar, 2007a, Resende, 2004, Fernandes et al., 2004, ARIB, 2006, Asami y Sasaki, Takada y Saito, 2006).

### ***2.5.2 Asociación de Industrias y Negocios de la Radio (ARIB)***

La Asociación de Industrias y Negocios de la Radio (ARIB) estableció normas para la transmisión y codificación de datos para la radiodifusión digital, que se basan en una especificación XML, que

consta de tres partes: codificación de un solo medio (creado para mantener la compatibilidad con el antiguo multiplexado Sistema de transmisión de datos que ya estaba en uso en Japón), codificación de multimedia (para establecer la compatibilidad con las normas de red y métodos de transmisión de datos utilizados en los sistemas europeo y americano) y especificación de la transmisión de datos.

Existen dos especificaciones para la ejecución de aplicaciones: la primera se basa en el estándar ARIB B24 con soporte para aplicaciones declarativas, utilizando el lenguaje de marcado de difusión (BML); Y el segundo se basa en el ARIB B23, que define un entorno de aplicaciones procedimentales, basado en las normas DVB / MHP y MHP (GEM) globalmente ejecutable (ARIB, 2006, MC / MCT / FINEP / FUNTTEL, 2004).

## **2.6 LA SITUACIÓN DE LA TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE**

Hasta la fecha, uno de los principales objetivos de la industria de la radiodifusión ha sido el de trazar un camino para la TDT, que originalmente se preveía que reemplazaría rápidamente la actual televisión analógica terrestre. Sin embargo, la experiencia internacional ha demostrado que la captación real y el uso exitoso han sido más lentos y más limitados de lo inicialmente previsto.

La planificación actual del gobierno y de la industria para la TDT de Ecuador se basa en estándares internacionalmente reconocidos que utilizan el espectro en las bandas de televisión UHF. Las inversiones de capital necesarias para que los organismos de radiodifusión existentes establezcan una plataforma básica de TDT serían relativamente modestas, ya que gran parte del sistema de distribución existente ya tiene capacidad digital. Algunos de la industria de la radiodifusión son escépticos de que surgirá un modelo económico para la TDT, y están considerando plataformas alternativas de televisión digital, como el satélite gratuito. Otros consideran que la TDT es inevitable a largo plazo para el 80% de la población ecuatoriana.

### **2.6.1 ISDB (*Integrated Services Digital Broadcasting*)**

ISDB simplemente es el estándar de televisión y radio digital, el mismo que fue diseñado en Japón y así poder transmitir señales digitales de radio y televisión. Este estándar es uno de los ultimo en aparecer, teniendo características que favorecen con respecto a otros estándares.

El estándar ISDB se divide en tres secundarios de acuerdo al tipo de transmisión:

- ISDB-T: Terrestre
- ISDB-C: Cable
- ISDB-S: Satélite

El sistema ISDB-T y DVB-T en esencia son lo mismo; estos emplean modulación OFDM. La mayoría de países latinoamericanos emplean este estándar, cabe destacar que el estándar ISDB-Tb se lo emplea para canales con un ancho de banda entre 6 y 8 MHz; pero finalmente se prefiere trabajar con un canal de 6MHz por:

- Es la canalización más común
- Y las relaciones numéricas que gobiernan al sistema será más sencilla

### 2.6.2 Transmisión ISDB

La transmisión ISDB se puede dividir en varias fases, llamada codificación de canal y modulación, como se muestra en el gráfico 14-2 el primer bloque del sistema se denomina codificador de canal y tiene la función de codificar los bits para minimizar los efectos destructivos del canal de comunicación. La entrada de este bloque es alimentada por una corriente MPEG-2. La primera alteración sufrida por la señal es estructural, es decir, la corriente MPEG-2 se reordena en grupos de tamaños predefinidos que permanecen sin cambios hasta que alcanzan el subsistema de transmisión.

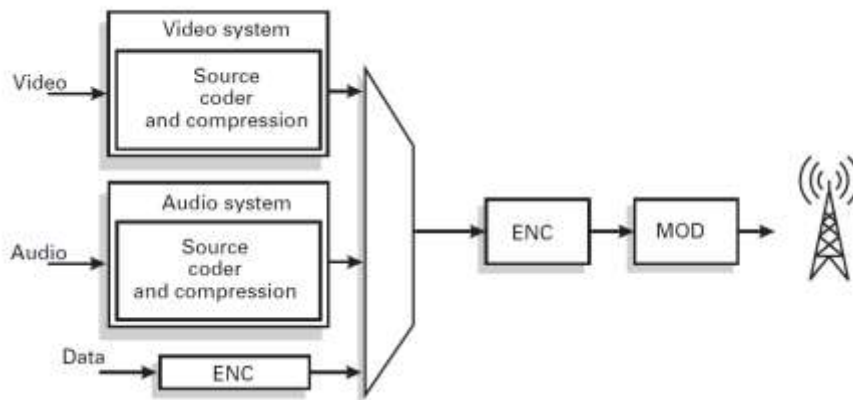


Gráfico 14-2 Diagrama de bloques del sistema ISDB-T

Fuente: SAMPAIO, M, Digital Television Systems



El método utilizado para organizar los datos acepta la implementación de servicios especiales, como la transmisión jerárquica. El ISDB-T utiliza un método de modulación multiportadora para la transmisión de datos, que tiene ventajas sobre el modo de una sola portadora. Por esta razón, al comienzo del proceso de codificación, los datos se disponen en varios flujos de datos, que se introducen en los portadores del sistema.

En ISDB-T se permiten tres configuraciones diferentes relacionadas con el número de portadoras. Estas diferentes configuraciones se denominan modos de transmisión y determinan el número de portadoras utilizadas en el proceso de transmisión y, en consecuencia, el tamaño de la transformada de Fourier rápida (FFT). La tabla 2-2 muestra las tres posibles configuraciones.

Tabla 2-2 Número de portadoras del sistema

<b>Modo</b>	<b>Numero de portadoras</b>
1	2048
2	4096
3	8192

**Fuente:** SAMPAIO, M, Dgital Television Systems

Como se dijo antes, ISDB-T ve que los servicios, tales como la transmisión jerárquica, se implementan. La transmisión jerárquica permite que distintos receptores reciban y procesen la señal, además de generar imágenes y sonidos según sus características. Dos tipos de receptores reciben la señal: receptores de banda ancha y de banda estrecha.

La transmisión jerárquica permite que los datos sean codificados y modulados de una manera diferente. Esta característica permite a los receptores de banda estrecha recibir sólo parte de la señal transmitida y, en general, esta parte de la señal está mejor protegida que los datos restantes. Con el fin de implementar estas características, se utiliza un método de recolección de portadores. Cada grupo de portadores, denominado segmento, está constituido por un número fijo de portadores de datos de control, de acuerdo con el modelo de transmisión elegido.

En la tabla 3-2 se presenta una descripción detallada de la composición de los segmentos para los tres modos de transmisión. En esta tabla, el receptor utiliza el piloto de extensión de canales (SP) y el piloto continuo (CP) para sincronización y demodulación, el control de configuración de transmisión y multiplexación (TMCC) proporciona información de control y el canal auxiliar (AC) se utiliza para la transmisión De información adicional. AC1 está disponible en igual número para ambos segmentos, y AC2 está disponible sólo para segmentos que utilizan modulación adicional.

Tabla 3-2 Parámetros del segmento OFDM

	Modo					
	Modo 1		Modo 2		Modo 3	
Ancho de banda	3 000/7 = 428.57 kHz					
Espacio entre portadores	250/63 = 3 968 kHz		125/63 = 1 984 kHz		125/126 = 0.992 kHz	
N° de Portadoras						
Total	108	108	216	216	432	432
Datos	96	96	192	192	432	432
Sp	9	0	18	0	36	0
Cp	0	1	0	1	0	1
Tmcc	1	5	2	10	4	20
Ac1	2	2	4	4	8	8
Ac2	0	4	0	9	0	19
Esquema de modulación	QPSK	DQPSK	QPSK	DQPSK	QPSK	DQPSK
	16-QAM		16-QAM		16-QAM	
	64-QAM		64-QAM		64-QAM	
Símbolos por fotograma	204					
Duración del símbolo	252µs		504µs		1008µs	
Intervalo de guarda	63µs (1/4)		126µs (1/4)		252µs (1/4)	
	31.5µs (1/8)		63µs (1/8)		126µs (1/8)	
	15.75µs (1/16)		31.5µs (1/16)		63µs (1/16)	
	7.875µs (1/32)		15.75µs (1/32)		31.5µs (1/32)	
	53.01 ms (1/32)		106.03 ms (1/32)		212.06 ms(1/32)	
Duración de la trama	64.26 ms (1/4)		128.52 ms (1/4)		257.04 ms (1/4)	
	57.83 ms (1/8)		115.67 ms (1/8)		231.37 ms (1/8)	
	54.62 ms (1/16)		109.24 ms (1/16)		218.48 ms (1/16)	
	53.01 ms (1/32)		106.03 ms (1/32)		212.06 ms(1/32)	
Frecuencia de muestreo IFFT	512/63 = 8.126 98 MHz					
Código Interno	Codificador convolucional (1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8)					
Código Externo	RS (204,188)					

Fuente: SAMPAIO, M, Dgital Television Systems

El ISDB-T se compone de 13 segmentos, que están dispuestos en hasta tres grupos diferentes. Estos grupos se denominan capas y se configuran al principio de cada transmisión. Es posible hacer una transmisión con una, dos o tres capas, dependiendo de sus requisitos.

Los segmentos de cada capa tienen la misma configuración, y es esta característica la que hace posible la transmisión jerárquica. El gráfico 15-2 muestra la asignación de una banda de paso para la transmisión parcial o completa de la señal. El gráfico 16-2 muestra el diseño de los portadores y segmentos en la banda de frecuencias. El gráfico 17-2 se muestra un ejemplo de distribución de capas en la banda de frecuencias.

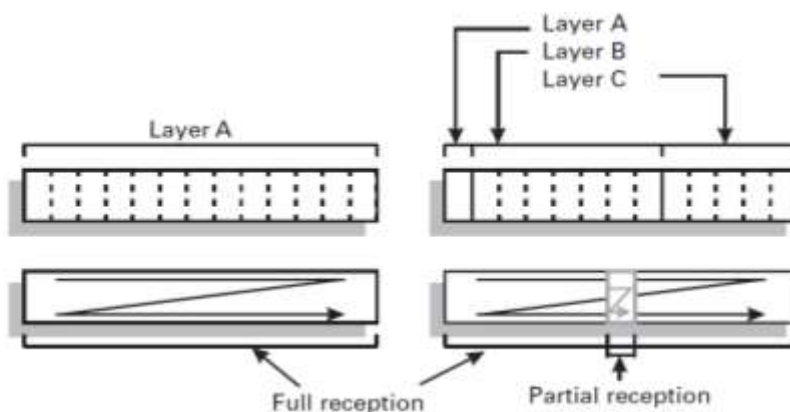


Gráfico 15-2 Asignación de bandas para transmisión completa o parcial

Fuente: SAMPAIO, M, Dgital Television Systems

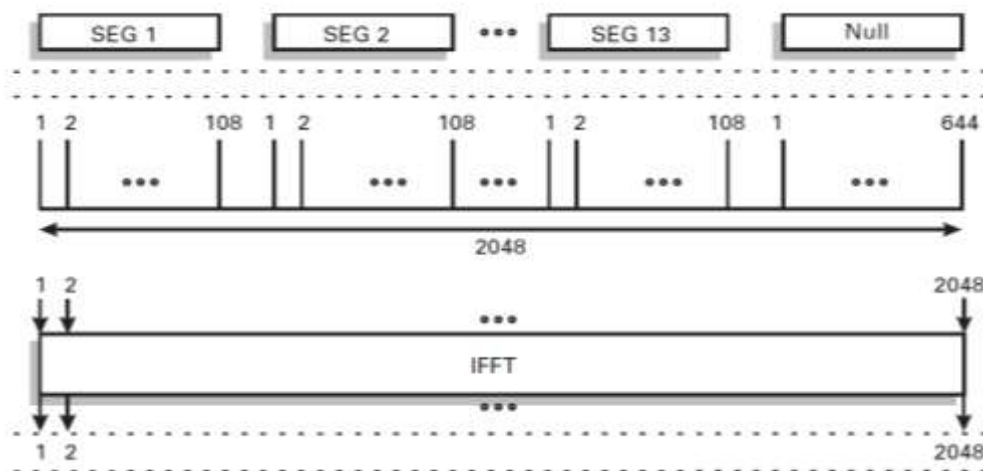


Gráfico 16-2 Diseño de los portadores y segmentos en la banda de frecuencias

Fuente: SAMPAIO, M, Dgital Television Systems

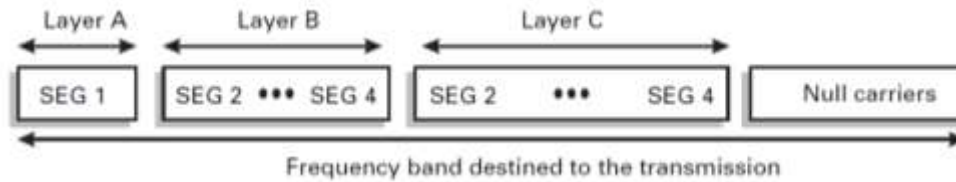


Gráfico 17-2 Distribución de capas en la banda de frecuencias

Fuente: SAMPAIO, M, Digital Television Systems

Los desarrolladores de este estándar se han cuidado de darle un alto grado de flexibilidad. Para ello, proporcionaron una serie de parámetros que se configuran según las condiciones del canal. Los parámetros de señal se presentan en la Tabla 4-2. La Tabla 5-2 presenta la velocidad de datos para un segmento. La velocidad de datos para el sistema se muestra en la Tabla 6-2.

Tabla 4-2 Parámetros de la señal transmitida

Modo			
	Modo 1	Modo 2	Modo 3
Número de segmentos $N_s$	13		
Ancho de banda	$3\ 000/7\ (\text{kHz}) \times N_s + 250/63\ (\text{kHz}) = 5\ 575\text{MHz}$	$3\ 000/7\ (\text{kHz}) \times N_s + 125/63\ (\text{kHz}) = 5\ 573\text{MHz}$	$3\ 000/7\ (\text{kHz}) \times N_s + 125/126\ (\text{kHz}) = 5\ 572\text{MHz}$
Número de segmentos con modulación diferencial	$N_d$		
Número de segmentos con modulación diferencial	$n_s(N_s = n_s + n_d)$		
Espacio entre portadoras	$250/63 = 3\ 968\ \text{kHz}$	$125/63 = 1.984\ \text{kHz}$	$125/126 = 0.992\ \text{kHz}$
Nº de portadoras			
Total	$108 \times N_s + 1 = 1\ 405$	$216 \times N_s + 1 = 2\ 809$	$432 \times N_s + 1 = 5\ 617$
Datos	$96 \times N_s = 1\ 248$	$192 \times N_s = 2\ 496$	$384 \times N_s + 1 = 4\ 992$
$S_p$	$9 \times n_s$	$18 \times n_s$	$36 \times n_s$
$C_p$	$n_d + 1$	$n_d + 1$	$n_d + 1$
$T_{mcc}$	$n_s + 5 \times n_d$	$2 \times n_s + 10 \times n_d$	$8 \times n_s + 20 \times n_d$
AC1	$2 \times N_s = 26$	$4 \times N_s = 52$	$8 \times N_s = 104$
AC2	$4 \times n_d$	$9 \times n_d$	$19 \times n_d$
Esquema de modulación	QPSK, 16-QAM, 64-QAM, DQPSK		
	16-QAM	16-QAM	16-QAM
	64-QAM	64-QAM	64-QAM

Símbolos por fotograma	204		
Duración del símbolo	252µs	504µs	1008µs
Intervalo de guarda	63µs (1/4)	126µs (1/4)	252µs (1/4)
	31.5µs (1/8)	63µs (1/8)	126µs (1/8)
	15.75µs (1/16)	31.5µs (1/16)	63µs (1/16)
	7.875µs (1/32)	15.75µs (1/32)	31.5µs (1/32)
Duración de la trama	64.26 ms (1/4)	128.52 ms (1/4)	257.04 ms (1/4)
	57.83 ms (1/8)	115.67 ms (1/8)	231.37 ms (1/8)
	54.62 ms (1/16)	109.24 ms (1/16)	218.48 ms (1/16)
	53.01 ms (1/32)	106.03 ms (1/32)	212.06 ms(1/32)
Frecuencia de muestreo IFFT	512/63 = 8.126 98 MHz		
Código Interno	Codificador convolucional (1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8)		
Código Externo	RS (204,188)		

Fuente: SAMPAIO, M, Dgital Television Systems

Tabla 5-2 Velocidad de datos para un segmento

Modulación	Tasa del codificador convolucional	Número de TSP transmitidos Modo 1/2/3	Velocidad de datos (kbit/s)			
			IG 1/4	IG 1/8	IG 1/16	IG 1/32
DQPSK	1/2	12 / 24 / 48	280.85	312.06	330.42	340.43
	2/3	16 / 32 / 64	374.47	416.08	440.56	453.91
	3/4	18 / 36 / 72	421.28	468.09	495.63	510.65
QPSK	5/6	20 / 40 / 80	468.09	520.10	550.70	567.39
	7/8	21 / 42 / 84	491.50	546.11	578.23	595.76
16-QAM	1/2	24 / 48 / 96	561.71	624.13	660.84	680.87
	2/3	32 / 64 / 128	748.95	832.17	881.12	907.82
	3/4	36 / 72 / 144	842.57	936.19	991.26	1 021.30
	5/6	40 / 80 / 160	936.19	1 040.21	1 101.40	1 134.78
	7/8	42 / 84 / 168	983.00	1 092.22	1 156.47	1 191.52
64-QAM	1/2	36 / 72 / 144	842.57	936.19	991.26	1 021.30
	2/3	48 / 96 / 192	1 123.43	1 248.26	1 321.68	1 361.74
	3/4	54 / 108 / 216	1 263.86	1 404.29	1 486.90	1 531.95
	5/6	60 / 120 / 240	1 404.29	1 560.32	1 652.11	1 702.17
	7/8	63 / 126 / 252	1 474.50	1 632.34	1 734.71	1 787.28

Fuente: SAMPAIO, M, Dgital Television Systems

Tabla 6-2 Velocidad de datos para el sistema

Modulación	Tasa del codificador convolucional	Número de TSP transmitidos Modo 1/2/3	Velocidad de datos (kbit/s)			
			IG 1/4	IG 1/8	IG 1/16	IG 1/32
DQPSK	1/2	156 / 312 / 624	3651	4056	4259	4425
	2/3	208 / 416 / 832	4868	5409	5727	5900
	3/4	234 / 468 / 936	5476	6085	6443	6638
QPSK	5/6	260 / 520 / 1 040	6085	6761	7159	7376
	7/8	273 / 546 / 1092	6389	7099	7517	7744
16-QAM	1/2	312 / 624 / 1 248	7302	8113	8590	8851
	2/3	416 / 832 / 1664	9736	10818	11454	11801
	3/4	468 / 936 / 1 872	10953	12170	12886	13276
	5/6	520 / 1 040 / 2 080	12170	13522	14318	14752
	7/8	546 / 1 092 / 2 184	12779	14198	15034	15498
64-QAM	1/2	68 / 936 / 1 872	10953	12170	12886	13276
	2/3	624 / 1 248 / 2 496	14604	16227	17181	17702
	3/4	702 / 1 404 / 2 808	16430	18255	19329	19915
	5/6	780 / 1 560 / 3 120	18255	20284	21477	22128
	7/8	819 / 1 638 / 3 276	19168	21298	22551	23234

Fuente: SAMPAIO, M, Digital Television Systems

### 2.6.3 El Proceso de Transmisión

La señal que se inserta en el primer bloque de codificación, el remultiplexor de (flujo de transporte (TS)), proviene de un multiplexor MPEG-2 externo. La función del remultiplexor TS es la gama de datos MPEG-2 según el estándar ARIB STDB32 (codificación de vídeo, codificación de audio y especificaciones de multiplexación para la radiodifusión digital). Esta disposición consiste en la división del flujo en bloques de 188 bytes, que se llaman paquetes de flujo de transporte MPEG-2 (MPEG-2 TSPs).

Los TSP se envían para ser segmentados y reordenados en uno, dos o tres bloques de codificación. Estos bloques tienen codificación independiente y garantizan diferentes niveles de protección para la información que viaja a través del canal. Los bloques, que son capas del sistema, se componen de una serie de fases y realizan funciones tales como entrelazadas, codificación y modulación. Todavía

hay un ajustador de retardo, que es responsable de ajustar el retardo entre las capas, incluso si éstas tienen configuraciones distintas y retrasos diferentes.

Los datos de las capas también pasan por bloques moduladores, que mapean los datos en constelaciones de modulación digital. Después de la asignación, los datos se reagrupan en una sola corriente y se envían al intercalador de frecuencia. Su función es barajar los portadores para evitar que el desvanecimiento de la ráfaga de poner en peligro la información que viaja en el canal. El intercalador de tiempo es la etapa siguiente, seguida por el compositor de trama y por la transformada de Fourier rápida inversa (IFFT).

En esta etapa, la señal está casi lista para ser emitida, excepto la inserción de un intervalo de guarda, la transformación de las muestras en una señal continua y el aumento de la frecuencia de esta señal continua a la banda de radiodifusión definida en la norma, De acuerdo con las normas y reglamentos vigentes.

#### 2.6.4 La codificación del canal

La Figura 18-2 muestra el diagrama del proceso de codificación y modulación. El sistema es alimentado con el flujo de transporte paquetizado según se ha descrito anteriormente. Los datos son primero aleatorizados (dispersión de energía) y luego procesados para brindar capacidad de corrección de errores mediante un código de bloques Reed-Solomon (RS), seguido por un entrelazador y un codificador Trellis (TCM).

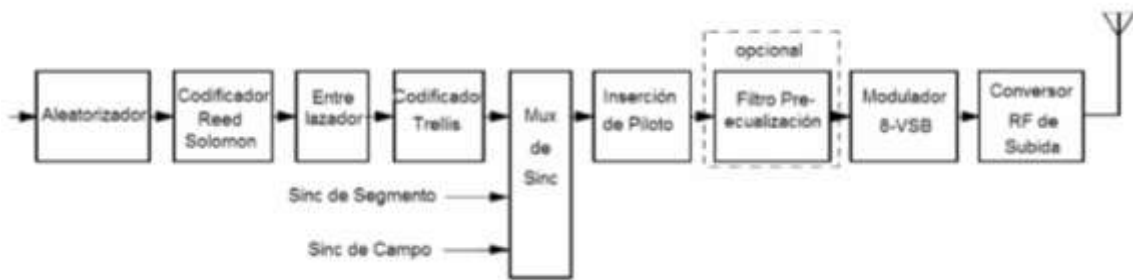


Gráfico 18-2 Diagrama funcional del sistema de codificación

Fuente: recuperado: [http://www.tvd.cl/wp-content/uploads/2011/12/estudio\\_uc.pdf](http://www.tvd.cl/wp-content/uploads/2011/12/estudio_uc.pdf)

### 2.6.5 Remultiplexación del flujo de transporte

El bloque remultiplexor TS, como su nombre indica, tiene la función de formatear el flujo de datos MPEG-2 que proviene del multiplexor externo y lo transmite al codificador externo. El proceso comienza con la ruptura del flujo de entrada en unidades elementales de 188 bytes denominados MPEG-2 TSP. Entonces reciben otros 16 bytes nulos, y el bloque total de 204 bytes se llama TSP de transmisión. La velocidad de generación de paquetes MPEG-2 es cuatro veces mayor que la frecuencia IFFT, de modo que se mantiene el sincronismo.

$$T = 2^{N-1}(1 + \delta)$$

La salida del remultiplexor TS se forma a través de un flujo de tramas multiplex, que están formadas por TSP de transmisión. El tamaño de la trama multiplex no es fijo y está definido por la configuración del modo de transmisión y por la velocidad del intervalo de guarda ( $\delta$ ). La Tabla 2-7 enumera los parámetros y números de TSP de los marcos que componen el flujo multiplex. Esta tabla se generó a partir de la cual N es la dimensión de la FFT y  $\delta$  es la dimensión del intervalo de guarda.

