



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

ANÁLISIS Y ESTUDIO DE INGENIERÍA PARA LA SELECCION DEL  
ESTÁNDAR DE TELEVISIÓN DIGITAL MÁS APROPIADO PARA  
ECUADOR BAJO LA SUPERVISION DE LA "SUPERTEL"

**TESIS DE GRADO**

**Previa a la obtención del título de**

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y COMPUTACIÓN**

**Presentado Por:**

ANTONIO NEPTALÍ CALERO GUERRERO

CARLOS ROLANDO VILLACRÉS RAMOS

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2009**

A los Ingenieros

**Paúl Romero**

**William Calvopiña**

Nuestro más sincero agradecimiento por su constante apoyo para la realización del presente trabajo, al mismo tiempo de brindarnos su amistad incondicional y a todas aquellas personas que hemos conocido a lo largo de nuestra vida estudiantil y que aportaron con sus valiosos conocimientos.

Finalmente queremos agradecer a todas las personas que de alguna manera hicieron posible la terminación de este trabajo de tesis y que no han sido mencionadas, gracias a todos.

Dedico el presente trabajo a Dios mi padre celestial porque sin su bendición nada habría sido posible, a mis padres Mercedes Guerrero y Neptalí Calero a mis papis Ulrich y Barbara Rohn por su inmenso apoyo e infinito amor, a mi madrina Edith Faust por su cariño y preocupación, quienes confiaron en mí y me guiaron por el camino correcto en busca de alcanzar mi meta y me supere a nivel profesional y personal.

ANTONIO

Este trabajo de tesis está dedicado enteramente:

A Dios, quien me dio la fe, la fortaleza necesaria para salir siempre adelante pese a las dificultades, por colocarme en el mejor camino, iluminando cada paso de mi vida, y por darme la salud y la esperanza para terminar este trabajo de tesis.

A mis padres y hermanos, por darme la estabilidad emocional, económica y sobre todo su infinito apoyo para poder llegar hasta este logro.

A mis maestros por compartir generosamente sus conocimientos.

Al personal Directivo y Administrativo de la facultad por brindarme todas las facilidades a lo largo de estos años de formación académica.

A mis compañeros de estudio, por brindarme su amistad y apoyo moral.

CARLOS

**NOMBRE**

**FIRMA**

**FECHA**

Dr. Romeo Rodríguez

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**DECANO FACULTAD DE  
INFORMATICA Y  
ELECTRÓNICA**

Ing. Paúl Romero

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**DIRECTOR DE ESCUELA  
INGENIERIA ELECTRÓNICA**

Ing. Paúl Romero

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**DIRECTOR DE TESIS**

Ing. William Calvopiña

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Tclgo. Carlos Rodríguez

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**DIR. DPTO.**

**DOCUMENTACIÓN**

**NOTA DE LA TESIS**

\_\_\_\_\_

“Nosotros, Antonio Neptalí Calero Guerrero y Carlos Rolando Villacrés Ramos, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis; y, el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO”

Antonio Neptalí Calero Guerrero

Carlos Rolando Villacrés Ramos

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>HDTV</b>	High Definition Televisión (Televisión de Alta Definición).
<b>SDTV</b>	Standar Definition Television (Televisión de Definición Estándar).
<b>LDTV</b>	Low Definition Television (Televisión de Baja Definición).
<b>MPEG</b>	Moving Picture Experts Group (Grupo de Expertos de Imagenes en Movimiento)
<b>EPG</b>	Electronic Program Guide (Guía Electrónica de Programación).
<b>TTD</b>	Televisión Terrenal Digital .
<b>MPEG-2</b>	Moving Pictures Experts Group 2 (Grupo de Expertos de Imagenes en Movimiento 2).
<b>PDA</b>	Personal Digital Assistants (Asistente Digital Personal).
<b>OFDM</b>	Orthogonal Frequency Division Multiplexing (Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal).
<b>LSI</b>	Large-Scale Integration (Integración a Gran Escala).
<b>ITU</b>	International Telecommunication Union (Union Internacional de Telecomunicaciones).
<b>8-VSB</b>	Vestigial Side Band (Banda Lateral Vestigial – nivel 8).
<b>COFDM</b>	Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing (Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal Codificada).
<b>AAC</b>	Advanced Audio Coding (Codificación de Audio Avanzada).
<b>I-GEP</b>	Guía electrónica Interactiva
<b>dB</b>	decibelio
<b>DTMB</b>	Digital Terrestrial Multimedia Broadcasting (Difusión Multimedia Terrestre Digital).
<b>HD</b>	High Definition (Alta Definición)
<b>LAN</b>	Local Area Network (Red de Area Local).
<b>Mbps</b>	Mega Bits por Segundo
<b>NTSC</b>	National Television System Committee (Comite Nacional de Sistemas de Televisión).
<b>PAL</b>	Phase Alternate Lines (Líneas Alternadas de Fase).
<b>SECAM</b>	Sequential Couleur Avec Memoire (Color secuencial con Memoria).
<b>UHF</b>	ULTRA HIGH FREQUENCY (Frecuencias Ultra Altas).