Tabla 7-2 Parámetros y Números de TSP

Modo	$\delta = 1/4$	$\delta = 1/8$	$\delta = 1/16$	$\delta = 1/32$
1	1280	1152	1088	1056
2	2560	2304	2176	2112
3	5120	4608	4352	4224

Fuente: SAMPAIO, M, Digital Television Systems

El marco multiplex también incluye STP nulo. Estas TSPs no contienen información, siendo su única función la de injertar el marco multiplex. Este procedimiento se lleva a cabo cuando el número de TSP requeridos por una capa dada es mayor que el número de TSP puestos a disposición por el remultiplexor TS. Los TSPNULL se identifican y se excluyen apropiadamente en el proceso de recepción. El gráfico 2-17 muestra una trama multiplex para la configuración del modo de transmisión 1 y el intervalo de guarda  $\delta = 1/8$ .





Gráfico 19-2 Ejemplo del flujo de transporte remultiplexado

Fuente: SAMPAIO, M, Digital Television Systems

### 2.6.6 Codificación externa

El esquema de codificación externo empleado por ISDB-T utiliza código Reed-Solomon (RS) y tiene la función de proteger los datos al inicio del proceso de codificación de canal. RS se utiliza en cada transmisión TSP que llega al codificador, independientemente de la capa a la que pertenece. Este tipo de codificación se conoce como un esquema abreviado y se denomina como tal, ya que se generan 225 bytes a partir de los 188 puestos a disposición al principio del codificador, lo que da como resultado más tarde que se procesen 204 y se eliminen 51.

Este esquema de codificación utiliza el campo de Galois ( $2^8$ ), con el polinomio.

$$p(x) = x^8 + x^4 + x^2 + 1$$

Y genera los códigos de acuerdo con el polinomio

$$g(x) = (x - 1)(x - \alpha)(x - \alpha^2) \dots (x - \alpha^{15})$$

Es importante mencionar que  $\alpha = 02\text{HEX}$ .

La transmisión TSP que llega al codificador RS, como se ha descrito anteriormente, contiene 16 bytes nulos. El resto es el propio MPEG-2TSP, que contiene 188 bytes, siendo un byte para el sincronismo y 187 para los datos. En el proceso de codificación, se genera un nuevo TSP desde la TSP de transmisión, que excluye los 16 bytes nulos y agrega 16 bytes de paridad después del campo de datos, preservando el tamaño de 204 bytes. El gráfico 2-19 muestra esta estructura.

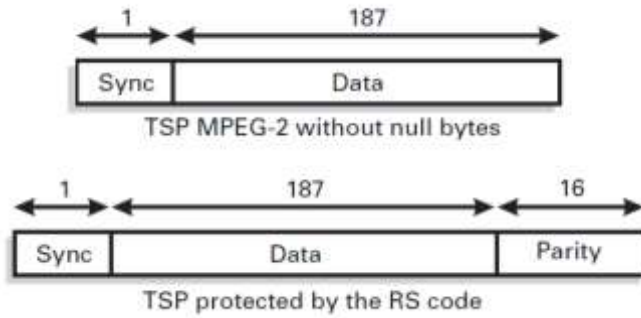


Gráfico 20-2 MPEG-2 TSP and TSP Protegido por el código RS

Fuente: SAMPAIO, M, Digital Television Systems

### 2.6.7 División del flujo de transporte en capas jerárquicas

El bloque divisor tiene la función de separar las diferentes corrientes de acuerdo con las capas a las que pertenecen. De esta manera, dependiendo de la configuración inicial, los TSP de transmisión se llevan a una, dos o tres capas. Un proceso similar e invertido se ejecuta en el receptor. Este proceso recoge los datos que provienen de las diferentes capas y los pasa al decodificador externo RS (204, 188).

### 2.6.8 Dispersión de potencia

El proceso de dispersión de potencia ocurre de forma independiente en cada una de las capas y tiene la función de impedir que se transmita una secuencia de ceros sucesivos o unos, para garantizar una adecuada transición binaria. Este proceso se ejecuta con una operación binaria XOR, entre los datos de la capa referida y una secuencia pseudoaleatoria generada por el registro de desplazamiento mostrado en el grafico 21-2.

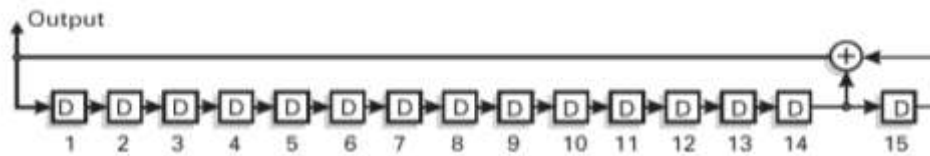


Gráfico 21-2 Diagrama de flujo del registro de desplazamiento

Fuente: SAMPAIO, M, Digital Television Systems

El polinomio generador es  $g(x) = x^{15} + x^{14} + 1$  y su estado inicial es "1 0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0." Este estado inicial se compone de izquierda a derecha en orden ascendente, y ha sido elegido para producir una secuencia óptima. Para que una secuencia sea considerada óptima, no debe repetir un estado en su longitud máxima.

### 2.6.9 Corrección DE Retraso

Una característica de la transmisión jerárquica es que es responsable de la configuración de diferentes parámetros (velocidad del codificador convolucional, esquema de modulación, entre otros) en las capas de una manera independiente. Estas diferentes configuraciones implican datos con distintos tamaños y provocan diferentes retardos en el receptor.

Para evitar diferentes retardos entre las capas, se ejecuta un esquema de corrección de retardo en el proceso de transmisión de datos. El ajuste se realiza insertando diferentes retardos en las capas de acuerdo con el esquema que se utilizará, así como por la velocidad del código que usará el codificador interno. La Tabla 8-2 muestra los retrasos en los TSPs para varias posibilidades de configuración.

Tabla 8-2 Retrasos en los TSPs para varias posibilidades de configuración

Modulación	Tasa de código	Modo 1	Modo 2	Modo 3
QPSK	$\frac{1}{2}$	12N-11	24N-11	48N-11
	$\frac{2}{3}$	16N-11	32N-11	64N-11
	$\frac{3}{4}$	18N-11	36N-11	72N-11
	$\frac{5}{6}$	20N-11	40N-11	80N-11
	$\frac{7}{8}$	21N-11	42N-11	84N-11
	$\frac{1}{2}$	24N-11	48N-11	96N-11
16-QAM	$\frac{2}{3}$	32N-11	64N-11	128N-11
	$\frac{3}{4}$	36N-11	72N-11	144N-11
	$\frac{5}{6}$	40N-11	80N-11	160N-11
	$\frac{7}{8}$	42N-11	84N-11	168N-11
	$\frac{1}{2}$	36N-11	72N-11	144N-11
64-QAM	$\frac{2}{3}$	48N-11	96N-11	192N-11

	3/4	54N-11	108N-11	216N-11
	5/6	60N-11	120N-11	240N-11
	7/8	63N-11	126N-11	252N-11

Fuente: SAMPAIO, M, Dgital Television Systems

Otra característica que es intrínseca a la transmisión jerárquica es las diferentes velocidades de transmisión de bits logradas. Una vez que las velocidades de código utilizadas en el codificador convolucional son diferentes, también será el número de bits añadidos para protección.

### 2.6.10 El intercalador de bytes

El intercalador de bytes es responsable de mezclar los bytes que forman la TSP de transmisión. Cada TSP de transmisión consta de 204 bytes mixtos como ausentes para evitar posibles problemas causados por el canal de transmisión.

Este es el primer entrelazador que actúa sobre los datos antes de que se transmita, al igual que el dispersor de energía, funciona independientemente por capas. Se compone de doce brazos, cada uno de los cuales inserta un retraso diferente, ya que tienen tampones de diferentes tamaños. La excepción es el primer brazo que no inserta ningún retraso, como se puede observar en el gráfico 22-2, que muestra el esquema de intercalación de bytes.

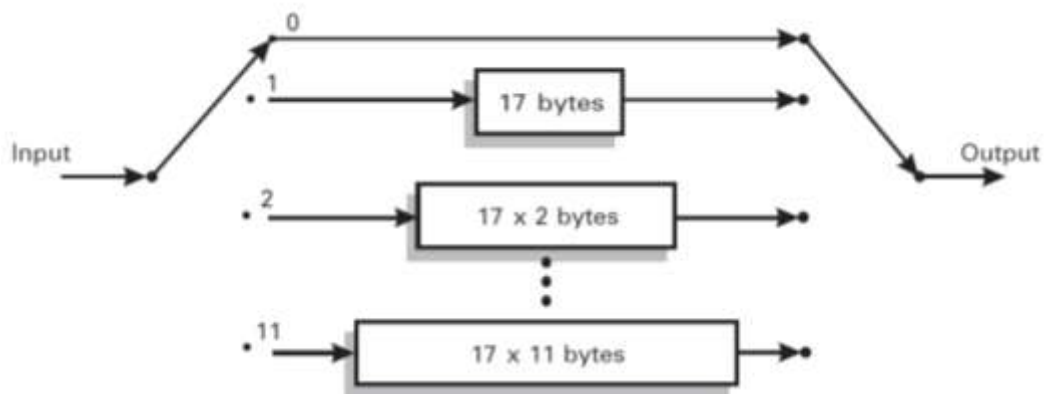


Gráfico 22-2 Diagrama de flujo del intercalador de bytes

Fuente: SAMPAIO, M, Dgital Television Systems

Los tamaños de los amortiguadores de brazos son múltiplos de 17 bytes en el siguiente orden:  $17 \times 0$ ,  $17 \times 1$ ,  $17 \times 2$ , . . . ,  $17 \times 11$ . Los datos están dispuestos en orden creciente en el intercalador y alimentan los brazos también en orden creciente. Una vez que el último brazo ha sido alcanzado, el ciclo es completo, y los bytes se insertan dentro de  $m$  nuevamente.

### 2.6.11 Codificación Interna

La codificación interna es ejecutada por un codificador convolucional, que también es responsable de proteger los datos, insertando bits redundantes según el diagrama de flujo mostrado en el gráfico 23-2. Este esquema de codificación proporciona la generación de códigos con diferentes velocidades. De esta manera, las velocidades  $2/3$ ,  $3/4$ ,  $5/6$  y  $7/8$  se originan a partir de la salida del codificador convolucional, que genera un código de velocidad  $1/2$ .

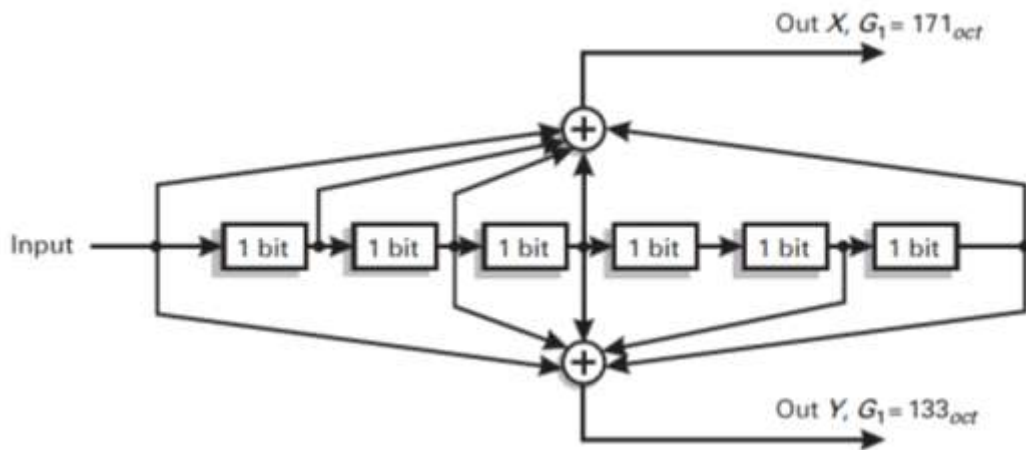


Gráfico 23-2 Diagrama de flujo del codificador convolucional de tasa  $=1/2$  y  $k=7$

Fuente: SAMPAIO, M, Digital Television Systems

El diagrama de encóder utilizado tiene una longitud de restricción  $k = 7$ , y genera un código con la velocidad  $1/2$ . Este bloque contiene dos salidas, cada una formada por la unión de diferentes etapas del registro de desplazamiento, que se definen por  $G_1 = 171_{oct}$  y  $G_2 = 133_{oct}$ .

Este esquema de codificación permite la producción de códigos con tasas diferentes. Por lo tanto, las velocidades  $2/3$ ,  $3/4$ ,  $5/6$  y  $7/8$  se generan a partir de la salida del codificador convolucional de velocidad  $1/2$ .

Para que tal evento tenga lugar, se utiliza un esquema de supresión de bits que se denomina perforación, como se muestra en la Tabla 9-2 .

Tabla 9-2 Codificador convolución, velocidad  $\frac{1}{2}$

Tasa de código	Patrón de supresión	Secuencia transmitida
$\frac{1}{2}$	X :1, Y :1	X1, Y1
$\frac{2}{3}$	X :10, Y :11	X1, Y1, Y2
$\frac{3}{4}$	X :101, Y :110	X1, Y1, Y2, X3
$\frac{5}{6}$	X :10101, Y :11010	X1, Y1, Y2, X3, Y4, X5
$\frac{7}{8}$	X :1000101, Y :1111010	X1, Y1, Y2, X3, Y4, X5, Y6, Y7

Fuente: SAMPAIO, M, Dgital Television Systems

### 2.6.12 Modulación

El subsistema de modulación es responsable de transformar la información codificada en ondas electromagnéticas a transmitir por la antena. El modulador ISDB-T consta de varios bloques, que realizan diferentes operaciones. La secuencia de estos bloques se muestra en el grafico 24-2.

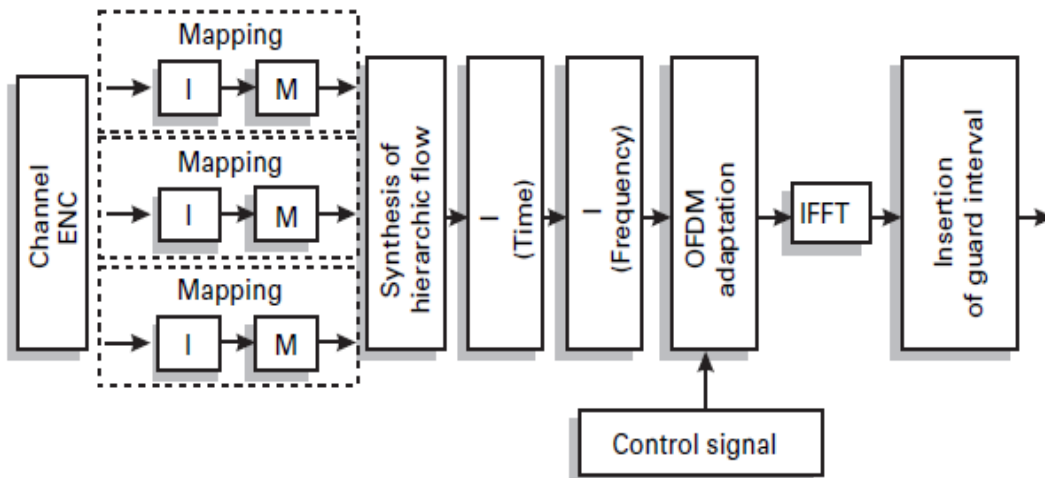


Gráfico 24-2 Diagrama de bloques del proceso de modulación

Fuente: SAMPAIO, M, Dgital Television Systems

### 2.6.13 OFDM

ISDB-T utiliza la técnica de multiplexación ortogonal por división de frecuencia (OFDM) como esquema de transmisión. Las subportadoras forman un conjunto de funciones que son ortogonales entre sí, es decir, la integral del producto entre dos cualquiera de estas funciones dentro del intervalo de un símbolo es nula.

Esta ortogonalidad asegura que la interferencia entre símbolos en las frecuencias de las subportadoras es nula. El gráfico 25-2 ilustra el efecto de la ortogonalidad. La ortogonalidad permite que la señal OFDM ocupe la banda más estrecha posible, lo que, a su vez, hace que la señal encaje en un canal de banda de paso de 6 MHz. En la figura 8.12, la frecuencia de la primera subportadora ( $f_0$ ) es igual a la inversa de la duración del símbolo ( $1/T_U$ ). En el modo 8K,  $f_0$  es 837 054 Hz y, en el modo 2K, es 3 348,214 Hz. Los valores calculados para  $f_0$  resultan de la necesidad de mantener la ortogonalidad entre las subportadoras.

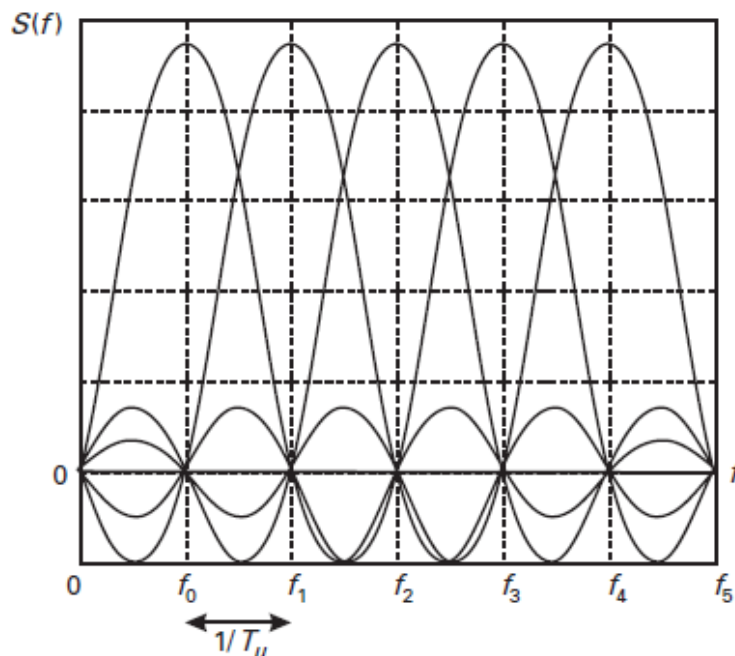


Gráfico 25-2 Ortogonalidad entre los portadores en el Sistema OFDM

Fuente: SAMPAIO, M, Digital Television Systems

Cada subportadora está modulada en QPSK, 16-QAM o 64-QAM por uno de los conjuntos de bits "v" asignados por el siguiente mapeador de bloques. Para cada conjunto de bits "v" (2, 4 o 6 bits)

existe un estado dado de fase / amplitud de la subportadora. En un símbolo (TU), los estados de las subportadoras permanecen sin cambios. En el siguiente símbolo, adquieren estados nuevos debido a los nuevos conjuntos de bits "v" que se encuentran en la entrada de los moduladores de cada subportadora.

Vale la pena mencionar que el estado de las subportadoras, dentro de la transmisión de un símbolo, posee información sobre el espectro de frecuencia aislado de la señal OFDM. Para convertir esta información en el dominio del tiempo, se utiliza el IFFT. Todas las operaciones se realizan digitalmente Por medio de procesadores digitales. La señal OFDM obtenida está en formato digital y lista para ser inyectada en el bloque siguiente, en el que se inserta el intervalo de guarda.

#### 2.6.14 Intervalo de Guarda

El intervalo de guarda  $\Delta$  es un intervalo de tiempo añadido antes de la transmisión de cada símbolo. Durante este intervalo, no se transmite información. Su función es eliminar o disminuir la interferencia entre los símbolos cuando la señal interferente es un eco de la señal principal, pero el valor del retardo experimentado por este eco es menor que el valor del intervalo de guarda. Estos ecos son producidos por reflexiones de la señal principal en obstáculos existentes en el espacio entre el transmisor y el receptor.

En la figura 26-2 se ilustra la transmisión de dos símbolos encabezados por sus respectivos intervalos de guarda. La relación entre el intervalo de guarda y el tiempo útil ( $T_U$ ) se denomina relación de protección (k):

$$k = \frac{\Delta}{T_U}$$

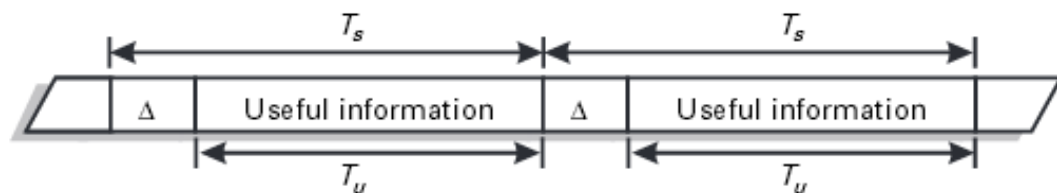


Gráfico 26-2 intervalo de Guarda OFDM

Fuente: SAMPAIO, M, Dgital Television Systems



### 2.6.15 Cartografía

El primer bloque del proceso de modulación es el mapeado. Su primera función es ejecutar un entrelazado de bits, y el segundo es mapearlos en una constelación de modulación digital.

El proceso de entrelazado debe barajar los bits de acuerdo con las reglas de cada mapa utilizado. En consecuencia, se introduce un retardo de bits en cada segmento, que varía de la asignación a la asignación. Esta diferencia se fija mediante la inserción de un retardo de corrección, de acuerdo con la Tabla 10-2, de manera que el retardo total sea uniforme e igual a dos símbolos OFDM. Observe que N representa el número de segmentos usados en cada capa.

Tabla 10-2 Valores de retardo de bit

Esquema de modulación	Ajuste de retardo en bits		
	Modo 1	Modo 2	Modo 3
QPSK / DQPSK	$384 \times N - 240$	$768 \times N - 240$	$1\,536 \times N - 240$
16-QAM	$768 \times N - 480$	$1\,536 \times N - 480$	$3\,072 \times N - 480$
64-QAM	$1\,536 \times N - 720$	$3\,072 \times N - 720$	$4\,608 \times N - 720$

Fuente: SAMPAIO, M, Dgital Television Systems

Las constelaciones utilizadas en el ISDB-T y sus respectivos bloques de entrelazado se presentan en las subsecciones siguientes, mientras que un diagrama esquemático de mapeo se muestra en el grafico 27-2

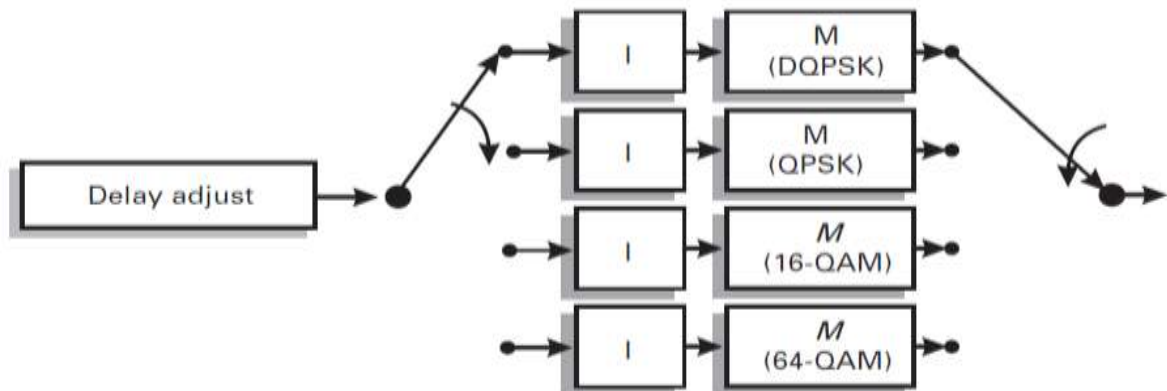


Gráfico 27-2 esquema de mapeo

Fuente: SAMPAIO, M, Dgital Television Systems

### 2.6.16 Intercalado de Tiempo

El entrelazador de tiempo inserta retardos entre los portadores de segmento de tal manera que no se transmiten más de una secuencia de datos al mismo tiempo, incluso si están en diferentes portadoras. Esta acción se toma para evitar que el desvanecimiento por ráfaga corrompa la señal. Burst fading actúa sobre una secuencia de datos, por lo que tiene un efecto seriamente perjudicial.

Un símbolo corrupto es fácilmente recuperado por los códigos internos y externos, pero una secuencia perdida de símbolos implica la pérdida de una pieza de información, porque los códigos no serán capaces de verla. El entrelazador difunde los datos en el dominio de tiempo cuando inserta retardos diferentes, y es de esta manera que se produce la protección contra el desvanecimiento de ráfaga, ya que los símbolos ya no se corromperán en secuencia.

Los retardos se insertan en los portadores por el intercalador de tiempo secuencialmente en cada segmento. La disposición de los segmentos, así como el orden para la inserción de los retrasos, se muestra en el gráfico 28-2. Es importante recordar que, en cada nuevo segmento, la secuencia se reinicia.

La dimensión del retardo insertado se define al principio de la transmisión por medio de la variable  $I$ :  $m_i = [(i \cdot 5) \bmod 96] \cdot I$ , que puede asumir valores preestablecidos, como puede verse en la Tabla 11-2. La decisión se toma de acuerdo con el modo de transmisión adoptado y el grado de protección que debe elegirse para combatir los efectos del desvanecimiento por ráfagas. Por consiguiente, cuanto mayor sea el valor de  $I$ , mejor será la señal transmitida.

Tabla 11-2 Ajuste de retardo realizado por el intercalador

	Modo 1				Modo 2				Modo 3	
I	Número de símbolos de ajuste	Número de símbolos de retardo	I	Número de símbolos de ajuste	Número de símbolos de retardo	I	Número de símbolos de ajuste	Número de símbolos de retardo		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		
4	28	2	2	14	1	1	109	1		
8	56	4	4	28	2	2	14	1		
16	112	8	8	56	4	4	28	2		

Fuente: SAMPAIO, M, Digital Television Systems

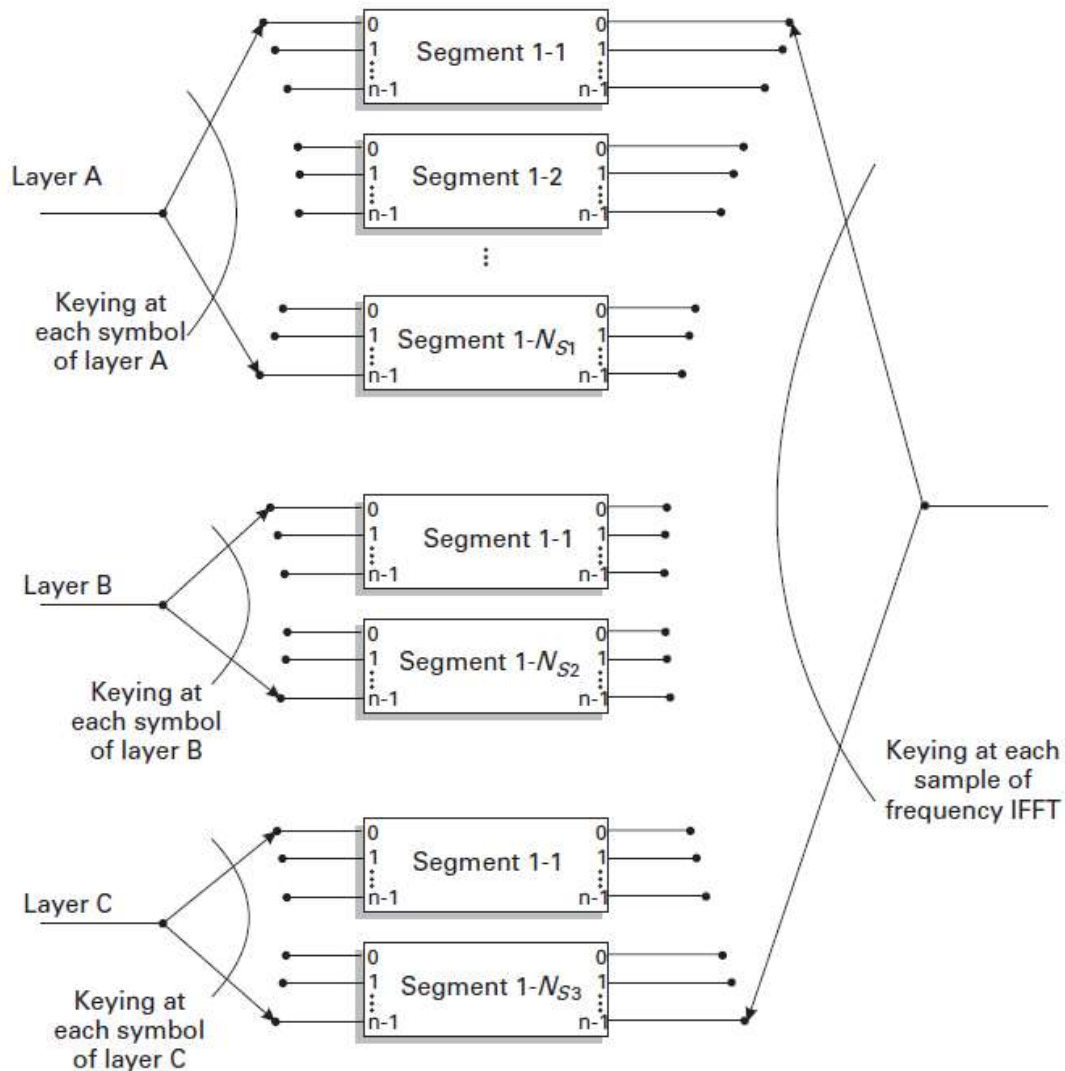


Gráfico 28-2 Intercalado de tiempo

Fuente: SAMPAIO, M, Digital Television Systems

### 2.6.17 Intercalado de frecuencias

El intercalador de frecuencia está encargado de ejecutar un cierto barajado en las portadoras del mismo segmento, con el fin de dar un aspecto aleatorio a las frecuencias. Esta es otra protección para la señal, destinada a reducir los efectos destructivos del ruido con memoria (ruido que ataca varios símbolos en serie) en la señal transmitida. Este bloque está compuesto de sub-bloques, que ejecutan las funciones de intercalación de datos, barajadura de frecuencias y rotación de portadoras

dentro del mismo segmento. El diagrama de flujo del intercalador de frecuencias se muestra en el gráfico 29-2.

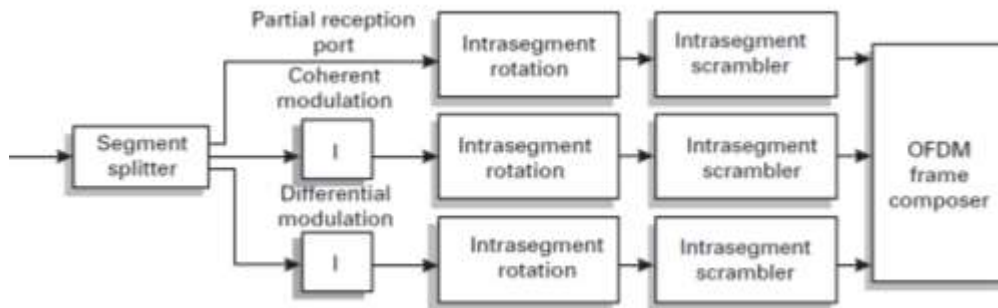


Gráfico 29-2 Frecuencia de intercalación

Fuente: [http://www.tvd.cl/wp-content/uploads/2011/12/estudio\\_uc.pdf](http://www.tvd.cl/wp-content/uploads/2011/12/estudio_uc.pdf)

Hay ciertas peculiaridades al intercalador de frecuencias que debe ser considerado. La primera es que no se realiza intercalado de datos en la capa utilizada para la recepción parcial. Otra peculiaridad es que la barajadura en los soportes debe realizarse de una manera independiente cuando una de las capas utiliza un esquema de modulación coherente y la otra usa una incoherente. Esto se debe al hecho de que el formato del cuadro de transmisión OFDM es diferente para estos tipos de modulación. El barajado de portadoras se utiliza en los segmentos independientemente del modo de transmisión. En realidad, cada modo de transmisión especifica una tabla de barajado para los portadores de un segmento.

### 2.6.18 Compositor de Cuadros

El compositor de trama es responsable de ordenar los símbolos en marcos OFDM, los cuales serán posteriormente transmitidos. Hay dos estructuras de trama básicas seleccionadas del tipo de modulación utilizado en la capa. Estas dos estructuras también reciben la señal piloto continua (CP), el canal de control de configuración de multiplexación de transmisión (TMCC) y los canales auxiliares AC1 y / o AC2.

### 2.6.18.1 Configuración para la modulación diferencial

El cuadro de transmisión para la modulación diferencial y el modo de transmisión 1 se presenta en el gráfico 30-2. En ISDB-T sólo hay un tipo de modulación diferencial para los datos, que es el DQPSK. Los símbolos entregados por los intercaladores están dispuestos en los portadores y representados por  $S_{i,j}$ , en donde  $i$  representa el número del portador en cuestión, y  $j$  la posición de transmisión con en cada portador. Obsérvese que el cuadro tiene 204 símbolos por portadora y, para el modo de transmisión 1, el número total de portadores es igual a 108, que comprende 96 portadores de datos y 12 portadores de control. En el modo de transmisión 2 hay 216 portadoras, y en el modo 3 hay 432.

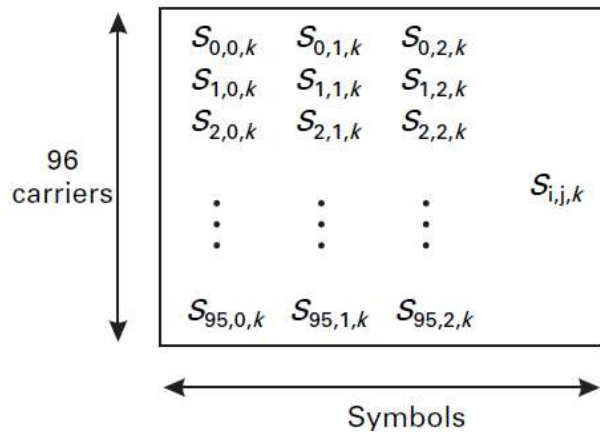


Gráfico 30-2 Configuración de un segmento para modulación diferencial en modo 1

Fuente: recuperado, [http://eeweb.poly.edu/~yao/EE4414/digitalTV\\_transmission.pdf](http://eeweb.poly.edu/~yao/EE4414/digitalTV_transmission.pdf)

Las señales de control se insertan en el bastidor de una manera particular entre los segmentos. Los canales TMCC y AC se insertan en portadores distintos para disminuir los efectos causados por el multitrayecto.

La señal de CP se transmite en el portador más alejado a la izquierda del espectro, es decir, el portador de frecuencia más baja. Su función es proporcionar al receptor una referencia para la ejecución de la demodulación diferencial. El piloto disperso (SC) se introduce siempre en la portadora 0 en cada segmento y es responsable de transmitir una secuencia para una referencia de sincronismo.

### 2.6.18.2 Configuración para la modulación síncrona

Los esquemas de modulación síncronos utilizados para la transmisión de datos en el estándar ISDB-T son: QPSK, 16-QAM y 64-QAM. A diferencia del cuadro para la modulación diferencial, las señales SP se insertan en el cuadro síncrono en cada 12 portadoras y en cada cuatro símbolos dentro de la misma portadora. Esta disposición asegura el sincronismo de la información en el receptor. Los canales TMCC y AC1 también se insertan en portadores distintos en los segmentos. El canal AC2 sólo está disponible en el marco que utiliza la modulación diferencial.

### 2.6.18.3 La señal piloto del SP

El SP es una de las señales piloto estándar ISDB-T, y está formado por una secuencia pseudoaleatoria. Esta secuencia es generada por un registro de desplazamiento, como se muestra en el gráfico 31-2. A pesar de las señales SP de todos los segmentos generados por el mismo registro, son diferentes. Esto sucede porque cada segmento tiene un valor de estado inicial diferente, que proporciona secuencias distintas.

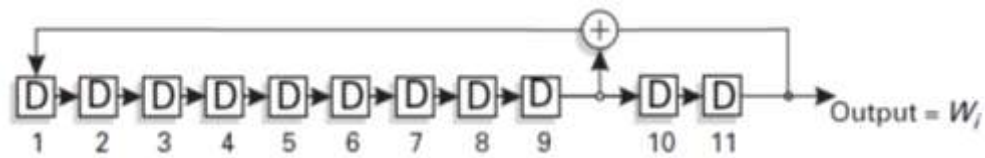


Gráfico 31-2 Generador de la pseudo - secuencia aleatoria

Fuente: recuperado, [http://eeweb.poly.edu/~yao/EE4414/digitalTV\\_transmission.pdf](http://eeweb.poly.edu/~yao/EE4414/digitalTV_transmission.pdf)

La señal SP tiene la función de asegurar el sincronismo para los segmentos que utilizan la modulación síncrona. El esquema de modulación utilizado en estos canales es BPSK.

### 2.6.18.4 La señal piloto del CP

Al igual que la señal SP, la señal piloto del CP es modulada BPSK. Su función es servir de referencia para los segmentos que utilizan la modulación diferencial. Esta señal es constante en el tiempo y se define de acuerdo con el valor de  $W_i$ .

#### *2.6.18.5 La Señal TMCC*

La señal TMCC es una señal piloto modulada por el esquema DBPSK, y utiliza la señal de referencia  $W_i$ . Esta señal es responsable de llevar información sobre la configuración de cada segmento de tal manera que el receptor sabe cómo desmodularla y decodificarla.

## CAPÍTULO III

### 3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente trabajo se detalla específicamente que tipo de metodología se ha utilizado en la investigación, así si mismo que métodos y técnicas de investigación se desarrollaron en el presente trabajo.

- Por el nivel de profundidad es de tipo: DESCRIPTIVO.
- Por la secuencia de estudio es de tipo: TRANSVERSAL.
- Por el tipo de datos por analizar es de tipo: CUALITATIVO.
- Por las condiciones de estudio es de: DOCUMENTAL.
- Por la utilización del conocimiento es de tipo: APLICATIVO.
- Por la rigurosidad del método implementado es de tipo: NO EXPERIMENTAL.

#### 3.1 Tipo de investigación

El alcance del Diseño de una Infraestructura de Televisión Digital Terrestre con el Estándar ISDB-Tb, es en primera instancia exploratorio donde se examinó y estudio el desarrollo de la Televisión digital Terrestre en el Ecuador pero lo indague desde un enfoque más local y regional, el estudio exploratorio me permitió identificar tendencias de canales de televisión y posteriores investigaciones que se puedan realizar.

Al ser una investigación descriptiva se busco especificar las características y funcionamiento del estándar ISDB-Tb de televisión digital terrestre y su aplicación en el Ecuador, determinando los requerimientos técnicos e infraestructura necesaria para la implementación de un canal de televisión digital.

#### 3.2 Diseño de la investigación

Para responder los objetivos y alcanzar las interrogantes se planteó un diseño no experimental, donde se limitó a la observación de fenómenos tal y como suceden en el contexto legal y técnico de



implantación de televisión digital terrestre para después analizarlos, la investigación transeccional permitió recolectar datos en un solo momento o simplemente en un solo tiempo, analizando y describiendo las variables dadas en un momento de tiempo. El diseño básicamente fue transeccional descriptivo, ya que muestro un panorama sobre el estado actual y futuro del tema a investigar.

### 3.3 Técnicas de investigación

La técnica es indispensable en el proceso de la investigación de este trabajo, ya que permitió integrar y organizar de mejor manera la documentación necesaria para la infraestructura de Televisión Digital Terrestre en el Ecuador, mediante:

- Ordenar adecuadamente las etapas de la investigación.
- Aportar instrumentos para manejar la información.
- Llevar un control de los datos necesarios.
- Orientar la obtención de conocimientos para obtener una documentación exacta para poner una estructura adecuado de Televisión Digital Terrestre.

En cuanto a las técnicas de investigación, este trabajo se profundizo en dos formas generales: técnica documental y técnica de campo.

La técnica documental permitió recopilar información para enunciar las teorías que sustentan el estudio de los fenómenos y procesos. Incluye el uso de instrumentos definidos según la **Fuente** documental a que hacen referencia.

La técnica de campo permite la observación en contacto directo con el objeto de estudio, y el acopio de testimonios que permitan confrontar la teoría con la simulación en la búsqueda de la verdad objetiva u obtener resultados óptimos para su implementación más adelante

## CAPÍTULO IV

### 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Inconvenientes en la aplicación de Televisión Digital Terrestre

En la implementación de este sistema, contamos con inconvenientes que, aunque son simples de resolver, merecen una especial atención por parte de los consumidores, prestatarios y/o subsidiarios del servicio.

Los televisores actuales no permiten la recepción de la nueva señal digital por lo que caben dos soluciones:

- La más onerosa, aunque también la más sencilla, es la adquisición de un nuevo televisor que permita la admisión de emisiones digitales de imágenes y sonido.
- La enmienda más conveniente para percibir contenidos digitales es añadir al receptor de televisión corriente un decodificador, que convierta la señal digital en una analógica. Aunque el espectador no percibirá la cálida propia de un contenido de TVD, la mejora en la imagen será notable, y superara la que tendría el mismo programa transmitido por un canal analógico.

#### 4.2 Debilidades de la televisión analógica con respecto a televisión digital terrestre

En la actualidad existen tres relaciones ventajosas de la televisión digital terrestre en su comparación de la televisión analógica actual.

##### 4.2.1 *Mayor calidad de imagen y sonido*

La transmisión terrestre de televisión se ve afectada por dispersión de energía, zonas de sombra y reflexiones que provocan ecos.

En transmisión analógica esos problemas se manifiestan como nieve, ruido en la imagen, dobles imágenes, colores deficientes y sonido de baja calidad.

En transmisión digital, al estar la señal codificada, recibimos una imagen siempre íntegra, pero se acaba llegando al denominado abismo digital: cuando la señal no es suficiente para los circuitos decodificadores se pierde completamente la recepción.

Una recepción óptima suele necesitar menor potencia de señal que una transmisión analógica de calidad normal.

La imagen, sonido y datos asociados a una emisión de televisión se codifican digitalmente en formato MPEG-2.

La calidad de imagen y sonido transmitidos es proporcional al caudal de datos asignado dentro del flujo final transmitido por cada múltiplex.

El problema de los ecos se ha solventado en el sistema europeo aplicando la modulación COFDM.

En la Televisión Digital Terrestre el flujo binario resultante de codificar la imagen, el sonido y los datos del programa se transmite mediante miles de portadoras entre las que se reparte la energía de radiación.

Las portadoras mantienen una ortogonalidad, en el dominio de la frecuencia, su energía se sitúa en el cruce por cero de cualquier otra, lo que facilita la modulación como se muestra en la grafica 32-2.

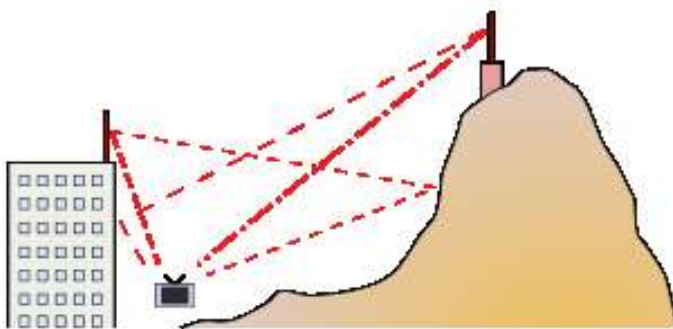


Gráfico 1-4 La duración de los bits es superior a los retardos, evitando ecos y permitiendo reutilizar las mismas frecuencias en antenas vecinas.

Fuente: [http://eeweb.poly.edu/~yao/ee4414/digitaltv\\_transmission.pdf](http://eeweb.poly.edu/~yao/ee4414/digitaltv_transmission.pdf)

COFDM: La duración de los bits es superior a los retardos, evitando ecos y permitiendo reutilizar las mismas frecuencias en antenas vecinas.

Se divide el flujo de datos binarios en miles de sub-flujos de datos a muy baja velocidad y por tanto elevada duración de bit.

Se emite durante un tiempo útil seguido de una parada o tiempo de guarda.

Durante el tiempo útil todos los transmisores están sincronizados y emiten en paralelo una parte de bits del flujo binario.

De esta manera, en entornos urbanos, las interferencias no degradan sino que mejoran la potencia y relación señal–ruido de la señal recibida.

Los posibles reflexiones o rebotes de la señal en obstáculos del entorno (p. ej. edificios) hacen que las señales se superpongan sumando potencia y mejorando la relación de señal a ruido.

Además, la codificación dispone de mecanismos para la detección y corrección de errores que mejoran la tasa de error en las señales recibidas en entornos especialmente desfavorables.

#### ***4.2.2 Mayor número de emisiones de televisión***

La tecnología de televisión analógica actual sólo permite la transmisión de un único programa de televisión por cada canal UHF de 8 MHz de amplitud.

Además los canales adyacentes al que tiene lugar una emisión han de estar libres para evitar las interferencias mutuas entre las señales, que perjudicarían la calidad de la señal recibida.

De esta manera existen complejos diseños de canales usados y libres en cada región, provincia o incluso área para minimizar las interferencias, aún a costa de limitar el número de emisiones simultáneas.

La mayor capacidad de canales se consigue en Television Digita Terrestre mediante dos mejoras. Por una parte la modulación digital COFDM descrita en la sección anterior genera formas de onda

mucho más cuadradas que las analógicas, minimizando la señal de un canal que llega a los adyacentes.

Además se pueden variar ciertos parámetros de COFDM como el intervalo de guarda para asegurarse de reducir las interferencias entre canales al mínimo.

Debido a todo lo anterior es posible hacer uso de más canales UHF que en el caso de las transmisiones analógicas, y además con esta tecnología es posible el despliegue de redes SFN (Single Frequency Network), o redes de ámbito nacional donde se usa siempre la misma frecuencia para unos determinados programas.

En segundo lugar la codificación digital de los programas permite que en el ancho de banda disponible en un solo canal UHF (unos 20 Mbps en la actual configuración de TDT en España) se puedan transmitir varios programas con calidad digital similar a la de un DVD.

El número de programas simultáneos depende de la calidad de imagen y sonido deseadas, si bien en la actualidad es de cinco programas, con un uso habitual de cuatro, (lo cual da una buena calidad en imágenes con movimientos lentos, si bien en escenas de más acción se pueden apreciar fácilmente zonas de la imagen distorsionadas, que reciben el nombre de artefactos (artifacts, en inglés) debidas a la codificación digital MPEG-2 de baja velocidad).

Sin embargo la gran flexibilidad de la codificación MPEG-2 permite cambiar estos parámetros en cualquier momento, de manera transparente a los usuarios.

El bloque de cuatro o cinco canales de emisión que se emite por un canal habitual de UHF recibe el nombre de MUX (múltiplex).

El flujo binario del MUX es la multiplexación de los canales que lo componen.

La relación de flujo de cada canal multiplexado se puede regular a voluntad, lo que es equivalente a regular la calidad de los mismos.

Se puede asignar un flujo alto a una película o un evento deportivo de pago detrayendo flujo de los otros canales que componen el MUX y pueden ser de emisión abierta.

Como el flujo depende del contenido de la imagen, muchas variaciones o mucho detalle de una imagen producen más flujo el aprovechamiento óptimo del MUX, cuando todos sus componentes tienen la misma importancia comercial, se realiza mediante un control estadístico del flujo.

Un sistema inteligente estima el flujo de cada canal que compone en MUX en cada momento y va asignando mayor o menor ancho de banda según la necesidad detectada.

Lógicamente, se puede determinar, canal por canal, un ancho de banda mínimo como se ha comentado anteriormente.

#### ***4.2.3 Mayor flexibilidad de las emisiones y servicios adicionales***

En cada canal de radio se emite un único flujo MPEG-2, que puede contener un número arbitrario de flujos de vídeo, audio y datos.

Aunque varios operadores compartan el uso de un canal multiplexado (múltiple), cada uno puede gestionar el ancho de banda que le corresponde para ofrecer los contenidos que desee.

Puede (por ejemplo) emitir un flujo de vídeo, dos de audio (por ejemplo, en dos idiomas a la vez), varios de datos (subtítulos en tres idiomas, subtítulos para sordos, en un partido información con las estadísticas de los jugadores, o en una carrera automovilística información de tiempos y posiciones, etc.).

El aprovechamiento de toda esta información por parte del usuario es posible gracias a las diversas aplicaciones de que dispone el receptor TDT, en general conformes al estándar de la industria llamado MHP (Multimedia Home Platform).

Cada operador podrá desarrollar las aplicaciones que proporcionen los servicios deseados a sus clientes, y éstas se instalarán en el receptor TDT para dar acceso a dichos servicios.

Una de estas aplicaciones es la EPG (Electronic Program Guide), o guía electrónica de programas, que interpretará la información sobre programas de las emisoras y se la mostrará al usuario, dando la posibilidad (según la complejidad del receptor) de programar la grabación de programas, ver la descripción de los mismos, etc.