<b>VHF</b>	VERY HIGH FREQUENCY (Frecuencias Muy Altas)
<b>DSL</b>	Digital Subscription Lines (Lineas de Suscripción Digital)
<b>MFN</b>	Multifrequency Network (Redes Multifrecuencia).
<b>SFN</b>	Single Frequency Network (Redes de Frecuencia Única).
<b>STB</b>	Set-top Box (Caja Decodificadora)
<b>BER</b>	Bit Error Ratio (Porcentaje de Errores de Bit).
<b>USB</b>	Universal Serial Bus.
<b>dBi</b>	decibelio isótropo
<b>ADSL</b>	Asymmetric Digital Subscriber Line (Lineas de Suscripción Digital Asimétrica)
<b>SUPERTEL</b>	Superintendencia de Telecomunicaciones.
<b>CONARTEL</b>	Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión.
<b>SENACOM</b>	Secretaría Nacional de Comunicación.
<b>DVD</b>	Digital Video Disc (Disco de Video Digital).
<b>VGA</b>	Video Graphics Array (Portadora Grafica de Video).
<b>PAM</b>	Pulse Amplitude Modulation (Modulación por Amplitud de Pulso).
<b>DVB</b>	Digital Video Broadcasting (Difusión de Video Digital).
<b>DVB-S</b>	Digital Video Broadcasting – Satelital (Difusión de Video Digital por Satelital)
<b>DVB-C</b>	Digital Video Broadcasting – Cable (Difusión de Video Digital por Cable).
<b>DVB-T</b>	Digital Video Broadcasting – Terrestrial (Difusión de Video Digital por Tierra).
<b>DVB-H</b>	Digital Video Broadcasting Handheld (Difusión de Video Digital orientada a terminales portátiles).
<b>SMATV</b>	Satellite Master Antenna Televisión (Antena de Television Satelital).
<b>QPSK</b>	Quadrature Phase-Shift Keying (Modulación por Desplazamiento de Fase)
<b>QAM</b>	Quadrature Amplitude Modulation (Modulación de Amplitud en Cuadratura)
<b>ETSI</b>	European Telecommunications Standards Institute (Istituto de Estandares de Telecomunicaciones de Europa)
<b>FEC</b>	Forward Error Correction (Corrección de Errores hacia Adelante)



<b>ETSI</b>	European Telecommunications Standards Institute
<b>TIA</b>	Telecommunications Industry Association.
<b>ACATS</b>	Automated Customer Account Transfer Service (Servicio de Transferencia de Cuenta de Cliente Automatizado)
<b>QVGA</b>	Quarter Video Graphics Array
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization (Organización Internacional de Estandares)
<b>DTTB</b>	Digital Terrestrial Television Broadcasting (Difusión de Televisión Terrestre Digital).
<b>ARIB</b>	Association of Radio Industries and Businesses (Asociación de Industrias y Negocios de Radio).
<b>DTCP</b>	Digital Transmission Content Protection (Protección de Contenido de Transmisión Digital).
<b>AVS</b>	Audio Video Standard (Estándar de Audio y Video).
<b>ATSC</b>	Advanced Television System Committee (Comité de Sistemas de Televisión Avanzado).
<b>ISDB-T</b>	Integrated Service Digital Broadcasting Terrestrial (Transmisión Digital de Servicios Integrados Terrestres).
<b>SBTVD-T</b>	Servicio Brasileño de Televisión Digital Terrestre.
<b>TDT</b>	Televisión Digital Terrestre.

## ÍNDICE GENERAL

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

INTRODUCCIÓN

**CAPITULO I** ..... - 29 -

**GENERALIDADES** ..... - 29 -

1.1 DEFINICIÓN DE LA TELEVISIÓN DIGITAL ..... - 30 -

1.2 OBJETIVOS PARA LA RADIODIFUSIÓN DE TDT..... - 33 -

1.3 BENEFICIOS DE LA RADIODIFUSIÓN DE TELEVISIÓN TERRENAL  
DIGITAL (TTD) ..... - 37 -

1.4 CARACTERÍSTICAS DE LA TV DIGITAL ..... - 39 -

1.5 SISTEMA DE RECEPCIÓN DE LA TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE ..... - 43 -

1.6 MÓDULOS DE LA TELEVISIÓN DIGITAL ..... - 45 -

1.6.1 Aplicaciones..... - 46 -

1.6.2 Middleware..... - 46 -

1.6.3 Compresión. .... - 46 -

1.6.4 Transporte..... - 46 -

1.6.5 Transmisión y Modulación..... - 46 -

1.7 PAQUETE DE SERVICIOS.....	- 47 -
1.7.1 Monoprogramación .....	- 47 -
1.7.2 Multicanal.....	- 48 -
1.7.3 Servicios Interactivos.....	- 49 -
1.7.4 Servicios basados en Movilidad/Portabilidad.....	- 50 -

**CAPITULO II.....- 51 -**  
**TV ANALOGICA, ESPECTRO RADIOELECTRICO Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....- 51 -**

2.1 NACIMIENTO DE LA TELEVISIÓN EN EL ECUADOR.....	- 51 -
2.2 TELEVISIÓN A COLOR.....	- 53 -
2.3 TELEVISIÓN TERRESTRE: DE LO ANALÓGICO A LO DIGITAL.....	- 55 -
2.3.1 Generalidades.....	- 55 -
2.4 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DE LA TELEVISIÓN TERRESTRE DIGITAL (TTD) EN EL ECUADOR.....	- 59 -
2.4.1 Introducción. ....	- 59 -
2.4.2 Aspectos Técnicos en el Ecuador. ....	- 60 -
2.4.2.1 Características Técnicas.....	- 60 -
2.4.3 Convergencia de Servicios y Televisión Digital.....	- 63 -
2.4.4 Agentes Involucrados en la Televisión Digital. ....	- 64 -
2.5 GESTIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO.....	- 65 -
2.5.1 Multiplexación de la Señal. ....	- 66 -
2.5.2 Norma técnica para televisión digital terrestre. ....	68
2.5.3 Ocupación de la Banda Alta UHF para Televisión Digital Terrestre. ....	70
2.5.4 Canales Adyacentes.....	71

2.5.5 Elección de la modalidad de migración. ....	71
2.5.6 Ocupación del canal por un solo concesionario o por varios de ellos. ....	72
2.5.7 Recepción.....	72
2.5.8 Canal de Retorno.....	78
2.6 ÁREA DE COBERTURA.....	79
2.6.1 Canales de televisión concesionados por provincias. ....	80
2.7 ASPECTOS ECONOMICOS DEL SISTEMA DE TELEVISION DIGITAL .....	81
2.7.1 Actores Económicos que Intervienen en la TDT. ....	81
2.8 REGULACIÓN DE TELEVISION DIGITAL.....	82
2.8.1 Aspectos Legales.....	83
2.8.2 Condiciones Técnicas y Jurídicas para la Introducción de las Estaciones de Servicio Público. ....	84
2.8.3 Políticas Consideradas para priorizar la Concesión para Canales de Servicio Público. ....	84
2.8.3.1 Políticas del Estado sobre el uso de los canales reservados. ....	85
2.8.3.2 Políticas del Estado con respecto a la posibilidad de digitalización de los canales del Estado a corto plazo. ....	85
2.8.3.3 Participación del Estado para la compartición de los canales reservados para la conformación de un multiplexor para estaciones de servicio público.	86
2.8.4 Obligaciones Sociales de los nuevos Operadores de Canales Digitales. ....	86
2.8.4.1 Obligaciones contempladas en la actual ley de radiodifusión y Televisión. .	86
2.8.4.2 Prioridades en las concesiones relacionadas con las obligaciones sociales.	87
2.8.5 Proceso de Transición de TV Digital acorde a la Realidad Ecuatoriana. ....	87
2.8.6 Etapa de Simulcasting.....	88
2.9 TIEMPOS DE MIGRACIÓN.....	89
2.9.1 Apoyo del Estado dentro del Proceso de Migración.....	90

2.10 ASPECTOS SOCIALES DE LA TELEVISIÓN DIGITAL EN EL PAÍS.....	90
2.10.1 Políticas Sociales del Estado para la TV Digital.....	91
2.10.2 Factores Sociales y Culturales. ....	92
2.10.3 Televisión y Sociedad.....	93
2.10.4 Televisión e Individuo. ....	94

**CAPITULO III** .....95

**ANÁLISIS DE LOS ESTÁNDARES DE TV DIGITAL Y BENEFICIOS DE LOS MISMOS**.....95

3.1. CONCEPTOS GENERALES .....	95
3.2 EL ADVENIMIENTO DE LA TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE .....	97
3.3. VENTAJAS DE LA TELEVISIÓN DIGITAL.....	97
3.4 ASPECTOS TÉCNICOS DE AUDIO Y VIDEO A UTILIZADOS EN TDT.....	101
3.4.1 COMPRESIÓN. ....	101
3.4.1.1 MPEG-2 .....	102
3.4.1.2 Transmisión del MPEG-TS. ....	106
3.4.1.3 AC-3 .....	110
3.4.2 MULTIPLEXADO DEL FLUJO DE DATOS.....	111
3.4.2.1 Capa 1. Múltiplex de transporte de programa simple.....	112
3.4.2.2 Capa 2. Múltiplex de sistema.....	112
3.4.3 MODULACIÓN. ....	113
3.4.3.1 8-VSB para transmisión Digital Terrestre. ....	113
3.4.3.2: Modulación 8T VSB (8 Trellis-Vestigial Side Band). ....	115
3.4.3.3 Modulación 16-VSB.....	115