### 4.3 Parámetro ISDB-Tb

Tabla 1-4 Parámetros ISDB-Tb

	<b>Modo 1 (2K)</b>	<b>Modo 2(4K)</b>	<b>Modo 3(8K)</b>
<b>N° de segmentos</b>	13	13	13
<b>Ancho de banda del segmento BWs</b>	428,57 kHz	428,57 kHz	428,57 kHz
<b>Banda UHF</b>	5,575 MHz	5,573 MHz	5,572 MHz
<b>N° de portadoras</b>	1405	2809	5617
<b>Duración de los símbolos activos</b>	252 $\mu$ s	504 $\mu$ s	1008 $\mu$ s
<b>Separación de portadoras</b>	Bws/108 = 3,968 kHz	Bws/216 = 1,984 kHz	Bws/432 = 0,992 kHz
<b>Duración del intervalo de guarda (1/4, 1/8, 1/16, 1/32)</b>	63; 31,5; 15,75; 7,875 $\mu$ s	126; 63; 31,5; 15,75 $\mu$ s	252; 126; 63; 31,5 $\mu$ s
<b>Duración total de los símbolos</b>	315; 283,5; 267,75; 259,875 $\mu$ s	628; 565; 533,5; 517,75 $\mu$ s	1260; 1134; 1071; 1039,5 $\mu$ s
<b>N° de símbolos OFDM</b>	204	204	204
<b>Entrelazado interno</b>	0; 380; 760; 1520 símbolos	0; 190; 380; 760 símbolos	0; 95; 190; 380 símbolos

Realizado por: Carrión, Darwin, 2016

### 4.4 Configuración de un sistema ISDB-Tb

Tabla 2-4 Parámetros de configuración de un Sistema ISDB-Tb

<b>PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN DE UN SISTEMA ISDB-Tb</b>		
<b>PARÁMETRO</b>	<b>VALORES</b>	<b>COMENTARIOS</b>
Tamaño de FFT	1K, 2K, 4K, 8K.	Junto con GI definen el tamaño de la red SFN (hasta 75.6 Km de distancia entre TxS @6MHz). Determina el máximo rendimiento en movilidad. Influye en la máxima capacidad de transmisión del sistema en conjunto con el GI.

Intervalo de Guarda	1/4, 1/8, 1/16, 1/32	<p>Junto con FFT definen el tamaño de la red SFN (hasta 75.6 Km de distancia entre Txs @6MHz).</p> <p>Capacidad de transmisión del sistema.</p> <p>No todas las combinaciones de FFT y GI son posibles.</p>
Esquema de modulación	QPSK, 16QAM, 64QAM, DQPSK	<p>Influye en la máxima capacidad de Tx del sistema.</p> <p>Rendimiento en movilidad.</p> <p>Robustez del modo de transmisión ISDB-tb en términos de CNR.</p> <p>Complejidad en el receptor.</p>
Codificación	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	<p>Influye en la máxima capacidad de Tx del sistema.</p> <p>Rendimiento en movilidad.</p> <p>Robustez del modo de transmisión ISDB-tb en términos de CNR</p>
Capas Jerárquicas	A,B,C	Recepción fija, móvil y portable

Realizado por: Carrión, Darwin, 2016

#### 4.5 Selección de parámetros de un sistema ISDB-Tb

Entre los diferentes servicios que incluye la plataforma digital permite cualquier posibilidad de televisión de pago.

Altos tamaños de FFT permiten mayor tolerancia a retardos para una misma fracción de GI. (Posibilidad de grandes SFN).

Altos FFT también permiten una mayor capacidad para un mismo tiempo de GI.

Largos FFT tiene mayor vulnerabilidad en canales con gran variabilidad temporal y canales con altos Doppler.



Tabla 3-4 Recomendación para recepción fija portable y móvil en Ecuador

Recepción Fija	Recepción portable	Recepción Móvil
8K	8K/4K	2K/4K

Realizado por: Carrión, Darwin, 2016

#### 4.6 CONFIGURACIONES ISDB-TB RECOMENDADAS

Las configuraciones ISDB-Tb recomendadas para escenario de recepción fija en tejados:

- Topologías de red MFN y SFN para varios niveles de cobertura.
- Recomendaciones para la transición de analógico a digital

Las configuraciones ISDB-Tb recomendadas para escenarios de recepción portable y móvil:

- Topologías de red SFN para varios niveles de cobertura.
- Relativamente largo intervalos de guarda para minimizar la interferencia intra-sistema y mayor separación entre transmisores.
- El modo FFT 8k no es recomendado en estas configuraciones debido a su vulnerabilidad al efecto Doppler.

##### 4.6.1 Configuraciones ISDB-Tb recomendadas para recepción fija

###### 4.6.1.1 Escenario 1: topología MFN

Mantiene la distribución existente.

Intervalos de guarda inferiores para contrarrestar los efectos de propagación multicamino.

Tabla 4-4 topología MFN

	<b>ISDB-Tb</b>	
<b>Ancho de banda</b>	6 MHz	
<b>Tamaño de FFT</b>	8k	
<b>Intervalo de Guarda</b>	1/32 (5 $\mu$ s)	
<b>Modulación</b>	64-QAM	
<b>Tasa de codificación</b>	$\frac{3}{4}$	
<b>Time Interleaving</b>	0	
<b>CNR (Rice)</b>	19.33 dB	Apto para MFN
<b>Bit rate</b>	~19.91 Mb/s	

Realizado por: Carrión, Darwin, 2016

#### 4.6.1.2 Escenario 2: topología SFN Máxima cobertura

Se utiliza un relativamente robusto modo de ISDB-Tb.

Varios intervalos de guarda puede ser usados dependiendo de la topología de red, de la distancia entre Tx y del tipo de terreno. → afecta solo la capacidad de Transmisión.

Tabla 5-4 topología SFN Máxima cobertura

	<b>ISDB-Tb</b>	
<b>Ancho de banda</b>	6 MHz	
<b>Tamaño de FFT</b>	8 K	Modo viable para recepción fija, no tanto para móvil o portable
<b>Intervalo de Guarda</b>	1/8 (126 $\mu$ s)	Valores de 1/16 (63 $\mu$ s) puede ser usado, para aumentar la capacidad
<b>Modulación</b>	16-QAM	
<b>Tasa de codificación</b>	$\frac{2}{3}$	
<b>Time Interleaving</b>	0	
<b>CNR (Rice)</b>	14.12 dB	
<b>Bit rate</b>	~10.8 Mb/s	

Realizado por: Carrión, Darwin, 2016

4.6.1.3 *Escenario 3 a: topología SFN con radio de cobertura moderado*

Se puede utilizar ModCods menos robustos.

El intervalo de guarda puede también relajado (más pequeño), ofrece menores distancias entre transmisores a cambio de mayor capacidad.

Tabla 6-4 Topología SFN con radio de cobertura moderado

	<b>ISDB-Tb</b>	
<b>Ancho de banda</b>	6 Mhz	
<b>Tamaño de FFT</b>	4K	Modo viable para recepción fija, no tanto para móvil o portable
<b>Intervalo de Guarda</b>	1/8 (63 $\mu$ s)	Valores de 1/16 también son recomendados en orden de aumentar aun más la capacidad de Tx
<b>Modulación</b>	64-QAM	
<b>Tasa de codificación</b>	3/4	Valor a validar en pruebas de campo. Se podría cambiar a 7/8 en función de la robustez de la red en SFN
<b>Time Interleaving</b>	0	
<b>CNR (Rice)</b>	21.06 dB	
<b>Bit rate</b>	~18.25 Mb/s	

Realizado por: Carrión, Darwin, 2016

*Escenario 3 b: topología SFN con amplio radio de cobertura y alta capacidad de Transmisión.*

Esta configuración es apropiada para escenarios donde es posible crear una larga red SFN (ej: red de cobertura Nacional).

El intervalo de guarda necesario debe ser más grande comparado con los escenarios anteriormente descritos para evitar interferencias intra-sistema.

Tabla 7-7 topología SFN con amplio radio de cobertura y alta capacidad de Transmisión.

	<b>ISDB-Tb</b>	
<b>Ancho de banda</b>	6 Mhz	
<b>Tamaño de FFT</b>	8 K	
<b>Intervalo de Guarda</b>	1/4 (252 $\mu$ s)	Valores de 1/8 se pueden utilizar en función de la distancia máxima entre transmisores, para aumentar la capacidad.
<b>Modulación</b>	64-QAM	
<b>Tasa de codificación</b>	5/6	
<b>Time interleaving</b>	0	
<b>CNR (Rice)</b>	19.33 dB	
<b>Bit rate</b>	~18.25 Mb/s	

Realizado por: Carrión, Darwin, 2016

#### 4.6.1.4 Escenario 4: Portable con máxima tasa de transmisión.

Basada en un intervalo de guarda de 126 us que equivale a una distancia de hasta 37.8 Km (@6Mhz). Se busca una tasa de transmisión alta teniendo, sacrificando en cobertura.

Tabla 8-4 Portable con máxima tasa de transmisión

	<b>ISDB-Tb</b>
<b>Ancho de banda</b>	6 MHz
<b>Tamaño de FFT</b>	8K
<b>Intervalo de Guarda</b>	1/8 (126 $\mu$ s)
<b>Modulación</b>	64-QAM
<b>Tasa de codificación</b>	3/4
<b>Time interleaving</b>	4
<b>CNR (Rice)</b>	21.06 dB
<b>Bit rate</b>	~ 18.25 Mb/s

Realizado por: Carrión, Darwin, 2016

4.6.1.5 *Escenario 5: Portable con máxima cobertura.*

Se puede ampliar la distancia de cobertura utilizando un modo de transmisión más robusto.

Tabla 9-4 Portable con máxima cobertura

	<b>ISDB-Tb</b>
<b>Ancho de banda</b>	6 MHz
<b>Tamaño de FFT</b>	8K
<b>Intervalo de Guarda</b>	1/8 (126 $\mu$ s)
<b>Modulación</b>	16-QAM
<b>Tasa de codificación</b>	1/2
<b>Time interleaving</b>	4
<b>CNR (Rice)</b>	11.6 dB
<b>Bit rate</b>	~8.24 Mb/s

Realizado por: Carrión, Darwin, 2016

4.6.1.6 *Escenario 6: Portable con uso optimo del espectro.*

Esta configuración estable un compromiso entre la máxima tasa de transmisión y el máximo radio de cobertura.

Comparado con el escenario 4, este modo tan solo tiene xxx Mbit/s menos pero permite un intervalo de guarda mucho mayor (mayor separación entre transmisores).

Igual nivel de C/N es requerida que el escenario 4 (SFN con máximo radio de cobertura).

Tabla 10-4 Portable con uso optimo del espectro

	<b>ISDB-Tb</b>
<b>Ancho de banda</b>	6 MHz
<b>Tamaño de FFT</b>	8K
<b>Intervalo de Guarda</b>	1/4 (126 $\mu$ s)

<b>Modulación</b>	64-QAM
<b>Tasa de codificación</b>	3/4
<b>Time interleaving</b>	4
<b>CNR (Rice)</b>	21.06 dB
<b>Bit rate</b>	~ 16.42 Mb/s

Realizado por: Carrión, Darwin, 2016

#### 4.6.1.7 Escenario 7: recepción móvil (once-seg).

Define 1 segmento de los 13 que compone ISDB-Tb para recepción móvil.

Se utilizan modos de transmisión mas robustos. Tamaños de FFT bajos para evitar ISI (Inter-Símbol-Interference)

Tabla 11-4 Recepción móvil (once-seg).

	<b>ISDB-Tb</b>
<b>Ancho de banda</b>	6 MHz
<b>Tamaño de FFT</b>	2K
<b>Intervalo de Guarda</b>	1/8 (31.5 $\mu$ s)
<b>Modulación</b>	16-QAM
<b>Tasa de codificación</b>	1/2
<b>Time interleaving</b>	16
<b>CNR (Rice)</b>	11.6 dB
<b>Bit rate</b>	~ 8.24 Mb/s

Realizado por: Carrión, Darwin, 2016

#### 4.6.1.8 Escenario 8: Recepción portable y móvil utilizando transmisión jerárquica.

Este escenario describe la transmisión simultánea de servicios para recepción portable, móvil y fija simultáneamente, se utilizan diferentes capas para cada uno de los servicios deseados:

- Capa A: Recepción móvil
- Capa B. recepción portable
- Capa C: recepción fija

Tabla 12-4 Recepción portable y móvil utilizando transmisión jerárquica

<b>Ancho de Banda</b>	6 MHz		
<b>Tamaño de FFT</b>	8K		
<b>Intervalo de Guarda</b>	1/4 (126 $\mu$ s)		
	<b>CAPA A</b>	<b>CAPA B</b>	<b>CAPA C</b>
<b>Modulación</b>	QPSK	16-QAM	64-QAM
<b>Tasa de codificación</b>	1/2	1/2	3/4
<b>CNR (Rice)</b>	6.23 dB	11.61 dB	21.06 dB
<b>Bit rate</b>	~ 0.28 Mb/s	~ 2.24 Mb/s	~8.46 Mb/s
<b>Time Interleaving (TI)</b>	16	4	0
<b>N segmentos</b>	1	4	8

Realizado por: Carrión, Darwin, 2016

4.6.1.9 Escenario 9: Recepción portable y móvil utilizando transmisión jerárquica.

Orientado a movilidad, tamaño de FFT menor

Se utilizan diferentes capas para cada uno de los servicios deseados:

- Capa A: Recepción móvil
- Capa B. recepción fija

Tabla 13-4 Recepción portable y móvil utilizando transmisión jerárquica

<b>Ancho de Banda</b>	6 MHz		
<b>Tamaño de FFT</b>	4K		
<b>Intervalo de Guarda</b>	1/8 (126 $\mu$ s)		
	<b>CAPA A</b>	<b>CAPA B</b>	<b>CAPA C</b>
<b>Modulación</b>	QPSK	64-QAM	-
<b>Tasa de codificación</b>	1/2	3/4	-
<b>CNR (Rice)</b>	6.23 dB	21.06 dB	-
<b>Bit rate</b>	~ 0.31 Mb/s	~ 16.85 Mb/s	-
<b>Time Interleaving (TI)</b>	16	4	-
<b>N segmentos</b>	1	12	0

Realizado por: Carrión, Darwin, 2016



## CAPITULO V

### 5 PROPUESTA

#### 5.1 Consideración para la migración de televisión analógica a digital

Para la transición de televisión analógica de cualquier canal de televisión analógica a digital se debe considerar

Que, el artículo 16 de la Constitución de la República del Ecuador dispone que: “Todas las personas, en forma individual o colectiva, tienen derecho a:

Una comunicación libre, intercultural, incluyente, diversa y participativa, en todos los ámbitos de la interacción social, por cualquier medio y forma, en su propia lengua y con sus propios símbolos.

El acceso universal a las tecnologías de información y comunicación”.

Que, la Constitución de la República en su artículo 17 indica que:

“El Estado fomentará la pluralidad y la diversidad en la comunicación, y al efecto: ... 2. Facilitará la creación y el fortalecimiento de medio de comunicación públicos, privados y comunitarios, así como el acceso universal a las tecnologías de información y comunicación en especial para las personas y colectividades que carezcan de dicho acceso o lo tengan de forma limitada”.

Que, la Constitución de la República, preceptúa en su artículo 52 que:

“Las personas tienen derecho a disponer de bienes y servicios de óptima calidad y a elegirlos con libertad, así como a una información precisa y no engañosa sobre su contenido y características

Que, El Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia. Los sectores estratégicos, de decisión y control exclusivo del Estado, son aquellos que por su trascendencia y magnitud tienen decisiva influencia económica, social, política o ambiental, y deberán orientarse al pleno desarrollo de los derechos y al interés social. Se consideran sectores estratégicos la energía en todas sus formas, las telecomunicaciones, los recursos naturales no renovables, el transporte y la refinación de hidrocarburos, la biodiversidad y el patrimonio genético, el espectro radioeléctrico, el agua, y los demás que determine la ley.”.

Que, la Ley Orgánica de Telecomunicaciones – LOT, publicada en el Registro Oficial No. 4399 de 18 de febrero de 2015, en su artículo 142, crea la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL), como entidad encargada de la Administración, regulación y control de las telecomunicaciones y del espectro radioeléctrico y su gestión, así como de otros aspectos en el ámbito de dicha Ley.

Que, en el Título XIV de la LOT, se establece la institucionalidad para la regulación y control, versando el Capítulo II sobre la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones. Como parte de las competencias de la Agencia, y en particular de las atribuciones del Directorio (artículo 146) y de la Dirección Ejecutiva de la ARCOTEL (artículo 148), constan, entre otras:

“Artículo 148.- Atribuciones del Director Ejecutivo. Corresponde a la Directora o Director Ejecutivo de la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones: (...)

4. Aprobar la normativa para la prestación de cada uno de los servicios de telecomunicaciones, en los que se incluirán los aspectos técnicos, económicos, de acceso y legales, así como los requisitos, contenido, términos, condiciones y plazos de los títulos habilitantes y cualquier otro aspecto necesario para el cumplimiento de los objetivos de esta Ley.

Que, la Disposición Transitoria Quinta de la LOT, señala:

“La Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, dentro del plazo de ciento ochenta días contados a partir de la publicación en el Registro Oficial de la presente Ley, adecuará formal y materialmente la normativa secundaria que haya emitido el CONATEL o el extinto CONARTEL y expedirá los reglamentos, normas técnicas y demás regulaciones previstas en esta Ley. En aquellos aspectos que no se opongan a la presente Ley y su Reglamento General, los reglamentos emitidos por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones se mantendrán vigentes, mientras no sean expresamente derogados por la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones”

Que, mediante Resolución N° 084-05-CONATEL-2010 de 25 de marzo de 2010, el Ex - CONATEL resolvió:

“ARTÍCULO DOS. Adoptar el estándar de televisión digital ISDB-T INTERNACIONAL (Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial) para el Ecuador, con las innovaciones tecnológicas desarrolladas por Brasil y las que hubieren al momento de su implementación, para la transmisión y recepción de señales de televisión digital terrestre.

ARTÍCULO TRES. Disponer a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones y a la Superintendencia de Telecomunicaciones, que atendiendo las políticas dictadas por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, elaboren las Normas Técnicas, Regulaciones y Planes que se requieran para la implementación y desarrollo de la televisión digital terrestre en el territorio ecuatoriano.”.

Que, con Resolución N° TEL-268-11-CONATEL-2012 de 15 de mayo de 2012, el Ex - CONATEL modificó la atribución de la banda 698 – 806 MHz, así como la nota EQA.70 en el Plan Nacional de Frecuencias.

Que, mediante Resolución N° TEL-553-19-CONATEL-2012 de 22 de agosto de 2012, el Ex - CONATEL modificó la atribución de la banda 470 – 482 MHz, así como la nota EQA.70 en el Plan Nacional de Frecuencias.

Que, con Resolución N° RTV-596-16-CONATEL-2011 de 29 de julio del 2011, el Ex – CONATEL resolvió:

“Delegar al Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, a fin de que sea el organismo que lidere y coordine el proceso de implementación de la Televisión Digital Terrestre en el Ecuador; para lo cual, realizará todas las actividades que sean necesarias acorde con la normativa aplicable.”.

Que, mediante Acuerdo Ministerial No. 170 de 03 de agosto de 2011, el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (MINTEL), la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), la Ex - Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, crearon el Comité Interinstitucional Técnico para la Introducción de la Televisión Digital Terrestre en el Ecuador CITDT.

Que, mediante Resolución N° CITDT-2011-02-004 de 16 de septiembre de 2011, el Comité Interinstitucional Técnico para la Introducción de la Televisión Digital Terrestre en el Ecuador CITDT, aprobó los integrantes de los Grupos de Asesoría y Comités Consultivos del CITDT, dentro de los cuales consta el Grupo de Aspectos Técnicos y Regulatorios (GATR), el cual entre otras cosas, contempla dentro de su agenda mínima la Elaboración de Propuesta de Norma Técnica para la operación de la TDT.

Que, en el Registro Oficial N° 22 de 25 de junio de 2013, se publicó la Ley Orgánica de Comunicación, en la cual se señala que la administración para el uso y aprovechamiento técnico del espectro radioeléctrico la ejercerá el Estado central a través de la Autoridad de Telecomunicaciones.

Que, con Decreto Ejecutivo N° 214 de 20 de enero de 2014, se expidió el Reglamento General a la Ley Orgánica de Comunicación, y en su Artículo 83 señala:

“Distribución equitativa de frecuencias.- La distribución equitativa de las frecuencias del espectro radioeléctrico destinadas al funcionamiento de estaciones de radio y televisión de señal abierta, establecida en el Art. 106 de la Ley Orgánica de Comunicación, se realizará tomando como unidad de distribución geográfica cada área de operación independiente determinada y localizada en el territorio nacional a la fecha de expedición del presente reglamento...”.

Que, en el Registro Oficial N° 439 de 18 de febrero de 2015, se publicó la Ley Orgánica de Telecomunicaciones, la cual cita lo siguiente:

“Artículo 111.- Cumplimiento de Normativa. Los equipos e infraestructura de las estaciones radiodifusoras de onda media, corta, frecuencia modulada, televisión abierta y sistemas de audio y video por suscripción deberán instalarse y operar de conformidad con lo dispuesto en la normativa que para el efecto emita la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones.(...)

Artículo 142.- Creación y naturaleza.

... La Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones es la entidad encargada de la administración, regulación y control de las telecomunicaciones y del espectro radioeléctrico y su gestión, así como de los aspectos técnicos de la gestión de medios de comunicación social que usen frecuencias del espectro radioeléctrico o que instalen y operen redes.(...)

Que, mediante memorando N° ARCOTEL-2015- ITC-C-00006 de 19 de marzo de 2015, la Coordinación Técnica de Control remitió el Informe Técnico relacionado con las pruebas de medición de las señales de Televisión Digital Terrestre en las ciudades de Quito y Guayaquil.

Que, con oficio N° MINTEL-DPTTIC-2015-0003-O de 30 de abril de 2015, el Secretario del CITDT, remite la Resolución N° CITDT-2015-01-056 de 30 de abril de 2015, con la cual el Comité Técnico de Implementación de la Televisión Digital Terrestre, resolvió aprobar la Norma Técnica de Televisión Digital Terrestre propuesta por el Grupo de Aspectos Técnicos y Regulatorios, y dispuso que la citada Norma Técnica sea notificada a la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, a fin de que dicho Organismo conozca y realice el procedimiento respectivo.

Que, en la Disposición General Primera de la LOT, se señala que para la emisión o modificación de planes o actos de contenido normativo, la ARCOTEL deberá realizar consultas públicas para recibir opiniones, recomendaciones y comentarios de las y los afectados o interesados, en forma física o por medios electrónicos; las opiniones,

sugerencias o recomendaciones que se formulen en el procedimiento de consulta pública no tendrán carácter vinculante. Dicha disposición establece además que, en todos los casos para la expedición de actos normativos, se contará con estudios o informes que justifiquen su legitimidad y oportunidad; y que la ARCOTEL normará el procedimiento de consulta pública.

Que, mediante Resolución No. ARCOTEL-2015-0036 de 02 de abril de 2015 Artículo 2, numeral d), se conformó un Equipo de Trabajo Técnico – Jurídico, encargado de elaborar los proyectos de normativa dispuestos por la LOT, el mismo que ha presentado su propuesta con memorando de la Coordinación Técnica de Regulación ARCOTEL- CTR-2015-0026-M de 01 de julio de 2015

Que, se ha realizado el procedimiento de audiencias públicas, según consta del informe que se anexa al memorando ARCOTEL-CTR-2015-0045-M de 13 de agosto de 2015. En ejercicio de sus atribuciones.

## **5.2 Descripción de la propuesta para el diseño de la red de tdt bajo el estándar ISDB-Tb**

Luego del análisis de la “NORMA TÉCNICA DE RADIODIFUSIÓN DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE”, se presenta un diseño genérico de una Arquitectura para la transmisión de Television Digital Terrestre, para el desarrollo del proceso de digitalización en un canal de televisión, se elabora un plan identificado los requerimientos necesarios para este trabajo de investigación; básicamente los sistemas de transmisión de radiofrecuencia se compone por tres elementos: Transmisor, Línea de transmisión y la Antena, dichos componentes son necesarios para la transmisión de televisión digital terrestre.

Actualmente, las cadenas de Televisión del país disponen de una infraestructura híbrida, esto es, transmiten en analógico, pero todo el procesamiento es digital SDI (Serial Digital Interface). Todos los equipos digitales son conmutables de 270 Mbps/4:3 a 360 Mbps/16:9.

Los canales regionales y locales en cambio, tienen toda su infraestructura en analógico, lo que les obligaría a cambiar toda su infraestructura cuando se de la transición hacia la TV digital.