3.4.3.4	Modulación QPSK.....	115
3.4.3.5	Modulación QAM. ....	116
3.4.3.6	OFDM (Ortogonal FDM). ....	117
3.4.3.7	COFDM (Modulador por división de frecuencia Ortogonal codificada) .....	119
3.5.	ESTÁNDARES INTERNACIONALES DE LA TDT.....	121
3.5.1	ATSC Advance Television System Committee .....	121
3.5.1.1	Generalidades .....	121
3.5.1.2	Características técnicas generales.....	122
3.5.1.3	Codificación de Video .....	124
3.5.1.4	Codificación de Audio .....	125
3.5.1.5	Transmisión .....	126
3.5.1.6	Modulación 8T VSB (8 Trellis-Vestigial Side Band).....	128
3.5.1.7	Red de frecuencia Única .....	128
3.5.1.8	Países que han adoptado el estándar de televisión digital ATSC.....	129
3.5.1.9	Transmisión y recepción a portable y móvil.....	129
3.5.2	DVB-T Digital Video Broadcasting Terrestrial.....	130
3.5.2.1	Definición.- .....	130
3.5.2.2	Aspectos Técnicos.....	132
3.5.2.3	Características de Video .....	133
3.5.2.4	Características de Audio .....	133
3.5.2.5	Modulación COFDM .....	133
3.5.2.6	Redes Multi- Frecuencia (MFN) y Redes de Frecuencia Única (SFN) .....	135
3.5.2.7	Movilidad .....	135
3.5.2.8	Países que han adoptado el Estándar de Televisión Digital DVB-T .....	137
3.5.3	ISDB-T Integrated Service Digital Broadcasting.....	139
3.5.3.1	Definición .....	139

3.5.3.2	Generalidades .....	141
3.5.3.3	Especificación Técnica .....	141
3.5.3.4	Estructura del estándar ISDB-T .....	144
3.5.3.5	Características del estándar ISDB-T .....	145
3.5.4	Sistema Brasileño de Televisión Digital Terrestre SBTVD-T .....	149
3.5.4.1	Antecedentes .....	149
3.5.4.2	Descripción del Sistema.....	150
3.5.4.3	Transmisión Jerárquica.....	151
3.5.4.4	Tipos de Modos de Operación .....	151
3.5.4.5	Sistema de Codificación de Video.....	152
3.5.4.6	Movilidad y Portabilidad.....	153
3.5.4.7	Países que han adoptado el estándar de televisión digital ISDB-T o SBTVD-T .....	154
3.5.5	DTMB Digital Terrestrial Multimedia Broadcasting .....	154
3.5.5.1	Generalidades .....	154
3.5.5.2	Características Técnicas Generales.....	155
3.5.5.3	Características del Video.....	155
3.5.5.4	Características el Audio .....	155
3.5.5.5	Modulación .....	155
3.5.5.6	Movilidad.....	156
3.5.5.7	Países que han adoptado el estándar de televisión digital DTMB .....	157
3.4	Ventajas y desventajas de cada estándar .....	158
3.4.1.	Ventajas .....	158
3.4.1.1	ATSC .....	158
3.4.1.2	ISDB-T.....	158
3.4.1.3	DVB-T.....	159

3.4.1.4 DTMB .....	160
3.4.1.5 SBTVD-T .....	160
3.4.2 Desventajas.....	161
3.4.2.1 ATSC .....	161
3.4.2.2 ISDB-T.....	161
3.4.2.3 DVB-T.....	161
3.4.2.4 DTMB.....	162
3.4.2.5 SBTVD-T .....	162

<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>163</b>
<b>TABLAS COMPARATIVAS ENTRE ESTÁNDARES.....</b>	<b>163</b>

<b>CAPITULO V .....</b>	<b>181</b>
<b>LA RADIODIFUSIÓN DIGITAL EN AMÉRICA Y SU CONDICION ACTUAL ...</b>	<b>181</b>

5.1 MODELOS DE TRANSICIÓN DE LA TELEVISIÓN .....	181
5.2 OPORTUNIDADES Y RETOS DE LA RADIODIFUSIÓN DE TELEVISIÓN TERRENAL DIGITAL (TTD).....	183

<b>CAPITULO VI .....</b>	<b>191</b>
<b>PRUEBAS TECNICAS Y RESULTADOS .....</b>	<b>iError! Marcador no definido.</b>

6.1 DESARROLLO DE LAS PRUEBAS .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
6.1.1 Aspectos técnicos para la realización de las pruebas	<b>iError! Marcador no definido.</b>



6.1.2 Procedimiento para las pruebas de campo .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
6.1.2.1 Ubicación de los puntos de medición .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
6.1.2.2 Pruebas de recepción fija .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
6.1.2.3 Pruebas de recepción portátil .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
6.1.3 Descripción de los puntos de medición para los diferentes modos de evaluación. ....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
6.1.3.1 Modo fijo exterior. ....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
6.1.3.2 Modo peatonal (Estándares: ISDB-T e ISDB-TB)	<b>iError! Marcador no definido.</b>
6.1.3.3 Modo portátil (Estándares: ISDB-T e ISDB-TB)	<b>iError! Marcador no definido.</b>
6.1.3.4 Modo móvil .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
6.1.3.5 Modo móvil con portabilidad (Estándares: ISDB-T e ISDB-TB).	<b>iError! Marcador no defi</b>
6.1.4 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>

**CAPITULO VII ..... 191**

**RECOMENDACIÓN DEL ESTÁNDAR DE TELEVISIÓN DIGITAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN EN EL ECUADOR. .... 191**

7.1. PROMOCIÓN DEL USO EFICIENTE DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO .....	191
7.1.1 Dividendo Digital .....	191
7.1.2 Situación para el Organismo Regulador. ....	193
7.2 PROMOCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN, DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO, DE LA INNOVACIÓN, DE LAS CAPACIDADES HUMANAS Y COOPERACIÓN ECONÓMICA EN EL CAMPO DE LA TDT. ....	194
7.3 VIABILIDAD ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS EN ECUADOR. ....	201
7.3.1 Concesionarios. ....	202
7.3.2 Análisis Costo Beneficio. ....	208