El costo de inversión para cambiar totalmente un canal de televisión es muy alto, es así que se deben re-potenciar los equipos existentes en las instituciones televisivas y paulatinamente llegar a un cambio total para memorar la inversión, recordando que eso es un parchee parcial para bajar costos en la implementación de Televisión Digital Terrestre.

En el gráfico 1-5 se muestra una infraestructura existe de televisión analógica

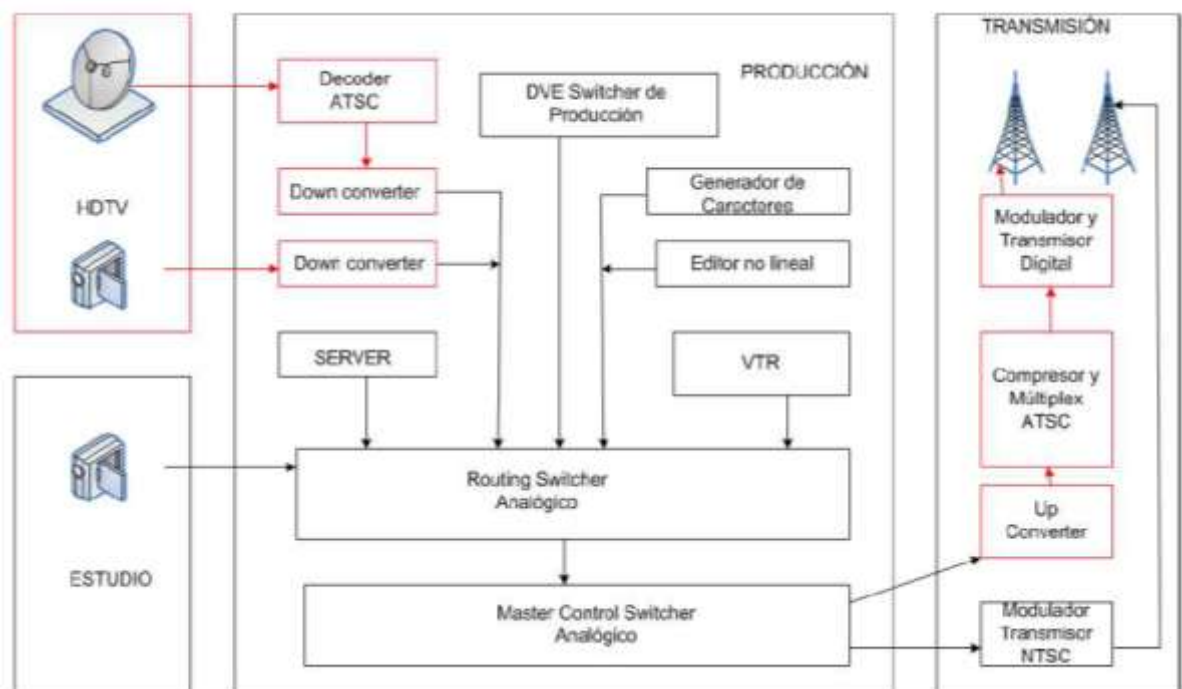


Gráfico 1-5 Imagen Infraestructura analógica existente y adaptación para HDTV

Realizado por: Carrión, Darwin, 2016

Este sistema es similar a la mayoría de los sistemas de televisión regional y local que están funcionando actualmente. Este ejemplo es el más simple y se trata de aprovechar parte del equipamiento analógico existente, para implementar a bajo costo, la transmisión digital.

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

Se trata de lograr una mínima inversión inicial en equipos de HDTV.

En la figura 2-5, el sistema de HDTV se halla compuesto por un sistema de recepción satelital y un Estudio con su respectiva cámara (puede ser más de una). La señal satelital recibida es decodificada a través de un Decoder ATSC12, obteniéndose a la salida una señal de 1,48 Gbps en HDTV. Esta señal es convertida a una señal analógica NTSC a través del Down Converter, para poder ingresarla al Routing Switcher analógico.

El mismo proceso se realiza con la señal HDTV proveniente de las cámaras de Estudio.

El Routing Switcher es utilizado para enrutar las diferentes señales que ingresan a sus entradas. Además de la señal del satélite y de las cámaras, ingresan analógicas provenientes de un Sistema de Edición no Lineal, un Generador de Caracteres, un Server y una Videgrabadora (VCR).

La salida analógica del Routing Switcher es conectada a la entrada del Master Control Switcher. Este equipo permite generar múltiples efectos.

El Master Control Switcher tiene dos salidas. La primera de ellas es convertida a través del Up Converter, a una señal digital de HDTV.

El Up Converter realiza dos funciones: primero, funciona como un Decoder, o sea que convierte la señal analógica a una señal SDI. Segundo, convierte la señal SDI de 270 Mbps a una señal de 1,48 Gbps de HDTV. Esta señal es comprimida y multiplexada a través del Compresor y Múltiplex de Transporte en HDTV en el estándar ATSC.

La salida del Múltiplex es conectada a la entrada del modulador 8-VSB. El flujo digital modulado excita al transmisor digital y la salida de este mediante la Línea de Transmisión es conectada a la antena transmisora.

La segunda salida del Master Control Switcher ingresa al modulador analógico y la salida de este excita al transmisor. La salida del transmisor es conectada a la antena mediante una Línea de Transmisión.

En esta estructura, la inversión inicial a realizar es mínima. Aún con la pérdida de calidad que significa la conversión de la señal analógica a digital HDTV, es una buena opción para comenzar las emisiones de HDTV. Este tipo de infraestructura es la que más se adecúa a las estaciones de TV regionales y locales que actualmente tienen todos sus equipos analógicos



### 5.3 Infraestructura digital existente

En el grafico 2-5 se presenta el esquema de una planta de TV que está emitiendo actualmente en analógico, pero todo el procesamiento es digital SDI. Todos los equipos digitales son conmutables de 270 Mbps/4:3 a 360 Mbps/16:9. Equipos para estudio (set).

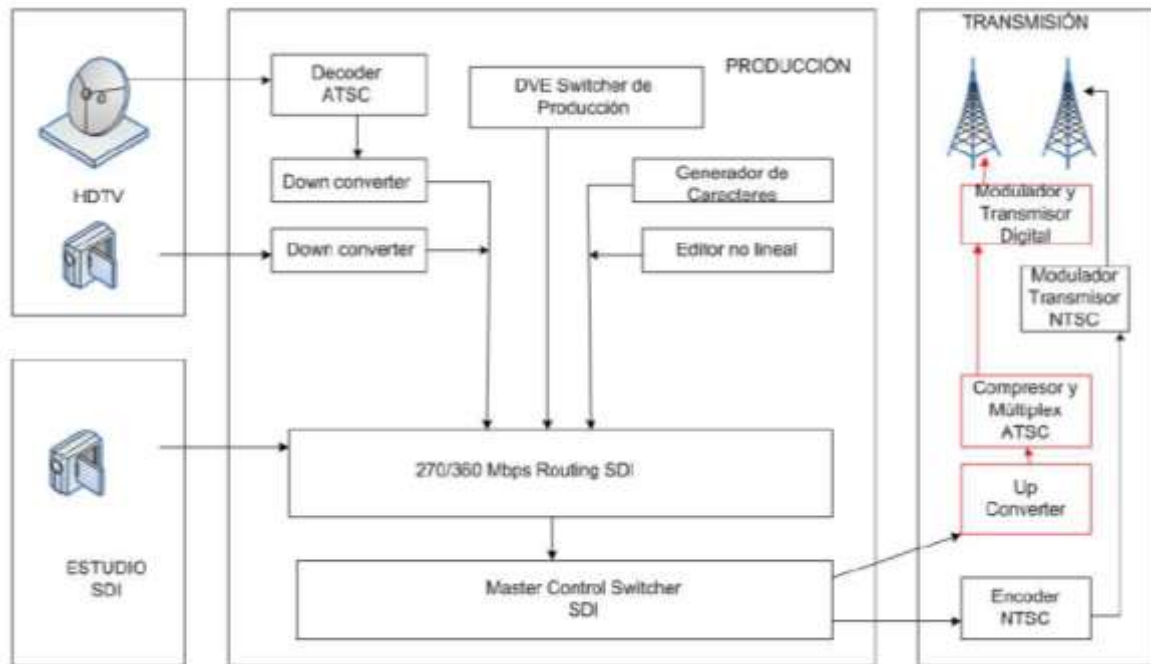


Gráfico 2-5 Esquema de una planta de TV analógica

Realizado por: Carrión, Darwin, 2016

El nuevo sistema de HDTV se halla compuesto por un sistema de recepción satelital y un estudio de HDTV. La señal recibida del satélite es decodificada a través de un Decoder ATSC, en cuya salida se tiene una señal digital de 1,48 Gbps en HDTV. Esta señal es ingresada al Routing Switcher luego de ser convertida mediante un Down Converter. Un segundo Down Converter se utiliza con las señales digitales provenientes de las cámaras de estudio. En este caso ambos Down Converters convierten la señal de HDTV de 1,48 Gbps a una señal SDI de 270 Mbps.

Al igual que en el caso anterior, al Routing Switcher digital también ingresan, además de la señal satelital y del estudio de HDTV, las señales provenientes de un Sistema de Edición no Lineal, de un generador de Caracteres y de un Switcher de Producción.

La salida digital del Routing Switcher es conectada a la entrada del Master Control Switcher.

La señal SDI de la primera salida del Master Control Switcher, mediante un Up Converter, es convertida de SDI – 270 Mbps a una señal de 1,48 Gbps – HDTV. Esta señal es comprimida y multiplexada para luego excitar al Modulador 8- VSB. La salida modulada es conectada al Transmisor Digital, y la salida de éste, se conecta a la antena transmisora, mediante la Línea de Transmisión.

La señal de la segunda salida del Master Control Switcher, ingresa a un Encoder NTSC. Este equipo convierte la señal digital SDI a una señal analógica NTSC. Esta señal excita al modulador y la salida de éste es conectada al Transmisor. La salida de RF del Transmisor, es conectada a la antena transmisora mediante la Línea de Transmisión.

A pesar de que no explota por completo la tecnología de HDTV, este segundo esquema es una opción de transición interesante ya que requiere un mínimo costo de inversión, pues se aprovecha parte de la infraestructura SDI existente.

Este sería el esquema apropiado para las cadenas de TV nacionales, puesto que ya disponen de procesamiento digital, pero transmiten en analógico.

### **INFRAESTRUCTURA EN HDTV**

El Grafico 3-5 muestra el diagrama en bloques de una infraestructura en HDTV.

Esta es la solución más apropiada para transmitir una programación en HDTV. Es la más costosa, debido a que todo el equipamiento es de HDTV y debe adquirirse por completo, pero es la solución ideal ya que se consigue la más alta calidad de imagen en producción y emisión.

La segunda salida del Master Control Switcher ingresa al Encoder ATSC (Compresor y Múltiplex). El flujo de transporte así obtenido excita al Modulador, y la salida de éste se conecta al Transmisor Digital. La señal de RF de salida del Transmisor, es conectada a la Antena Transmisora mediante la Línea de Transmisión. De esta manera se transmite el programa digital en HDTV.

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

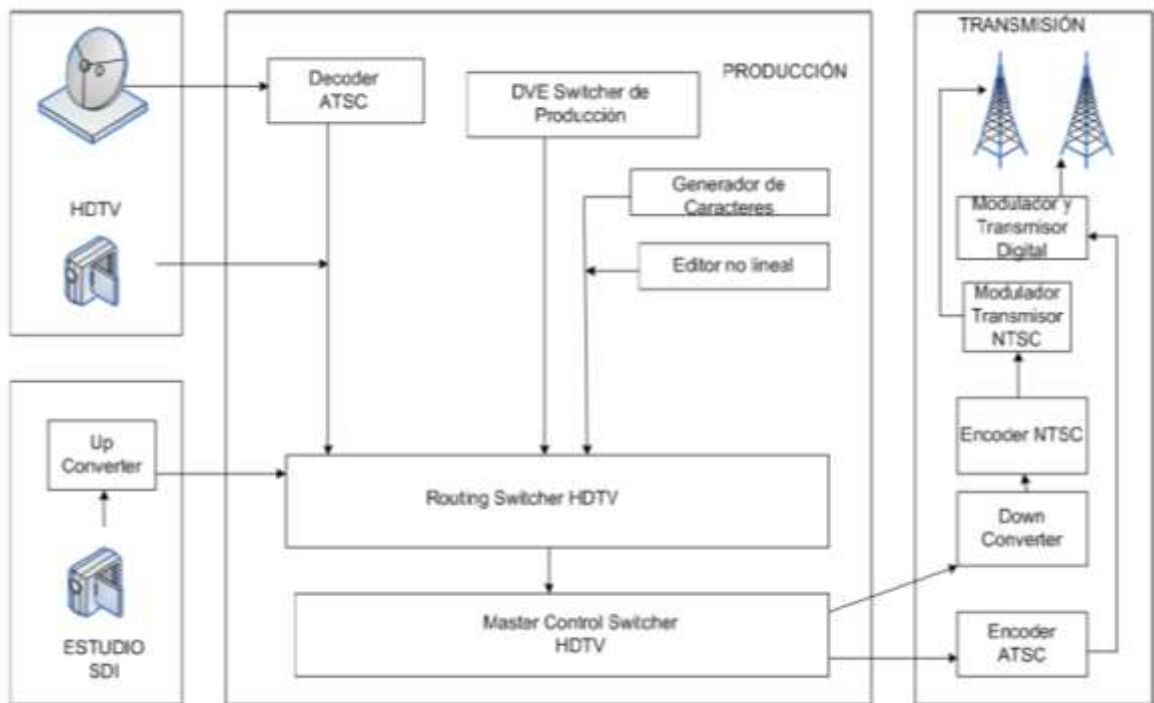


Gráfico 3-5 diagrama en bloques de una infraestructura en HDTV

Realizado por: Carrión, Darwin, 2016

### 5.3.1 Infraestructura LAN

La infraestructura de red, se ajusta estrictamente a las normas de cableado estructurado vigentes, con la única diferencia que debe manejar, al menos Gigabit Ethernet, preferiblemente debe manejar 10 Gigabit Ethernet, esto debido al tamaño de datos que se manejan.

La relación entre tiempo de video y capacidad de almacenamiento, se la consigue de la siguiente manera:

Un sólo cuadro digitalizado con 24 bits de profundidad (8 para cada uno de los canales R, G y B) ocupa aproximadamente 1,25 Mb (720 x 576 x 24). Esto significa que un segundo de vídeo digital ocupa 37,50 Mb (1,25 x 30) y 1 minuto 2,25 Gb.

En comparación, el audio digital requiere aproximadamente 650 Mbps por hora, es decir, una relación 120:1.

Una nota periodística promedio ocupa tres minutos, y un programa de noticias promedio presenta 10 notas. De acuerdo a las fórmulas anteriores, el almacenamiento requerido para estas 10 notas será:  $2,25 \times 3 \times 10 = 67,5$  Gb.

Transportar esta cantidad de material por una LAN “normal” (10/100 Mbps) resulta engorroso, y nada aceptable para transmisiones en tiempo real. Es por esto, que la red debe ser por lo menos Gigabit Ethernet,

También, se debe implementar VLans para separar el tráfico de datos, del tráfico de media.

Debido a la cantidad de espacio de almacenamiento requerido por el material de video y audio, éste debe ser almacenado en una SAN (Storage Area Network) por lo que el diseño de la red debe prever la interconexión LAN – SAN, y proporcionar las debidas seguridades.

Bajo estas condiciones, el grafico 4-5 muestra el esquema de cómo debe implementarse un canal de Televisión Digital con el estándar ISDB-TB

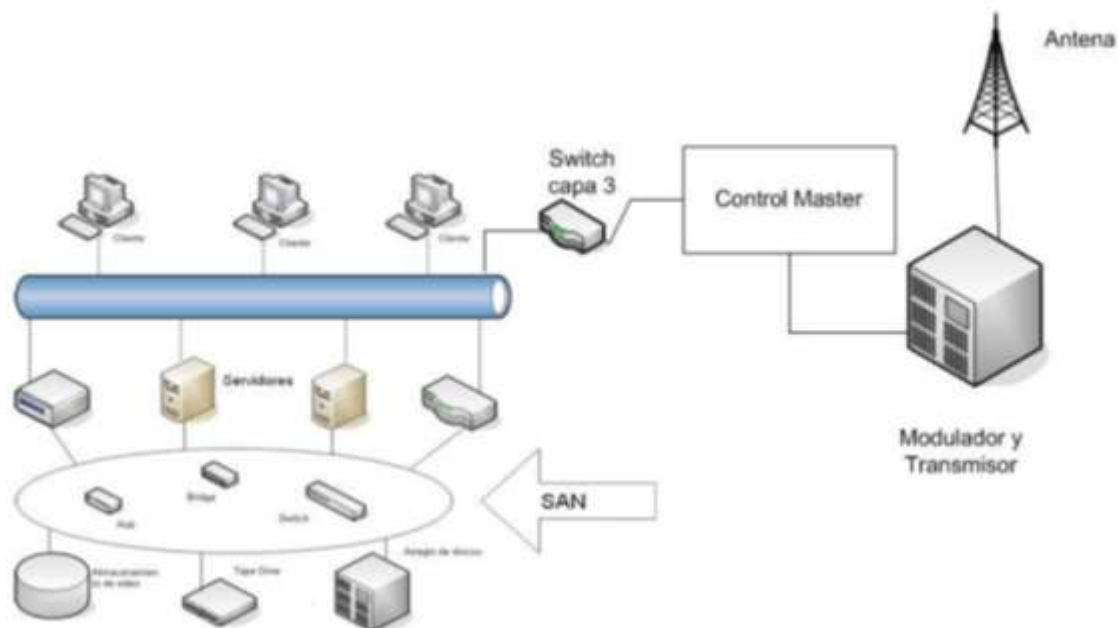


Gráfico 4-5 Esquema de un canal de televisión digital con el estándar ISDB-Tb

Realizado por: Carrión, Darwin, 2016

#### **5.4 Diseño de una arquitectura para la transmisión de TDT en la ciudad de Guaranda y municipios colindantes.**

Para realizar el proceso de digitalización del canal Universitario de la Universidad Estatal de Bolívar se plantea en primera instancia el equipamiento, y modificación de los equipos del estudio televisivo que cuenta la escuela de Comunicación Social, para una cobertura mínima de 25Km de distancia.

Se utilizara un sistema de transmisión de radiofrecuencia que está compuesto básicamente por tres elementos: Transmisor, Línea de transmisión y la Antena los mismos que serán adquiridos para transmitir Televisión Digital Terrestre.

La Escuela de Comunicación Social para sus prácticas posee equipos analógicos en el área de producción y programación los mismos que se pueden adaptándoles hasta que sean remplazados paulatinamente, hasta que el apagón analógico se dé completamente en el Ecuador

Se detallan todos los equipos requeridos para la implementación de Televisión Digital Terrestre.

##### **Equipos para estudio**

Las cámaras que tiene la Universidad poseen características de SD (Standart Definition) y HD (High Definition), el teleprompter y monitores son adecuados para la transmisión en TDT.

##### **Equipos para el control master**

- **Área de producción**

La transmisión de Televisión Digital Terrestre deben poseer equipos como consola de audio, mezcladores, switches de audio/video y monitores que se acoplen a esta nueva tecnología.

- **Área de transmisión**

Para la transmisión por radiofrecuencia se necesita codificador MPEG-4 (audio y video), multiplexor MPEG-2, remultiplexor, convertidor de digital a analógico, además de cables, antenas, transmisor para el enlace de microondas y para el sistema radiante.

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

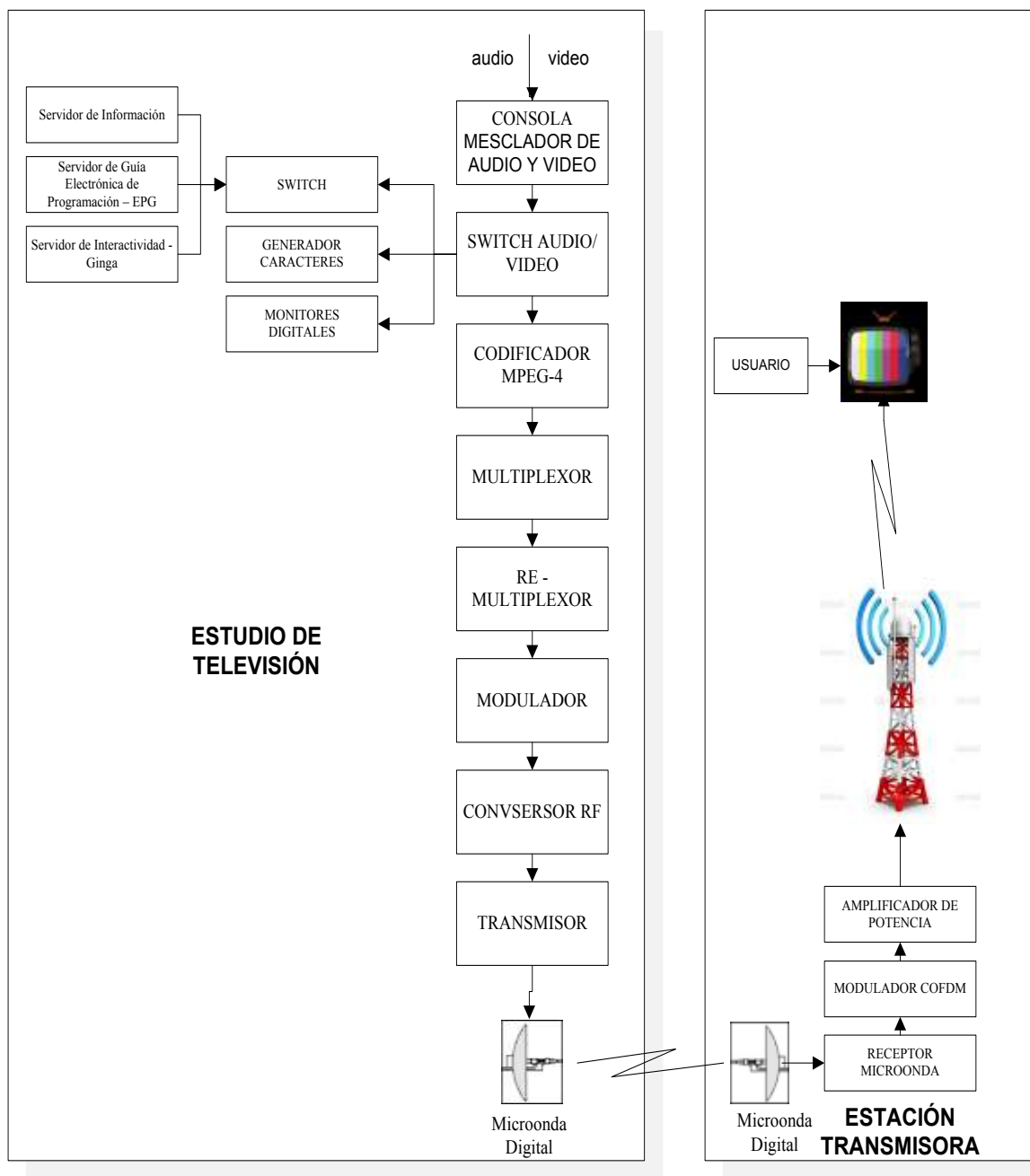


Gráfico 5-5 Arquitectura para la Transmisión de TDT

Realizado por: Carrión, Darwin, 2016

El proceso para la transmisión televisión en formato digital inicia con la obtención de las señales de audio y video generadas por los micrófonos y cámaras. Las señales de audio son recibidas por la mezcladora, para ser enviadas al Switcher; mientras tanto las señales de video ingresan directamente al equipo.

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

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

Las señales de video y audio enviadas desde el Switcher son codificadas y comprimidas bajo el estándar ISDB-Tb; a la salida del Encoder se obtiene un TS con la información para la transmisión de señales en HD.

Los contenidos adicionales como: información extra, subtítulos y aplicaciones interactivas son enviados en un TS desde el servidor hacia el Multiplexor, este elemento se encarga de generar un BTS; que no es nada más que un flujo único de datos conteniendo la información de video, audio y contenidos adicionales, el BTS es recogido por el equipo destinado a realizar el enlace microonda desde la estación hacia el transmisor principal.

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

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

### 5.4.1 Presupuesto

En base al diseño presentado se cotiza los componentes necesarios para la infraestructura adecuado de Televisión digital terrestre, para la transición de televisión analógica a televisión digital terrestre de un canal Local en UHF, para que se pueda realizar un cambio en su infraestructura actual, en el área de transmisión; considerando dos puntos importantes: el estándar adoptado por nuestro país ISDB-Tb y el tipo de señal que se va a transmitir en HD.