7.3.3 Resumen Económico.....	209
7.4 FACTORES DE RIESGO DE CAMBIO TECNOLÓGICO .....	211
7.5 RECOMENDACIÓN DE ADOPCIÓN DEL ESTÁNDAR. ....	212

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1: Esquema de Transmisión de Televisión Digital .....	- 37 -
Figura I.2: Sistema de Recepción de la Televisión Digital Terrestre .....	- 43 -
Figura I.3: Bloques Funcionales de los Tres Estándares .....	- 45 -
Figura I.4: Módulos de la Televisión Digital .....	- 45 -
Figura I.5: Representación del Servicio de Monoprogramación .....	- 48 -
Figura I.6: Representación del Servicio Multicanal .....	- 49 -
Figura II.1: Origen de la Televisión .....	- 53 -
Figura II.2: Muestreo Análogo Digital .....	- 58 -
Figura II.3: Cadena de valor genérica de los servicios digitales (agentes involucrados) .....	- 64 -
Figura II.4: Alternativa digital. HDTV, SDTV, LDTV, interactividad.....	- 67 -
Figura II.5: (a) Display con receptor integrado, .....	73
(b) receptor o conversor (Set top box) .....	73
Figura II.6: Televisor Digital. ....	74
Figura II.7: Modelo de un decodificador.....	75
Figura II.8: Receptor de televisión digital USB.....	76
Figura II.9: Tarjeta PCI para recepción televisión digital. ....	77
Figura II.10: Antena UHF para TDT.....	77
Figura II.11: Antena UHF recepción difícil de 90 elementos.....	78
Figura II.12: Interactividad Completa.....	79
Figura II.13: Canales de TV analógica por provincias en el Ecuador.....	80
Figura II.14: Período de Transición .....	90
Figura III.1: Subsistema de audio dentro de un sistema de televisión digital.....	102
Figura III.2. Dependencia de los tres tipos de imágenes .....	104
Figura III.3: Jerarquía de capas de las secuencia.....	104

Figura III.4: Estructura de la trama MPEG-2 .....	108
Figura III.5: Codificador MPEG-2. ....	110
Figura III.6: Estructura de un paquete de transporte. ....	111
Figura III.7: Multiplex para formar un flujo de transporte de programa. ....	112
Figura III.8: Multiplexación para formar un flujo de bits a nivel de sistema .....	113
Figura III.9: Señal Transmitida de 8VSB.....	114
Figura III.10: Modulación PSK.....	116
Figura III.11: Ejemplos de constelaciones QAM .....	117
Figura III.12: Técnica multiportadora convencional, modulación con portadora ortogonal.....	118
Figura III.13: Redes SFN (Única-Frecuencia) y MFN (Multi-Frecuencia).....	121
Figura III.14: Sistema ATSC .....	122
Figura III.15: Sistema de audio.....	126
Figura III.16: Sistema de transmisión ATSC.....	127
Figura III.17: Sistema de transmisión ATSC.....	127
Figura III.18: Redes de múltiples transmisores.....	129
Figura III.19: Segmento del Espectro de la Estructura ISDB-T .....	142
Figura III.20: Esquema de implementación de la Televisión Digital Terrestre en Japón	144
Figura III.21: Bloques funcionales del sistema.....	145
Figura III.22: Estructura del estándar ISDB-T .....	146
Figura III.23: Sistema de Transmisión en Modo Jerárquico .....	148
Figura III.24: Sistema General de Transmisión SBTVD-T .....	150
Figura III.25: Diagrama en Bloques del Sistema de Transmisión SBTVD-T .....	151
Figura III.26: Diagrama del estándar DTMB .....	155
Figura III.27: Estructura de trama .....	157

Figura VI.1: Circuito 1 Modo Movil. .... **iError! Marcador no definido.**

Figura VI.2: Circuito 2 – Modo Movil. .... **iError! Marcador no definido.**

Figura VI.3: Circuito 2 – Modo Movil. .... **iError! Marcador no definido.**

Figura VI.4.- Comparación Evaluación Subjetiva Modo Fijo: ISDB-T / DVB-T / SBDTV / DTMB ..... **iError! Marcador no definido.**

Figura VI.5: Comparación Evaluación Subjetiva Modo Móvil: ISDB-T / DVB-T / SBDTV / DTMB ..... **iError! Marcador no definido.**

Figura VI.6: Comparación de Evaluación Subjetiva Modo Portátil: ISDB-T / DVB-T / SBDTV / DTMB ..... **iError! Marcador no definido.**

Figura VI.7: Comparación de Evaluación Subjetiva Modo Peatonal: ISDB-T / DVB-T / SBDTV / DTMB ..... **iError! Marcador no definido.**

Figura VI.8: Comparación de Evaluación Subjetiva Calidad de Video: ISDB-T / DVB-T / SBDTV / DTMB ..... **iError! Marcador no definido.**

Figura VI.9: Comparación de evaluaciones para el canal de Video: ISDB-T / DVB-T / SBDTV / ANALÓGICA ..... **iError! Marcador no definido.**

Figura VI.10: Comparación de evaluaciones para el canal de Audio: ISDB-T / DVB-T / SBDTV / ANALÓGICA..... **iError! Marcador no definido.**

Figura VI.11: Comparación de Evaluación subjetiva de audio: ISDB-T / DVB-T / ANALÓGICA (Excelente + Buena) ..... **iError! Marcador no definido.**

Figura VI.12: Comparación de Evaluación subjetiva de video: ISDB-T / DVB-T / ANALÓGICA (Excelente + Buena) ..... **iError! Marcador no definido.**

Figura VI.13: Evaluación subjetiva a 2,5 Km del Tx de: ISDB-T / SBTVD-T / DVB-T / ANALÓGICO ..... **iError! Marcador no definido.**

Figura VI.14: Evaluación subjetiva a 5 Km del Tx de: ISDB-T / SBTVD-T / DVB-T / ANALÓGICO ..... **iError! Marcador no definido.**

Figura VI.15: Evaluación subjetiva a 7,5 Km del Tx de: ISDB-T / SBTVD-T / DVB-T / ANALÓGICO ..... **iError! Marcador no definido.**

Figura VI.16: Evaluación subjetiva a 10 Km del Tx de: ISDB-T / SBTVD-T / DVB-T / ANALÓGICO ..... **iError! Marcador no definido.**

Figura VI.17: Evaluación subjetiva a 12,5 Km del Tx de: ISDB-T / SBTVD-T / DVB-T /ANALÓGICO .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
Figura VI.18: Evaluación subjetiva a 15 Km del Tx de: ISDB-T / SBTVD-T / DVB-T /ANALÓGICO .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
Figura VI.19: Evaluación subjetiva a 17,5 Km del Tx de: ISDB-T / SBTVD-T / DVB-T /ANALÓGICO .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
Figura VI.20: Evaluación subjetiva a 20 Km del Tx de: ISDB-T / SBTVD-T / DVB-T /ANALÓGICO .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
Figura VI.21: RELACION SEÑAL A RUIDO [dB] .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
Figura VI.22: Anchura de Banda .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
Figura VI.23: Voltaje en el Receptor.....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
Figura VI.24: Intensidad de Campo Electrico.....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
Figura VI.25: Graficas de Intensidades de Campo y Relaciones de Señal a Ruido a diferentes Azimuts: ISDB-T / SBTVD-T / DVB-T /ANALÓGICO	<b>iError! Marcador no definido.</b>
Figura VII.1: Diagrama general de la red.....	205
Figura VII.2: Adopción de Estándares de TDT en América del Sur. ....	217

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.1: Servicios Interactivos .....	- 50 -
Tabla II.1: Intensidad de campo mínima para las áreas de cobertura .....	- 61 -
Tabla II.2: Relaciones protección entre señales deseada y no deseadas .....	- 62 -
Tabla II.3: Valores establecidos en la Norma Técnica .....	- 63 -
Tabla II.4: Canales de Televisión y sus Frecuencias. ....	69
Tabla II.5: Rango de Frecuencia VHF.....	70
Tabla II.6: Rango de Frecuencia UHF .....	70
Tabla II.7: Lista de Televisores Digitales Modelos Compatibles con ISDTV.....	74
Tabla II.8: Lista de STB o Cajas Decodificadoras.....	75
Tabla II.9: Precios de Equipos de Recepción.....	78
Tabla III.1: Formatos y macrobloques.....	105
Tabla III.2: Resolución de Pantalla.....	124
Tabla III.3: Perfiles y Niveles. ....	125
Tabla III.4: Parámetros de Transmisión VSB. ....	128
Tabla III.5: Países que han adoptado el Estándar ATSC.....	129
Tabla III.6: Velocidades de Información con diferentes Modulaciones.....	134
Tabla III.7: Distancia Máxima entre Transmisores en redes SFN .....	135
Tabla III.8: Países que han adoptado el estándar DVB-T.....	137
Tabla III.9: Formatos estándar ISDB-T.....	146
Tabla III.10: Formatos de Audio Estándar ISDB-T.....	147
Tabla III.11: Parámetros del Sistema de Transmisión.....	152
Tabla III.12: Adopción del estándar ISDB-T o SBTVD-T .....	154
Tabla III.13: Parámetros del sistema DTMB .....	156
Tabla III.14: Adopción del estándar DTMB .....	157
Tabla IV.1: Comparación Técnica entre Estándares. ....	164