Tabla 1-5 Propuesta equipos y costo sistema de transmisión digital

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. TOTAL
1	<p><b>Transmissor TV Air Cooled Multimode, 1.25 kWrms Digital SYES</b> compuesto por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 PCM DRIVER(ISDB-Tb)</li> <li>• 1 Modulo HPA SLIM5</li> <li>• RECEPTOR SAT embebido</li> <li>• RECEPTOR GPS embebido</li> </ul> <p><b>Inputs:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dual ASI (Digital)</li> <li>• Hitless input switching (SFN)</li> <li>• Receptor Satelital DVB-S/S2</li> </ul> <p><b>Frequency ref:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Built-in high stability OCXO</li> <li>• Input for optional external source</li> <li>• Built-in GPS receiver</li> <li>• Front-panel display &amp; SNMP/HTTP for direct &amp; remote equipment control.</li> <li>• Filtro de mascara critica de 8 cavidades analógicas/Digital, ISDB-Tb inclusive de acoplador direccional y muestras.</li> <li>• Rack Frame</li> <li>• Doble Driver PCM KIT</li> </ul> <p style="text-align: right;">PRECIO NETO EN ECUADOR:</p>	81.824,00
1	<p><b>ARREGLO DE 6 ANTENAS TIPO PANEL UHF - SIRA. (polarización elíptica ) UHF.</b> Incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribuidor de 6 vías con entrada tipo Flange EIA 7/8".</li> <li>• 6 cables de Interconexión de 1/2".</li> <li>• Herrajes galvanizados y Codos 90° 3 1/8".</li> <li>• Ganancia 29.35dBd</li> </ul> <p style="text-align: right;">PRECIO NETO EN ECUADOR:</p>	27.042,00



1	<b>ACCESORIOS DE INSTALACIÓN SISTEMA DE TRANSMISIÓN Y SISTEMA RADIANTES</b> que incluye : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementación de 60 m. cable coaxial de transmisión a 1 5/8</li> <li>• (2) Dos conectores para cable coaxial de 15/8"</li> <li>• (2) Kit de accesorios de instalación de cable coaxial y accesorios compuesto por: hanger kit, angle kit, 2 wall roof feed thru , 2 grounding kit ,etc.</li> </ul>	PRECIO NETO EN ECUADOR: 9.726,00
<b>SUBTOTAL PUESTO EN ECUADOR:</b>		<b>\$ 118.592,00</b>

Fuente: Proforma de EcuatronicCIA. LTDA

#### 5.4.2 Sistema de microondas digitales estudios – transmisor

Tabla 2-5 Sistema de Microonda Digital

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. TOTAL
1	TRANSMISOR DE MICRONDA ELBER TX Banda 6.25-6.90 MHz ELBER, Potencia 1 Watt. PRECIO EN ECUADOR:	20.222,00
1	RECEPTOR DE MICRONDA ELBER RX Banda 6.25-6.90ELBER PRECIO EN ECUADOR:	21.102,00
1	DECODER ELBER IRD DVB-S/S2 PRECIO EN ECUADOR:	4.449,00
1	ENCONDERH.264 MD 9700, entrada HD-SDI. PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :	9020
1	MULTIPLEXOR HKL, línea ISCHIO, modelo ISMUX-004 PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR	5.200,00
2	PARABOLAS DE 4 PIES, PARA OPERAR EN LA BANDA 6.425 – 7.125 Mhz., Gain:35.89dBd PRECIO EN ECUADOR:	7.084,00
30	Guía de onda Kit de accesorios de instalación Herrajes para parábolas PRECIO EN ECUADOR:	3.684,00
2	TRANSITION UDR70 N FEMALE PRECIO EN ECUADOR :	714
<b>SUBTOTAL PUESTO EN ECUADOR:</b>		<b>\$ 71.475,00</b>

Fuente: Proforma de EcuatronicCIA. LTDA

Tabla 3-5 Equipos para el Estudio de TV digital

<b>CANT.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>P. TOTAL</b>
1	(1)SWITCHER DE VIDEO DATA VIDEO 4 CANALES MIXER DE AUDIO ZED 436 – 36 INPUTS 4 BUSS RECORDING MIXER with USB PRECIO ECUADOR :	5.815,00
1	MONITOR TELEVISOR LED 42”(49”) y CABLE HDMI PRECIO ECUADOR :	1.688,00
	<b>PRECIO TOTAL ECUADOR:</b>	<b>\$ 7.503,00</b>

Fuente: Proforma de EcuatronicCIA. LTDA

Tabla 4-5 Presupuesto Implementación TDT

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>P. TOTAL</b>
1	SISTEMA DE TRANSMISIÓN Y SISTEMAS DE MICROONDAS (ESTUDIO- TX PRINCIPAL)	<b>190.067,00</b>
3	SWITCHER, MIXER Y MONITOR	<b>168.198,00</b>
	<b>SUBTOTAL PRINCIPAL:</b>	<b>197.570,00</b>
	<b>(+) 14% IVA:</b>	<b>27.659,80</b>
	<b>TOTAL PUESTO EN ECUADOR:</b>	<b>\$225.229,00</b>

Fuente: Proforma de EcuatronicCIA. LTDA

El análisis de presupuesto para el sistema de transmisión digital con una potencia de 1250Wrms es de \$225 229.00, la cual no incluye el costo de mano de obra, esta propuesta beneficiará a aquellos receptores que se encuentran en las zonas más lejanas y que pueden verse afectados por la falta de cobertura para la recepción de TDT, además gracias a esta cobertura permitirá llegar a otras provincias.

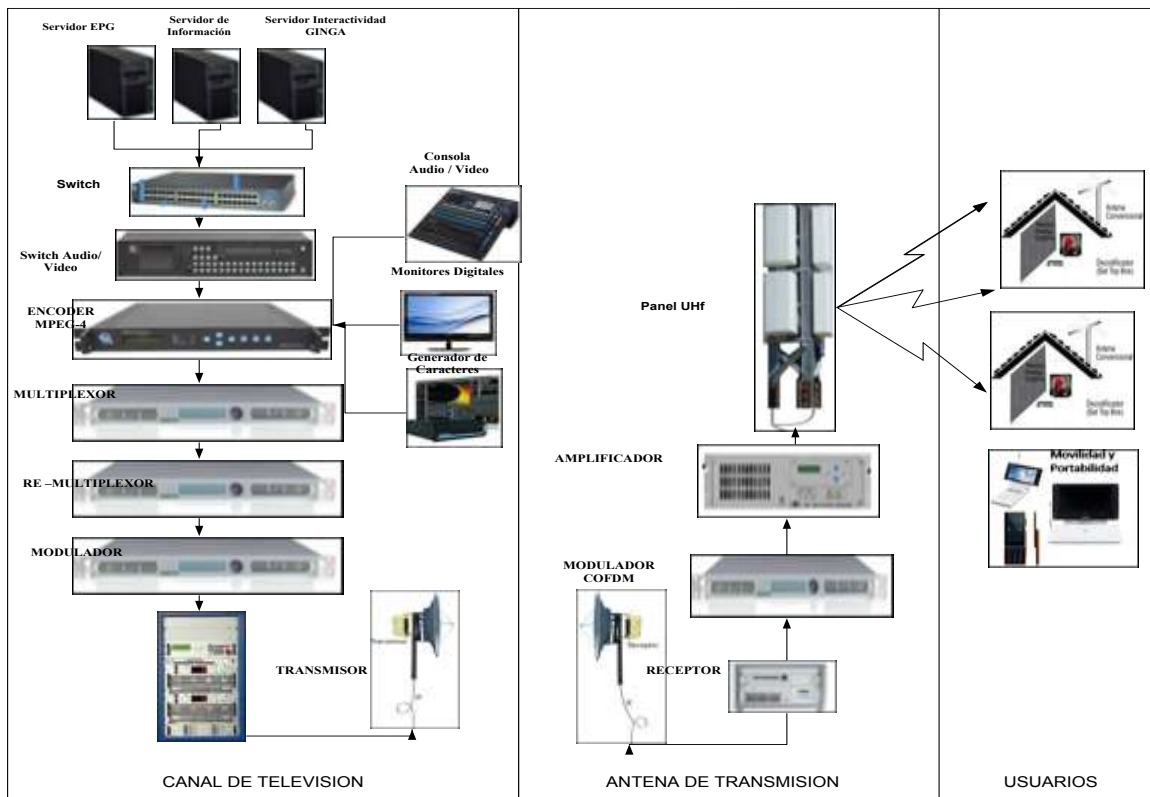


Gráfico 6-5 Arquitectura para la transmisión de TDT

Realizado por: Carrión, Darwin, 2016

## 5.5 SIMULACIÓN DE UN SISTEMA DE RADIODIFUSIÓN TDT

En este apartado nos vamos a centrar en la simulación de un sistema de radiodifusión TDT, para abastecer a la población de Guaranda y municipios colindantes como San Miguel y Chimbo. En primer lugar, ubicaremos los transmisores, luego modificaremos las propiedades de la red de trabajo y por último haremos las simulaciones tanto de Enlace de radio como de cobertura. En nuestro caso tenemos un centro emisor y un repetidor, que transmiten la señal de Televisión Digital Terrestre. El primer transmisor TV UEB, está situado en la Universidad Estatal de Bolívar y el repetidor está ubicado en la reserva Cashca Totorá. Para configurar y situar las ubicaciones de nuestros transmisores y receptores vamos a utilizar el Software Radio Mobile y los datos obtenidos de los equipos a utilizar en esta infraestructura de televisión digital mediante el estándar ISDB-Tb.

Tabla 5-5 Parámetros de operación para transmitir TDT

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

**Fuente:** Características Equipos a adquirir

### **5.5.1 Ubicación del centro emisor del TV UEB**

Lo primero que tenemos que hacer es indicar las coordenadas de longitud y latitud donde está situado el centro emisor TV UEB. Las coordenadas geográficas del transmisor son las siguientes:

- Latitud: -1,571536
- Longitud: -79,00707
- Altitud 2842.7 metros

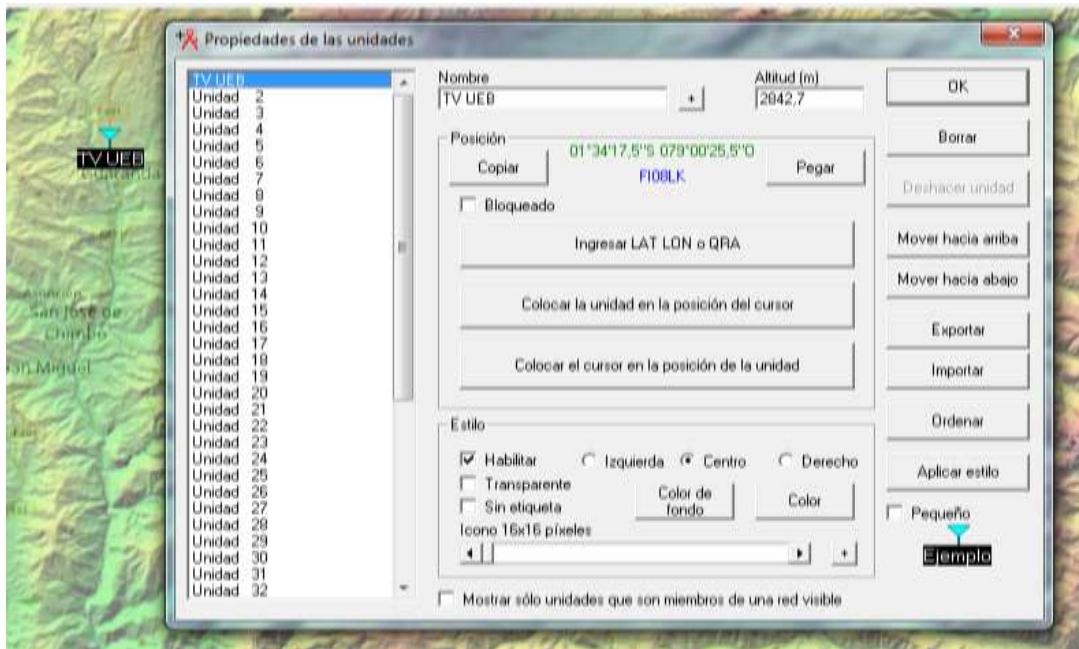


Gráfico 7-5 Propiedades de las unidades transmisoras

Realizado por: Carrión, Darwin, 2016

Nuestro transmisor está situado en la Universidad Estatal de Bolívar. Es un lugar apropiado en cuanto con altura, con 2842,7 m a nivel del mar.

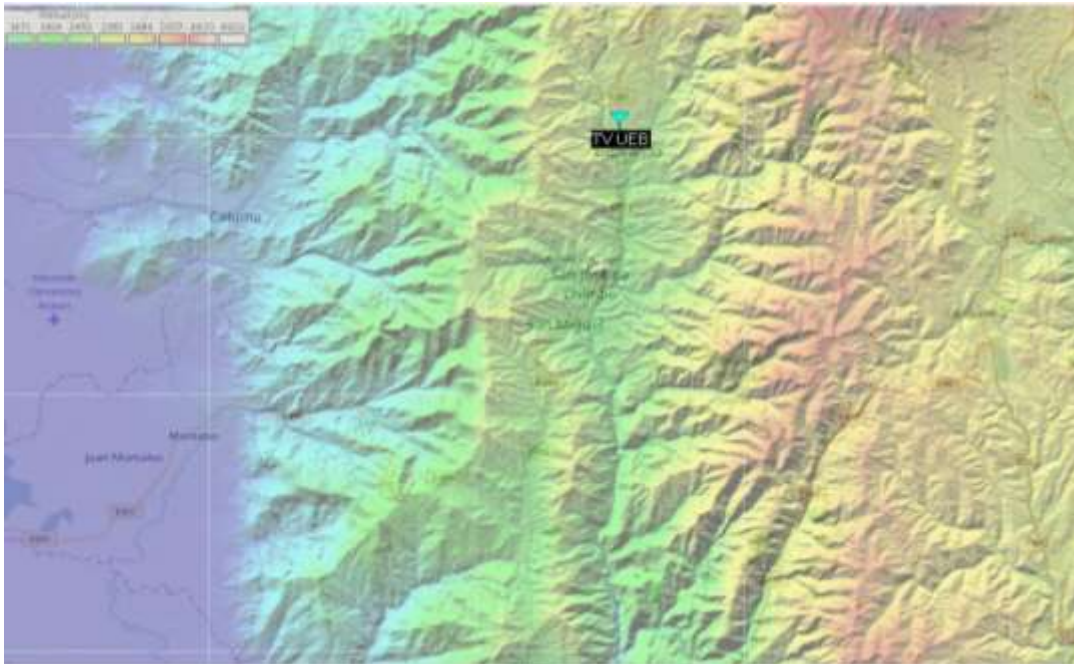


Gráfico 8-5 Localización transmisor tv ueb

Realizado por: Carrión, Darwin, 2016

### 5.5.2 Ubicación del centro emisor Cashca Totora

El transmisor está situado en la reserva CASHCA TOTORA, colindando con los municipios de San Miguel y Chimbo. El lugar donde se encuentra la torreta tiene una altitud de 3174 metros sobre el nivel del mar, propicio para la transmisión de la señal. Al igual que el primer transmisor, indicaremos las coordenadas de longitud y latitud donde se encuentra el emplazamiento del centro emisor.

- Latitud: -1,717758
- Longitud: -78,97796
- Altitud 3174 metros

En el Grafico se muestra la ubicación del transmisor del TV UEB y el transmisor en la reserva CASHCA TOTORA

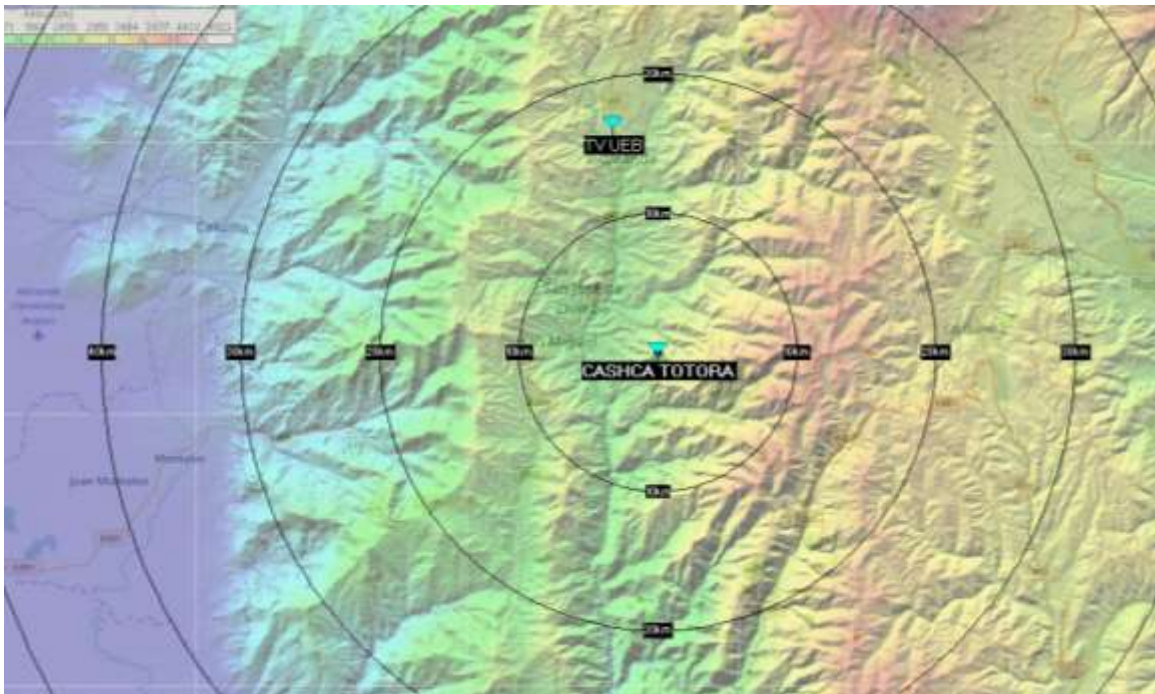


Gráfico 9-5 Ubicación transmisor Cashca Totora

Realizado por: Carrión, Darwin, 2016

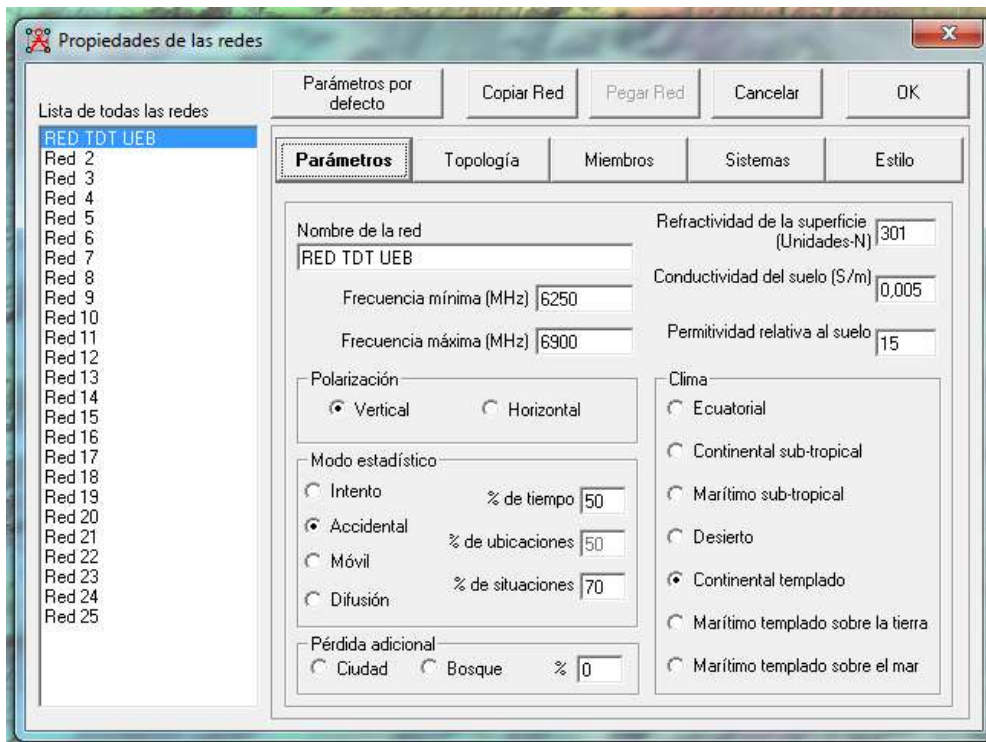


Gráfico 10-5 Configuración del sistema emisor parámetros

Realizado por: Carrión, Darwin, 2016

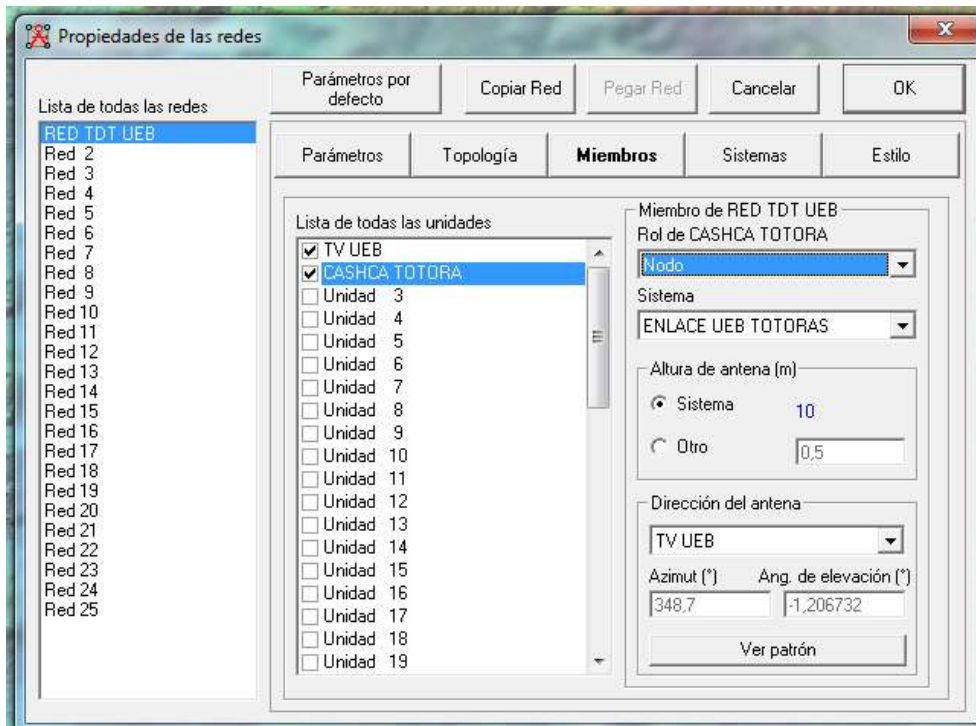


Gráfico 11-5 Configuración del Sistema emisor miembros

Realizado por: Carrión, Darwin, 2016

Configurada las propiedades de Red, Sistema y las unidades desde el centro emisor TV UEB hacia el cerro Cashca Totorá, ahora se va a analizar el enlace directo entre los dos puntos



Gráfico 12-5 Enlace directo de los transmisores TV UEB - Cerro Cashca Totorá

Realizado por: Carrión, Darwin, 2016

En el gráfico 13-5 se observa el perfil terrestre del enlace directo y por otro lado los parámetros como la distancia entre los emisores, pérdidas, ángulo de elevación, azimut. Sin embargo el parámetro que interesa es el de nivel de señal relativo (Rx relative) ya que indica si la señal que llega es suficiente para dar cobertura. También se puede observar que el enlace directo entre el transmisor de TB UEB y el repetidor ubicado en el Cerro Cashca Totorá se muestra en color verde esto significa que el nivel de señal relativo del campo es de calidad al tener un valor de 32.7dB.



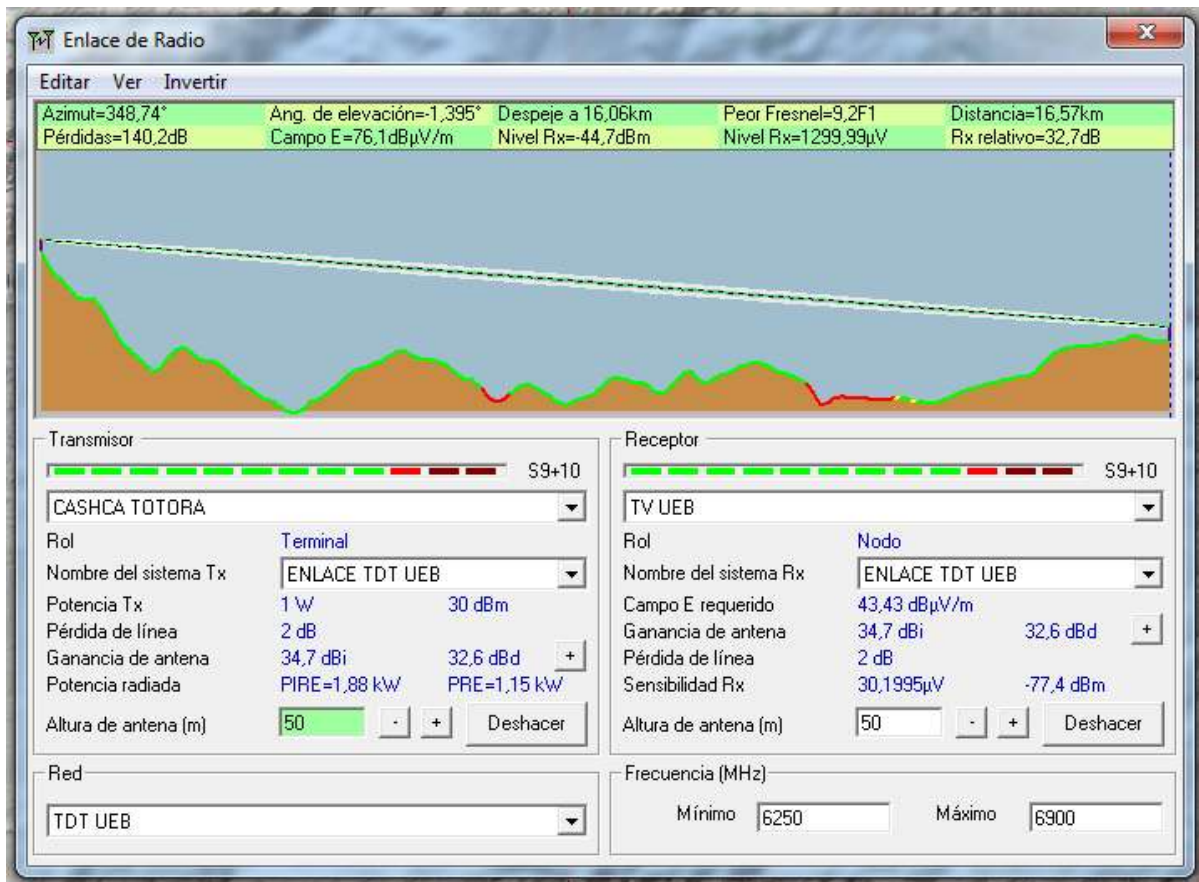


Gráfico 13-5 Enlace TV UEB - Cerro Cashca Totora

Realizado por: Carrión, Darwin, 2016

### 5.5.2.1 Configuración de la cobertura de TDT para el cantón Guaranda.

Para graficar el área de cobertura se crea a una Red (RED TDT UEB) y a un Sistema denominado Cobertura TV Digital, para cada configuración se utilizó los parámetros de operación de los equipos indicados en la tabla 5-6, se ubica la antena transmisora en una torre de 50 m de altura y a las antenas receptoras de 10 m de altura, sin embargo para efectos de simulación se utiliza una antena omnidireccional en lugar del arreglo ya que al tener varios paneles se obtienen un diagrama de radiación relativamente omnidireccional, lo que permite irradiar en 360° desde el cerro Cacha, tal como se hizo en la simulación Enlace Transmisor-Receptor

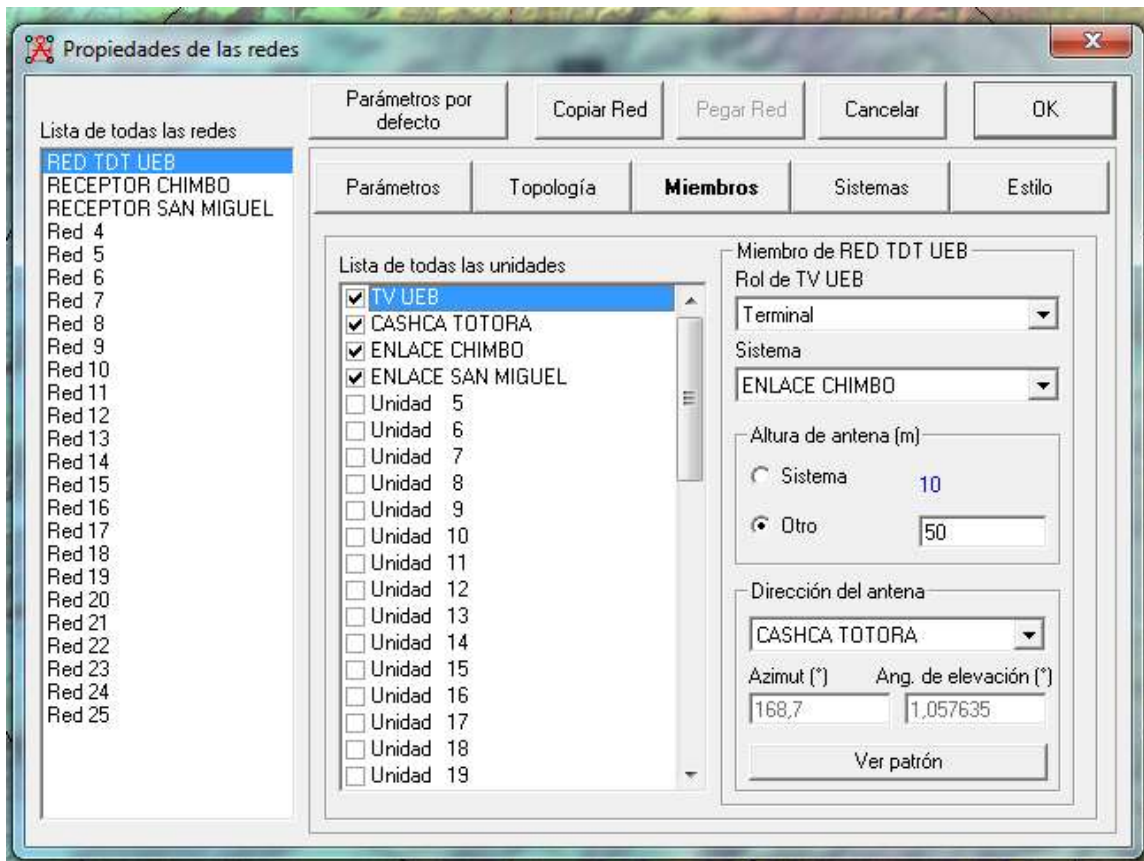


Gráfico 14-5 Simulación enlace transmisor-receptor

Realizado por: Carrión, Darwin, 2016

Después de observar los resultados de las simulaciones se puede decir que ahora todos los radioenlaces son viables ya que ahora dichos enlaces se encuentran de color verde esto significa que la señal transmitida llega hacia lugares que requería recepción, indicando que los niveles de señal son aceptables. De igual forma se realizó una tabla con los resultados de los perfiles de propagación de la red de trabajo de TDT.

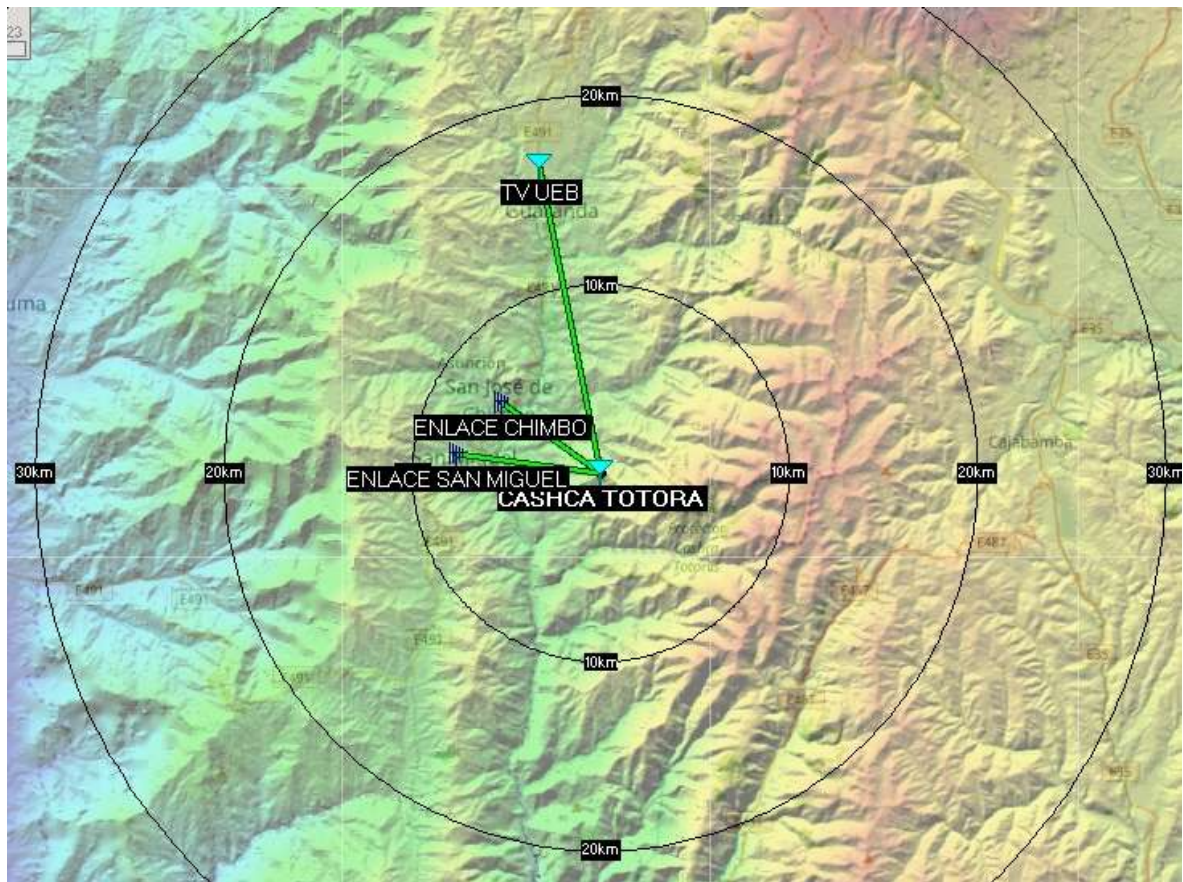


Gráfico 15-5 Radioenlaces Transmisor – Receptores para TDT

Realizado por: Carrión, Darwin, 2016

Tabla 6-5 Resultados obtenidos para los puntos de recepción de TDT

Cantones	Latitud	Longitud	Distancia Tx-Rx [Km]	Zona de Fresnel $F_1$	E[dB $\mu$ V/m]	Nivel Rx [dBm]	Rx relativo [dB]
Ra - San Miguel	-1,708191	-79,04707	7,8	11,8	74,1	-43,4	30,04
Rb - Chimbo	-1,683931	-79,02557	6,5	3,8	64,3	-53,3	24,1
Rc - Guaranda	-1,571536	-79,00707	16,6	8,8	82,9	-41,1	35,4

Realizado por: Carrión, Darwin, 2016

Como se indica en la tabla 6-5 los niveles de recepción son óptimos para las distintos municipios como Guaranda, San Miguel y Chimbo, sin embargo persisten problemas para algunas parroquias de estos municipios por la irregularidad del terreno al ser montañoso y no tener su línea de vista libre de obstrucciones se puede presentar problemas para recibir

TDT, una solución podría ser que el televidente aumente la altura de las antenas receptoras o que la estación televisiva aumente la altura de la torre donde se encuentra ubicada la antena, debido a que en aquellos lugares en donde existen zonas de sombra serán difíciles de cubrir.

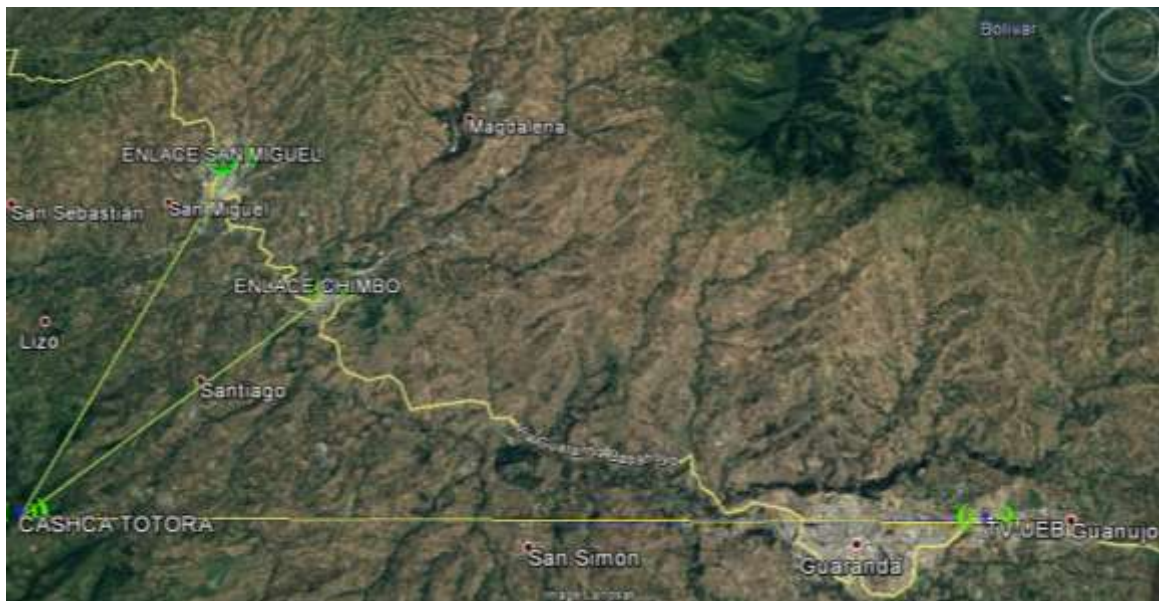


Gráfico 16-5 gráfica de la cobertura de TDT google map

Realizado por: Carrión, Darwin, 2016

Finalmente se proceden a crear la gráfica de la cobertura de TDT hacia el Cantón Guaranda, Chimbo y San Miguel, como se pudo observar en la tabla 17-5, los resultados de las simulaciones, indican que los niveles de señal son aceptables y garantizan la comunicación entre el emisor y los distintos receptores, lo cual se puede verificar a través de la siguiente figura.

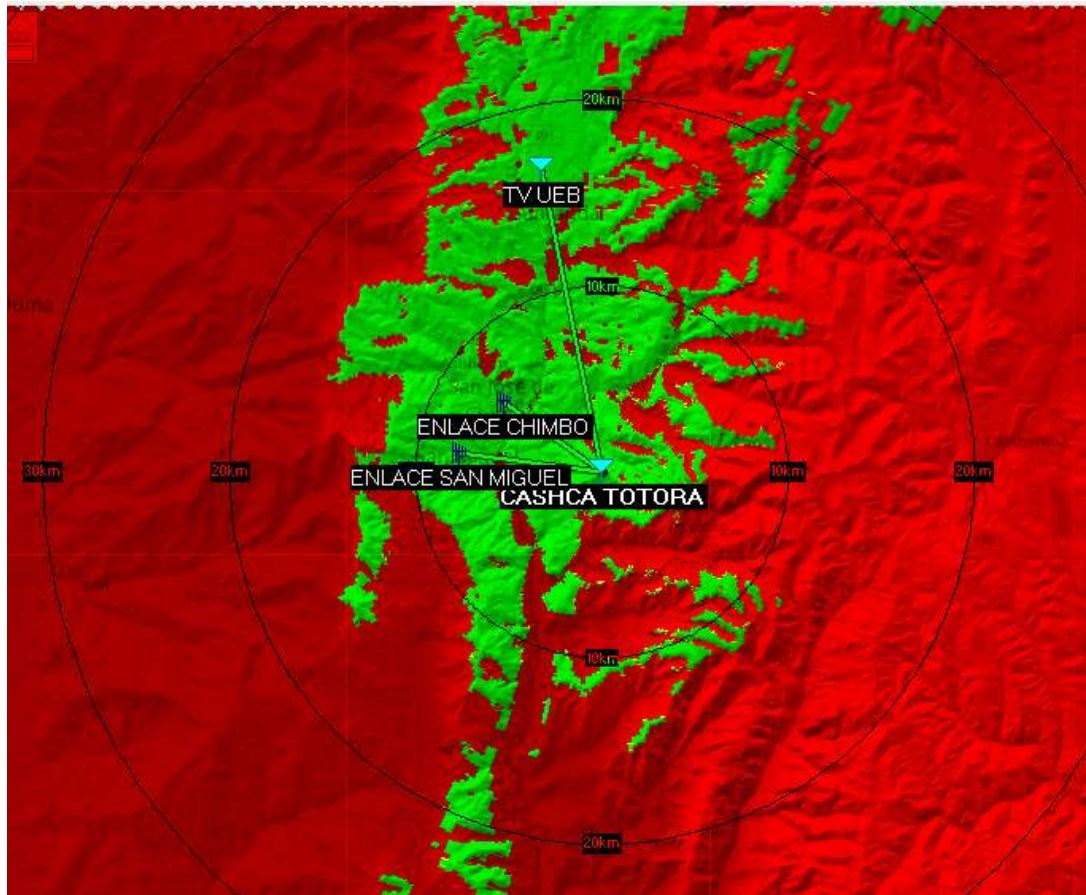


Gráfico 17-5 Alcance de cobertura de TDT hacia el Cantón Guaranda, San Miguel y Chimbo

Realizado por: Carrión, Darwin, 2016

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

La propuesta desarrollada, lamentablemente tiene una fuerte inversión económica que la mayoría de administradores de empresas de televisivas locales y regionales no están dispuesta a invertir por la saturación de nuevas tecnologías gratuitas de ver televisión. A pesar que los costos son altos no todos los equipos serán adquiridos.

Para Arcotel el 31 de Diciembre del 2018 finalizara el apagón analógico, apagón que nunca se va a dar totalmente, la falta de recursos de los empresas televisas incrementara el tiempo para que existe

dicho apagón analógico dando paso totalmente a la Televisión digital terrestre, como se muestra en el gráfico.

FASES	CIUDADES	FECHA
Fase 1	Áreas de cobertura de las estaciones que al menos cubran una capital de provincia, cabecera cantonal o parroquia con población mayor a 500.000 habitantes	31 de diciembre de 2016
Fase 2	Áreas de cobertura de las estaciones que al menos cubran una capital de provincia, cabecera cantonal o parroquia con población entre 500.000 y 200.000 habitantes	31 de diciembre de 2017
Fase 3	Áreas de cobertura de las estaciones que al menos cubran una capital de provincia, cabecera cantonal o parroquia con población menor a 200.000 habitantes	31 de diciembre de 2018

Gráfico 18-5 Fases apagón analógico.

Fuente: ARCOTEL, 2015

Los beneficios que trae esta nueva tecnología, es la curiosidad del usuario final, que tendrá que adquirir un codificado para su televisor, como se muestra en la figura, 9 de cada 10 hogares existe un televisor y el crecimiento de televisores a color es incremental.

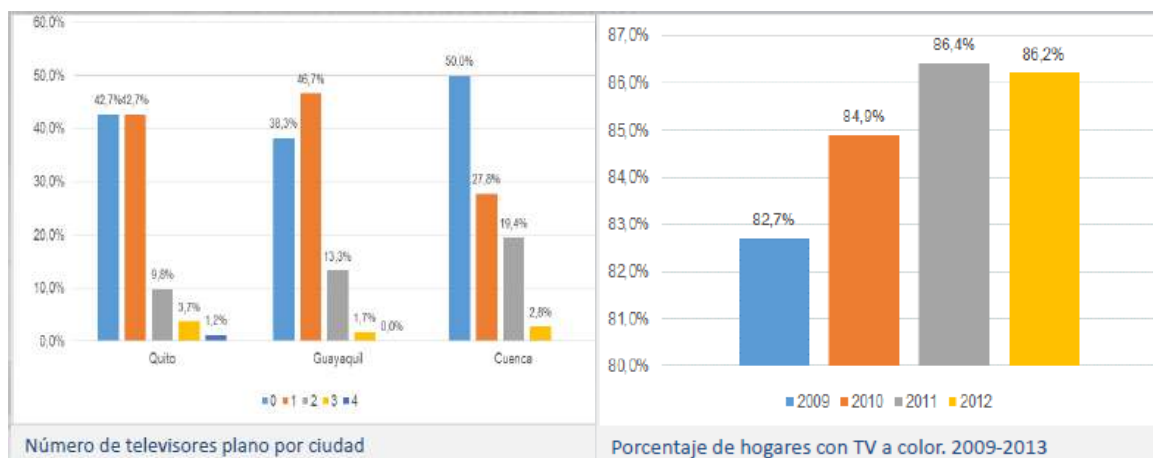


Gráfico 19-5 Numero de televisores y porcentajes de TV a colores.

Fuente: INEC, 2012; Elaboración: Imaginar, Consultoría TDT

El servicio de one-seg garantizará que la señal televisiva con convenio de operadoras celulares atraiga a usuarios nuevos con tecnología smart phone y dependerá con que servicio presta la televisora

como es t- learning, t government, t commerce, entre otros servicios que prestara televisión digital, y así poder recuperar la inversión.

## 5.6 Servicios prestados por televisión digital terrestre

Los usuarios con la implementación total en el territorio ecuatoriano de la Televisión Digital Terrestre, obtendrán una gran variedad de servicios para mejorar sus condiciones de espectador.

Los servicios integrarán aprendizaje, negocios, política, salud entre otros por medio de una canal de televisión digital con respecto a la televisión tradicional. Teniendo como finalidad que el televidente o usuario interactúe con otros usuarios por medio de una canal y la retroalimentación.

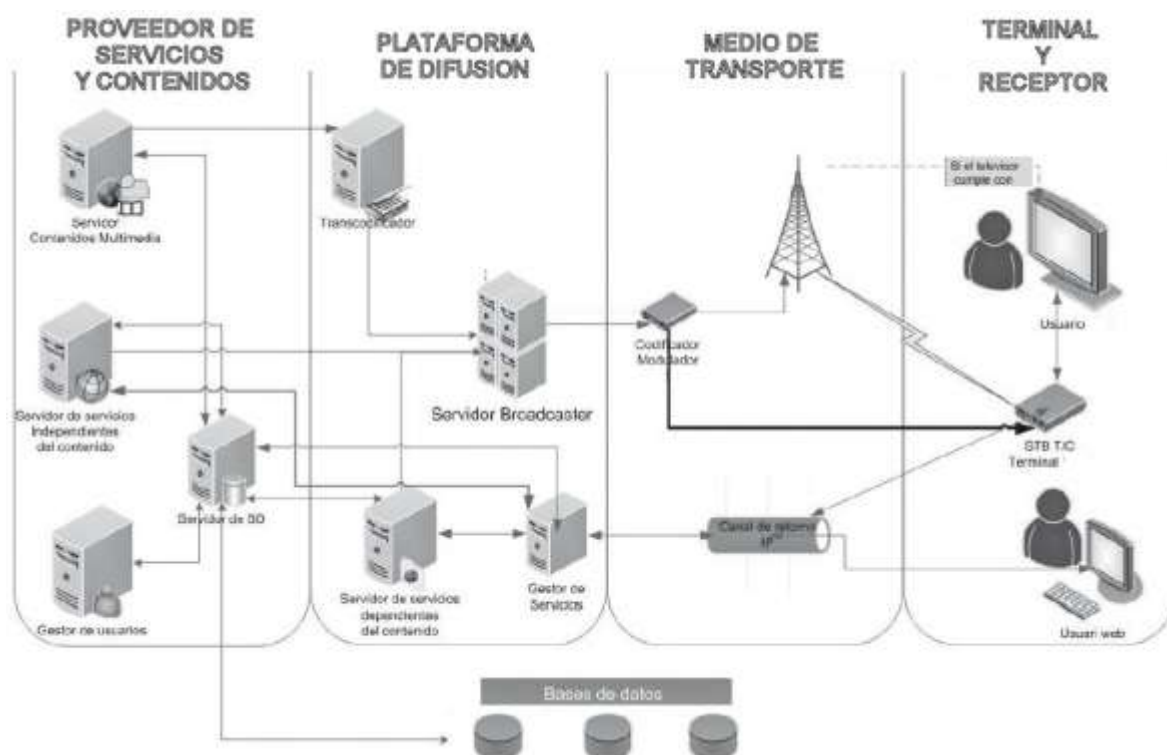


Gráfico 20-5 Arquitectura TDT y servicios y contenidos

Realizado por: Carrión, Darwin, 2016

### ***5.6.1 Proveedor de servicios y contenidos multimedia***

Los servidores proveedores de: contenidos multimedia, servicios independientes del contenido y el gestor de usuarios que provee el perfil del usuario y datos necesario de personalización. Por otro lado se tiene el servidor de bases de datos al que acceden los servidores para realizar todas las operaciones de crear, leer, actualizar y borrar sobre la meta-información almacenada en las bases de datos asociadas a ellos.