Tabla IV.2: Otras Comparaciones de Aspecto Técnico entre los tres Estándares reconocidos .....	169
Tabla IV.3: Comparaciones de Carácter Económico. ....	170
Tabla IV.4: Características de los Estándares de Televisión Digital Terrestre .....	172
Tabla V.1: Modelos de transición de la televisión .....	182
Tabla V.2: Penetración de las tecnologías de la Información y la Comunicación .	184
Tabla VI.1: Lugares y Fechas de Ejecución de las Pruebas Técnicas. <b>iError! Marcador no definido.</b>	
Tabla VI.2: PUNTOS DE MEDICIÓN CON AZIMUT Y DISTANCIA RESPECTO DEL SISTEMA RADIANTE.....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
Tabla VI.3: Puntos de Medición en Modo Peatonal ...	<b>iError! Marcador no definido.</b>
Tabla VI.4: Puntos de Medición Modo Portátil.....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
Tablas VI.5: ANÁLISIS DE DATOS EVALUACIONES SUBJETIVAS EN LOS DIFERENTES MODOS .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
Tabla VII.1: Tarifas de Concesión de Frecuencias para VHF y UHF.....	203
Tabla VII.2: Equipos para un estudio de televisión.....	204
Tabla VII.3: Costo de tener dos estudios a nivel local y nacional.....	205
Tabla VII.4: Costo del Codificador MPEG-4.....	205
Tabla VII.5: Costo del Modulador ISDTV .....	207
Tabla VII.6: Costo Multiplexador ISDTV.....	207
Tabla VII.7: Costo Transmisor ISDTV.....	207
Tabla VII.8: Costo de transmisores normales .....	207
Tabla VII.9: Costos de inversión inicial de un canal de televisión.....	209
Tabla VII.10: Comparación MPEG-2 VS MPEG-4.....	212



## **INTRODUCCIÓN**

Durante las últimas décadas la humanidad ha desarrollado tecnologías enfocadas al mejoramiento de la transmisión de información a través de redes de telecomunicaciones y al aprovechamiento del espectro radioeléctrico para los servicios de telecomunicaciones, incluyendo la parte atribuido al servicio de televisión terrestre radiodifundida.

En la actualidad se está viviendo la transformación global de este servicio en el que la televisión digital representa una revolución en la transmisión de programas junto a una gran flexibilidad en los contenidos emitidos, siendo posible mezclar un número determinado de canales de vídeo, audio y datos en una sola señal.

Con la digitalización de la televisión se incrementa la calidad de las imágenes comparables a la de un DVD, la señal es menos propensa a ruidos e interferencias que la analógica y con respecto al sonido se apreciará su profundidad y claridad. Se logra un mejor aprovechamiento del uso del espectro, se aumenta el número de canales que pueden emitirse, se optimizan los costos de distribución y recepción para los operadores, se accede a una gama de nuevos servicios adicionales (asociados a las transmisiones televisivas e independientes como los interactivos) y es posible la recepción en exteriores e interiores e inclusive con característica de poder ser recibida en equipos portátiles y móviles.

La radiodifusión digital terrestre del servicio de televisión constituirá un avance tecnológico importantísimo en el ámbito de las comunicaciones y reviste una gran importancia, teniendo en cuenta la penetración que alcanza el servicio de televisión en Ecuador. Así, a través de la televisión se tendrá acceso a los grandes mercados del mundo de la información, permitiendo a los usuarios interactuar con la televisión y utilizar los aplicativos que ésta proporcione para conectarse con diferentes proveedores de servicios.

Asimismo, el desarrollo de la televisión digital terrestre posibilitará el acceso de los sectores de población de escasos recursos a redes y servicios de

telecomunicaciones ya establecidos o por establecer, a los cuales no es posible acceder actualmente.

El contenido de esta tesis se compone de siete capítulos en los que condensan los estudios y, en general todas las acciones encaminadas a la toma de decisión del estándar de televisión digital terrestre para Ecuador.

A continuación se presenta una síntesis de cada uno de estos capítulos:

### **Capítulo 1. GENERALIDADES**

En este capítulo se narra una introducción a lo que es la Televisión Digital Terrestre, la definición de la misma, objetivos, características, beneficios y la gama de servicios que nos ofrece la tecnología actual al implementar en nuestro país una de las mayores evoluciones que ha tenido la radiodifusión televisiva desde su invento, la hoy denominada Televisión Digital Terrestre.

### **Capítulo 2. TV ANALÓGICA, ESPECTRO RADIOELÉCTRICO Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

En este Capítulo se presenta a grandes rasgos la historia de la televisión en Ecuador, desde su nacimiento en 1960 hasta el día de hoy, registrando hitos trascendentales de este medio, tales como el inicio de sus emisiones, el nacimiento de sus primeras programadoras, la creación de la antigua Primera Televisión Ecuatoriana, la expansión de la red pública de televisión, la introducción de la televisión a color y el momento actual en el que nos enfrentamos al cambio de paradigma de lo analógico a lo digital en el servicio de televisión terrestre.

También se incluye un análisis de factibilidad de la implementación de la TDT en Ecuador y los aspectos que influyen en la toma de esta decisión.

### **Capítulo 3. ANÁLISIS DE LOS ESTÁNDARES DE TV DIGITAL**

En este Capítulo se esbozan a grandes rasgos los cinco "estándares" de televisión digital terrestre dominantes, los cuales se disputan palmo a palmo la supremacía

universal en este servicio. Se presentan las características técnicas generales de los estándares americano, ATSC (Advance Television System Committee), europeo, DVB-T (Digital Video Broadcasting Terrestrial, japonés y su derivación brasilera, ISDB-T (Integrated Service Digital Broadcasting Terrestrial) y SBTVD-T (Servicio Brasileiro de Televisión Digital Terrestre) y Chino, DTMB (Digital Terrestrial Multimedia Broadcasting).