### ***5.6.2 Plataforma de difusión***

Los servidores directamente involucrados con el proceso de difusión, como lo es la transcodificación de los contenidos que se encarga de pasar los videos al formato exigido por que es ISDB-Tb, usa para la transmisión digital MPEG-4, luego viene la generación del flujo de datos Transport Stream / Paquete de transporte (TS) , junto con el flujo de datos que son sincronizados a los contenidos gracias a las tablas PSI de sincronización, la de SI que es la información del servicio, y las de identificación, por otro lado está la generación del carrusel DSM-CC (transmite los datos de forma cíclica) y la multiplexación del flujo para luego ser codificado y modulado para ser transmitido por el medio; adicional a estos tiene el gestor de servicios que se encarga de recibir las peticiones desde el usuario para el servidor de servicios ya sean independientes o dependientes del contenido, a través del canal de retorno, identificando que tipos de servicios serán respondidos y en prioridad de peticiones.

### ***5.6.3 Medio de Transporte***

Se tiene la codificación y modulación para medio terrestre soportado por el estándar ISDB-Tb, se encuentra la comunicación unidireccional, y el medio de retorno que en este caso es IP que permite la comunicación bidireccional que en este contexto es lo que llamamos interactividad.



#### **5.6.4 Terminal y Receptor**

En este punto se tienen dos tipos de usuarios finales el primero es el Usuario de Televisión Digital Terrestre y el segundo es el Usuario WEB, para cada uno se tiene un receptor y terminales de middleware; para el primer caso Usuario Televisión Digital Terrestre, se tiene el decodificador que viene a ser el terminal middleware (Set-Top Box), se encarga de decodificar el flujo de datos para ser visualizado en el receptor (televisor). Para el segundo caso el Usuario WEB, el receptor es un computador, por esta razón toda la información se recibe desde el canal de retorno a través del protocolo IP; este usuario solo recibe la información de los servicios de televisión digital terrestre como del chat y del foro permitiendo una recepción colaborativa, donde se comparten información.

El objeto de middleware es fomentar la construcción de mercados horizontales. El principal logro es que hay interoperabilidad total entre las aplicaciones y las distintas implementaciones del estándar.

## CONCLUSIONES

La televisión digital se constituye en un avance para la humanidad dado la calidad y oferta de servicios que ofrece. En este sentido los diferentes estándares Japones, norteamericano y europeo expresan la supremacía tecnológica sobre distintas regiones.

Ecuador y buena parte de latinonamérica se ha decidido por el estándar de televisión digital japonés con la variante propuesta por Brasil. Esta variante permite una mayor inclusión social al permitir que por la radiofrecuencia de televisión abierta se ofrezcan servicio para la gran masa de televidentes que le permitan contar con una televisión de calidad digital, que a su vez le permita interactuar con la programación del canal, con internet o con otro servicio como telemedicina entre otras.

El análisis del diseño y arquitectura propuesta impulsa una inversión elevada para cualquier canal de televisión Local y regional sin embargo, permite mejorar las condiciones de recepción para los usuarios finales, logrando cubrir la mayor parte del área de cobertura garantizando la comunicación entre el emisor y los distintos receptores

La clave de los avances propuestos por el estándar brasileño son los sistema NCL y Ginga NCL (middleware) que hacen posible el funcionamiento de aplicaciones distribuidas sobre plataformas heterogéneas. El futuro de la convergencia de los sistemas de televisión digital está cerca. En estos nuevos sistemas de televisión digital no sólo las principales corriente audiovisuales desempeñarán un papel importante; también la calidad de servicio adicional exige de objetos multimedia, incluidos los insertados por DTV en las aplicaciones para espectadores, mediante el uso de dispositivos de red secundaria. La unidad principal siguiente será crear un ambiente en el que las aplicaciones de televisión social y personalización sean el núcleo. En estas aplicaciones, los espectadores jugarán un papel más activo. En esta tarea el papel natural del middleware como tecnología clave para la convergencia de la Televisión digital estará presente en un solo núcleo de servicios distribuidos. La televisión móvil es una cercana realidad de ese futuro cercano.

El estándar ISDB-Tb permite la transferencia de diversos programas en el ancho de banda de los 6 MHz los cuales pueden ser de hasta cuatro o seis programas necesitando de la calidad de video a la cual se los vayan a transmitir, ya sea en SD, HD o LD.

## **RECOMENDACIONES**

El Ecuador debe garantizar la estandarización y actividad para incorporar el sistema de televisión digital terrestre se ve afectado por muchos elementos del proceso de selección de una infraestructura adecuada bajo el estándar ISDB-TV, pasaran años desde el principio hasta el final para decidir sobre un sistema.

El nuevo sistema de transmisión televisivo obliga a los canales de televisión local y regional establecer nuevas estrategias para brindar al usuario contenidos de calidad y poder competir con canales nacionales y poder recuperar la inversión

La evolución tecnológica es inevitable por lo que se recomienda a la estación Televisiva debe proveer de capacitaciones necesarias al personal encargado del área de producción y programación, para la manipulación de equipos digitales, soporte técnico y temas relacionados como middleware GINGA, generación o creación de contenidos interactivos, etc.

Los servicios que deben prestar los canales de televisión digital bajo el estándar ISDB-Tb deben estar acorde a las necesidades de los usuarios finales, desarrollando aplicaciones que permita generar conocimiento y no solo entretenimiento, gracias a este servicio se podrá recuperar la inversión.

Una implementada la infraestructura de TDT y el receptor demodule satisfactoriamente los modos ISDB-Tb, se deberá comparar con los resultados obtenidos en la simulación de esta investigación.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**BARBA CHÉRREZ, Diego Javier.** (2014. pp. 7-54.) Migración de un sistema de televisión con transmisión analógica a digital terrestre en la estación TV MICC canal 47(Tesis). (Pregrado). [En línea] Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial, Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones. Ambato – Ecuador. [Consulta: 2016-08-20]. Disponible en:[http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8097/1/Tesis\\_t915ec.pdf](http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8097/1/Tesis_t915ec.pdf).

**CALLE OLIVEROS, Lissette Rebeca.et al.** (2014). Migración a TDT de un canal de TV local: alternativas de uso de espectro y financiamiento (Tesis). (Pregrado). [En línea] Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación. Guayaquil- Ecuador. 2014. pp.3 -5. [Consulta: 2016-09-10]. Disponible en:<http://goo.gl/LgS29i>

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

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

**Ecuador. AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE LAS TELECOMUNICACIONES.(ARCOTEL).** (2015) Norma Técnica de Radiodifusión de Television Digital Terrestre. Resolución 301. Registro Oficial 579 de 03-sep.-2015. Quito-Ecuador. ARCOTEL.

**CERÓN RIOS, G., & ARCINIEGAS, J. (2015).** Arquitectura genérica para el despliegue de servicios t-learning soportados por DVB-T. REVISTA GTI, 13(36), 33 - 48. Recuperado de <http://revistas.uis.edu.co/index.php/revistagti/article/view/4569/5807>

**JARA MONTAÑO, Ronny.** (2014. pp. 13-26) Simulación de sistemas de radiodifusión utilizando Radiomobile y otro software libre (Tesis). (Pregrado). [En línea] Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Politécnica Superior de Gandia. Gandia-España.

[Consulta: 2016-08-05]. Disponible en:  
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/47223/Memoria.pdf?sequence=1>.

**LOYOLA, L.** (2011. p. 112) La Televisión Digital al alcance de Todos: Una introducción simple al estándar japonés ISDB-T y a las Telecomunicaciones modernas.[en línea]. España. Bubok Publishing.[Consulta: 22 de marzo 2015]. Disponible en:[http://www.tvd.cl/wp-content/uploads/2011/11/television\\_digital\\_al\\_alcance\\_de\\_todos.pdf](http://www.tvd.cl/wp-content/uploads/2011/11/television_digital_al_alcance_de_todos.pdf)

**PALACIOS ALBÁN, José Ángel.** (2014. pp. 23-25)Estudio Técnico, Económico y Legal para la Implementación Práctica del Canal de Televisión Digital Terrestre ECOTEL-TV de la Ciudad de Loja, bajo el Estándar ISDB-T/SBTVD adoptado en el Ecuador (Tesis).(Pregrado).[En línea]Universidad Nacional de Loja. Carrera de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones. Loja- Ecuador..[Consulta: 2016-09-20].Disponible en:<http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/11509>.

**PISCIOTTA, Néstor Oscar.** (2013) Sistema ISDB-Tb. Universidad Blas Pascal, [Consulta: 2016-10-01] Disponible en [http://www2.elo.utfsm.cl/~elo341/SistemaISDB\\_Tb.pdf](http://www2.elo.utfsm.cl/~elo341/SistemaISDB_Tb.pdf).

**SAMPAIO DE ALENCAR, Marcelo** (2009) Digital Television Systems, New York, Cambridge University Press.

# ANEXOS

## ANEXO A Características de TDT

- a) Modulación: BST - OFDM (Band Segmented Transmission - Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Transmisión en Banda Segmentada – Multiplexación Ortogonal por División de Frecuencia.
- b) Banda de Frecuencias: VHF o UHF, de acuerdo con la estrategia de implementación en el país y del espectro radioeléctrico disponible.
- c) Arquitectura de transmisión: Segmentada
  - Receptores fijos: 13 segmentos (todos los segmentos destinados a un programa con resolución Full HD). Otros arreglos son posibles de acuerdo con la resolución deseada e del número de programas transmitidos en un canal.
  - Receptores móviles (en vehículos por ejemplo): La misma de los receptores fijos.
  - Receptores portátiles (teléfonos celulares por ejemplo): 1 segmento

Gracias a esta arquitectura el estándar, permite la recepción en múltiples dispositivos

- d) Tasa de actualización de imagen:
  - Servicio Fijo/Móvil: Japón, Brasil, Perú, Argentina, Chile, Venezuela e Ecuador: 30 fps y 60 fps (frames per second) fotogramas por segundo.
  - Servicio Portátil: Brasil, Perú, Argentina, Chile e Venezuela: Máximo de 30 fps; Japón: Máximo de 15 fps.
- e) Ancho de banda del Canal: 6 MHz (Pero también es posible utilizar el estándar ISDB-T en 7 MHz o 8 MHz si fuese deseado por cualquier otro país)
- f) Sistema de Compresión de Audio:
  - Multi Canal 5.1: MPEG - 4 AAC@L4 (Advanced Audio Coding, Level 4) o MPEG - 4 HE - AAC v1@L4 (High Efficiency AAC, Version 1, Level 4 )  
Estéreo: MPEG - 4 AAC@L2 (AAC Level 2) o MPEG - 4 HE - AAC v1@L2 (HE-AAC, Version 1, Level 2)
  - Servicio Portátil: MPEG - 4 HE - AAC v2@L2 (HE - AAC, Versión 2, Level 2) para audio estéreo.

- Adicionalmente, la codificación de audio debe seguir la norma ISO/IEC 14496-3:2004.
- g) Sistema de Compresión de Vídeo:
- Fijo/Móvil: MPEG - 4 AVC HP@L4 (Advanced Video Coding, High Profile, Level 4)
  - Portátil: MPEG - 4 AVC BP@L1.3 (AVC, Base Profile, Level 1.3)
- h) Resolución de Vídeo, Tipo de Montaje de Cuadros ("Framing") y Relación de Aspecto ("Aspect Ratio")
- Fijo/Móvil:
    - SD 720x480i en 4:3 o 16:9
    - SD 720x480p en 4:3 o 16:9
    - SD 720x576i en 4:3 o 16:9
    - SD 720x576p en 4:3 o 16:9
    - HD 1280x720p en 16:9
    - Full HD 1920x1080i en 16:9
    - Donde:
      - i = Montaje de cuadros entrelazado.
      - p = Montaje de cuadros progresivo
  - Portátil:
    - SQVGA (160x120 o 160x90)
    - QVGA (320x240 o 320x180)
    - CIF (352x288)
    - Todos esos formatos utilizando relaciones de aspecto 4:3 o 16:9
- i) Sistema de Multiplexación: MPEG – 2 system (ISO/IEC 13818-12000)
- j) Menor potencia media en el transmisor de TV digital en comparación a la TV analógica. Para cubrir la misma área de cobertura se necesita 4 veces menos potencia en el transmisor digital.
- k) Procesos de Corrección de Errores: Time Interleaving (Entrelazador de símbolos en Tiempo) y Frequency Interleaving (Entrelazador de símbolos en frecuencia).
- l) Middleware para TV Interactiva:
- Módulo Declarativo: Ginga-NCL e Imperativo LUA
  - Módulo Procesual: Ginga-J

m) Difusión de Alerta: Permite al Gobierno enviar alertas sobre desastres naturales (terremoto, tsunami, etc.) a cada dispositivo en el área en que la señal ISDB-T/SBTVD/ISDB-T está presente. La señal de alerta usa cierto espacio en el área de datos de uno de los segmentos de la señal transmitido, automáticamente todos los receptores y presenta la información de alerta en la pantalla del receptor.



**ANEXO B Listado de estaciones de televisión digital (TDT)**

Nº	Provincia	Nombre Estación	Frecuencia	Clase	Cobertura
1	AZUAY	ECUADOR TV	47	SERVICIO PUBLICO	CUENCA
2	AZUAY	TELECUENCA	26	COMERCIAL PRIVADA	CUENCA
3	COTOPAXI	COLOR TV	25	COMERCIAL PRIVADA	LATACUNGA, AMBATO, SAQUISILI, PUJILI, SAN MIGUEL, PILLARO, TISALEO, CEVALLOS, QUERO, MOCHA
4	COTOPAXI	COLOR TV	25	COMERCIAL PRIVADA	LATACUNGA, SAQUISILI, PUJILI, SAN MIGUEL, PILLARO, AMBATO, TISALEO, CEVALLOS, QUERO, MOCHA
5	COTOPAXI	ECUADOR TV	21	SERVICIO PUBLICO	ZUMBAHUA, PUJILI
6	ESMERALDAS	TELECOSTA	24	COMERCIAL PRIVADA	ESMERALDAS, ATACAMES
7	GUAYAS	CADENA ECUATORIANA DE TELEVISION	29	COMERCIAL PRIVADA	GUAYAQUIL, ELOY ALFARO (DURAN), MILAGRO, SAMBORONDÓN, SAN JACINTO DE YAGUACHI
8	GUAYAS	TC TELEVISION	29	COMERCIAL PRIVADA	GUAYAQUIL, ELOY ALFARO (DURAN), MILAGRO, SAMBORONDÓN, SAN JACINTO DE YAGUACHI
9	GUAYAS	TELEVISION DEL PACIFICO	47	COMERCIAL PRIVADA	GUAYAQUIL, SAN JACINTO DE YAGUACHI, MILAGRO, SAMBORONDÓN
10	GUAYAS	CORPORACION ECUATORIANA DE TELEVISION	23	COMERCIAL PRIVADA	GUAYAQUIL, ELOY ALFARO (DURAN), MILAGRO, SAMBORONDÓN, SAN JACINTO DE YAGUACHI
11	GUAYAS	CORPORACION ECUATORIANA DE TELEVISION	23	COMERCIAL PRIVADA	GUAYAQUIL, ELOY ALFARO (DURAN), SAMBORONDÓN, SAN JACINTO DE YAGUACHI

12	GUAYAS	ECUADOR TV	21	SERVICIO PUBLICO	GUAYAQUIL,ELOY ALFARO (DURAN),SAN JACINTO DE YAGUACHI,SAMBORONDÓN
13	GUAYAS	COSTANERA (RTU)	41	COMERCIAL PRIVADA	GUAYAQUIL,SAMBORONDÓN,SAN JACINTO DE YAGUACHI,MILAGRO,ELOY ALFARO (DURAN)
14	GUAYAS	TV+ (TEVEMAS)	35	COMERCIAL PRIVADA	GUAYAQUIL,SAMBORONDÓN,SAN JACINTO DE YAGUACHI,ELOY ALFARO (DURAN)
15	GUAYAS	CANAL UNO	33	COMERCIAL PRIVADA	GUAYAQUIL,SAMBORONDÓN,SAN JACINTO DE YAGUACHI,ELOY ALFARO (DURAN)
16	GUAYAS	TELEAMAZONAS GUAYAQUIL	27	COMERCIAL PRIVADA	GUAYAQUIL,ELOY ALFARO (DURAN),MILAGRO,SAMBORONDÓN,SAN JACINTO DE YAGUACHI
17	GUAYAS	TELEAMAZONAS GUAYAQUIL TV DIGITAL	27	COMERCIAL PRIVADA	GUAYAQUIL,ELOY ALFARO (DURAN),MILAGRO,SAMBORONDÓN,SAN JACINTO DE YAGUACHI
18	GUAYAS	RED TELESISTEMA (R.T.S)	25	COMERCIAL PRIVADA	GUAYAQUIL,SAMBORONDÓN,SAN JACINTO DE YAGUACHI,MILAGRO,ELOY ALFARO (DURAN)
19	GUAYAS	RED TELESISTEMA (R.T.S)	25	COMERCIAL PRIVADA	GUAYAQUIL,SAMBORONDÓN,SAN JACINTO DE YAGUACHI,MILAGRO,ELOY ALFARO (DURAN)
20	GUAYAS	TELEVISION SATELITAL	39	COMERCIAL PRIVADA	GUAYAQUIL,SAMBORONDÓN,SAN JACINTO DE YAGUACHI,ELOY ALFARO (DURAN)
21	GUAYAS	UCSG TELEVISION	45	COMERCIAL PRIVADA	GUAYAQUIL,SAMBORONDÓN,SAN JACINTO DE YAGUACHI,ELOY ALFARO (DURAN)
22	IMBABURA	U.T.V. LA TELEVISION UNIVERSITARIA	23	SERVICIO PUBLICO	ERROR
23	MANABI	TV. MANABITA CANAL 30	25	COMERCIAL PRIVADA	MANTA,PORTOVIEJO,SANTA ANA DE VUELTA LARGA,TOSAGUA,ROCAFUERTE,MONTECRISTI,CALCETA
24	MANABI	OROMAR	23	COMERCIAL PRIVADA	MANTA,PORTOVIEJO,MONTECRISTI,SANTA ANA DE VUELTA LARGA,ROCAFUERTE,JARAMIJO

25	PICHINCHA	CANAL UNO	45	COMERCIAL PRIVADA	QUITO-DISTRITO METROPOLITANO,SANGOLQUI
26	PICHINCHA	TELEAMAZONAS	32	COMERCIAL PRIVADA	QUITO-DISTRITO METROPOLITANO,TABACUNDO,CAYAMBE,SANGOLQUI
27	PICHINCHA	TELEVISION DEL PACIFICO	30	COMERCIAL PRIVADA	QUITO-DISTRITO METROPOLITANO,TABACUNDO,CAYAMBE,SANGOLQUI
28	PICHINCHA	TELEVISION DEL PACIFICO	30	COMERCIAL PRIVADA	QUITO-DISTRITO METROPOLITANO,TABACUNDO,CAYAMBE,SANGOLQUI
29	PICHINCHA	TELESUCESOS	41	COMERCIAL PRIVADA	QUITO-DISTRITO METROPOLITANO,SANGOLQUI

Del 2013 hasta el 2015 solo se incrementaron en 4 estaciones que incorporan TDT en sus instalaciones.

## ANEXO C Herramientas software comerciales para redes ISDB-Tb

<b>software</b>	<b>Creador</b>	<b>Breve descripción</b>
Atoll	Forsk	Herramienta de planificación multi-tecnología que permite el diseño y optimización de redes: GSM/GPRS/EDGE, UMTS/HSPA, CDMA2000 1xRTT/EV-DO, LTE, TD-SCDMA, WI-MAX/BWA y enlaces microondas.
		Incorpora asignación automática de frecuencias, perfiles de usuario y tipos de receptores predefinidos, modelos de propagación para distintos entornos y calibración de modelos a partir de medidas de campo.
		Rango de frecuencia de 200Mhz a 5Ghz. Realiza estimaciones de cobertura basándose en mapas digitales en 2D y 3D.
MSI-Planet o MarconiPlanet	Mobile Systems International MSI	Soporta mezclas de macro celdas y microceldas (modelos OK-Ha, W-I y posibilidad de integrar un modelos definido por el usuario)
ICS-Telecom	ATDI-Ltda.- Advanced Topographic Development and Images	Herramienta de planificación y administración de bases de datos para todos los sistemas de radio modernos en el rango de 30Mhz a 60Ghz, realiza asignación de frecuencias de forma automática y calcula cobertura basándose en mapas digitales en 2D y 3D.
VGIS/PACE2	vodafone	Sistema original PACE (Prediction and coverage Estimation) ahora VGIS (Vodafone Geographical information System)
Axis	Contactica	Bajo el desarrollo de los consultores de cambridge.
Tadiplan	Tadiran	No es estrictamente una herramienta para sistemas moviles. Usada para sistemas Wireless Local Loop.

ASTRIX	Teleplan AS, SINTEF Telecom & informatics, NetCom GSM	Advanced system for radio interface eXploration. Desarrollado inicialmente para macroceldas (Ok-Ha, blomquist-label, W-B y el modelo general GSM optimizado)
CellOpt & AFP	comOp AB	Incluye aplicaciones multicapa, patrones de reuso y hopping
PathPro	MLJ software	Incluye los modelos GTD (Geometric, Theory of Diffraction), COST-Hata microceldas, COST-231 macroceldas, Hata, ITM.
GRANET	GTE laboratories	Consiste de modelos empiricos ajustados por clientes, incluyendo el Ok-Ha mejorado a 900MHz y Cost-231-Hata mejorado a 1800Mhz
QEDesing	Qualcomm Inc.	Desarrollado especificamente para sistemas CDMA.
Celplanner & celTec	celPlan Technologies Inc.	Incluye modelos Lee-Picquenard, Ok-Ha, Cost231.
CRUMPET	DERA, Science Systems Ltd.	Establecido para la administración de los recurso radio comercial y para la planificación de ingeniería RF
WISE	Lucent	Desarrollado para sistemas indoor.
Golf	LCC	
NPS/i	Nokia	Desarrollado para sistemas indoor.
NPS/x	Nokia	Desarrollado para sistemas de macroceldas.
NetPlan	Motorola	Usa modelos de propagacion de traza de rayos Xios junto con los modelos Ok-Ha.

## **ANEXO D Normativas ecuatorianas para servicios telecomunicaciones.**

Este proyecto está amparado en el artículo 249 de la Constitución de la República que manifiesta que “El estado tiene la obligación de proveer y garantizar los servicios de telecomunicaciones”.

Así mismo en la ley orgánica de telecomunicaciones y en su reglamento general, el cual manifiesta que “Se aplicará a todas las actividades de establecimiento instalación y explotación de redes uso y explotación del espectro radioeléctrico, servicios de telecomunicaciones y a todas aquellas personas naturales o jurídicas que realicen tales actividades a fin de garantizar el cumplimiento de los derechos y deberes de los prestadores de servicios y usuarios”.

El artículo 33, capítulo III de la misma ley manifiesta que “La reventa del servicio de telecomunicaciones y radiodifusión por suscripción es la actividad de intermediación comercial mediante la cual un tercero ofrece al público servicios de telecomunicaciones y radiodifusión por suscripción, contratados por uno o más prestadores de servicios”.

El Objetivo 11 del Plan Nacional del Buen Vivir, manifiesta “Asegurar la soberanía y eficiencia de los sectores estratégicos para la transformación industrial y tecnológica”. La política N3 recalca “Democratizar la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones y de tecnologías de información y comunicación (TIC), incluyendo radio difusión, televisión y espectro radio eléctrico y profundizar su uso y acceso universal”, las metas 11.6 y 11.7 pretenden disminuir el analfabetismo digital al 17,9% y Aumentar el porcentaje de personas que usan TIC al 50,0%.