#### **Capítulo 4. COMPARACIÓN ENTRE ESTÁNDARES**

En este capítulo se describe la estructura y las características más relevantes de cada uno de los estándares propuestos para la Televisión Digital Terrestre a implementarse en Ecuador.

Estos datos presentados y clasificados en forma de tablas son la información que nos guiara de la manera más clara en el aspecto técnico a tomar una decisión para la recomendación del estándar que será adoptado en nuestro país Ecuador buscando la manera de que este estándar sea el que más beneficios nos brinde a todos los Ecuatorianos.

#### **Capítulo 5. LA RADIODIFUSIÓN DIGITAL EN AMÉRICA Y SU CONDICIÓN ACTUAL.**

En este capítulo se analiza la situación en la que se encuentran y el enfoque que tienen cada uno de los países del continente americano en cuanto a la abrumadora introducción de la nueva tecnología de televisión digital, también se describen los modelos de transición de la televisión y las oportunidades que la radiodifusión de televisión terrenal digital nos ofrece.

#### **Capítulo 6. PRUEBAS TÉCNICAS Y RESULTADOS**

En este capítulo se incluyen los parámetros y resultados más relevantes de las pruebas técnicas que fueron efectuadas en la ciudad de Quito realizadas por el departamento técnico de la Superintendencia de Telecomunicaciones "SUPATEL", pruebas de las cuales formamos parte del personal de evaluación gracias a la gestión realizada por parte de la Delegación Regional Centro y la Escuela de Ingeniería Electrónica de la ESPOCH, instituciones que facilitaron nuestra

presencia en dichos eventos de trascendental importancia en la televisión Ecuatoriana.

## **Capítulo 7. RECOMENDACIÓN DEL ESTÁNDAR DE TELEVISIÓN DIGITAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN EN EL ECUADOR**

En este capítulo se resumen los aspectos técnicos de cada estándar que serán una base muy importante para la recomendación del estándar de Televisión Digital Terrestre a implementarse en Ecuador. Además se describen las propuestas de innovación desarrollo e investigación tecnológica que cada estándar estaría dispuesto a brindar en caso de ser seleccionado.

Estos siete capítulos están acompañados de Tablas y cuadros explicativos, Figuras ilustrativas y Anexos que soportan toda la documentación contenida en este documento.

## **CAPITULO I**

### **GENERALIDADES**

La implantación de la Televisión Digital Terrestre constituye no sólo una mejora de la transmisión de las señales de televisión, sino que está llamada a constituir un hecho de especial importancia económica, social y cultural al ofrecer nuevos servicios, canales y contenidos, abriendo las puertas de la era digital a los numerosos hogares que hasta ahora se han mantenido al margen del desarrollo de la Sociedad de la Información. Así, la Televisión Digital Terrestre (TDT), como elemento clave en el progreso de la televisión terrestre, debe continuar y profundizar el hilo lógico que hereda de la televisión analógica y llevarlo más allá, para llegar a ser una más de las tecnologías que brindan un impulso al desarrollo de la Sociedad. Para llevar a buen puerto este cometido, será necesario:

- El desarrollo de contenidos atractivos, útiles y diferenciales que atraigan al público y le inviten a disfrutar de la nueva tecnología.
- El desarrollo de una infraestructura nacional que permita la transmisión de las señales digitales.
- La adopción del equipamiento digital por los consumidores para poder acceder a la nueva oferta y servicios.

La digitalización de la TV terrestre permitirá ofrecer servicios avanzados que hasta ahora estaban reservados para otras tecnologías, al disponer de un número mayor de canales del que ofrece la TV analógica, al incrementar la calidad de la emisión donde las estaciones de TV están en capacidad de ofrecer programas con una mejor calidad de imagen y sonido envolvente, permitiendo

interactividad con el usuario y mejor optimización en el uso del espectro radioeléctrico, pero los servicios no se quedan ahí, sino que también se van a abrir las puertas a la futura introducción de aplicaciones hasta ahora inimaginables, como la recepción móvil de televisión, la interactividad, la televisión a la carta o los servicios multimedia tan de moda hoy en día con la explosión de Internet.

Para la televisión digital se han definido oficialmente tres "estándares", los cuales han sido aceptados por la UIT, siendo estos, el americano "ATSC", el europeo "DBV-T" y el japonés "ISDB-T", cabe mencionar que para el estudio que se desarrolla en la presente tesis consideraremos también como "estándares" a las derivaciones brasilera y china, adoptados por diversos países y soportados por organizaciones internacionales. Por lo tanto serán los siguientes: el americano ATSC (Advance Television System Committee), europeo DVB-T (Digital Video Broadcasting-Terrestrial), japonés y su derivación brasilera, ISDB-T (Integrated Service Digital Broadcasting-Terrestrial) y SBTVD-T (Servicio Brasileiro de Televisión Digital Terrestre), el Chino DTMB (Digital Terrestrial Multimedia Broadcasting). Cada estándar permite a nuestro país desarrollar un modelo de negocios.

### **1.1 DEFINICIÓN DE LA TELEVISIÓN DIGITAL**

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

Los canales radioeléctricos de la Televisión digital ocupan el mismo ancho de banda (6MHz) 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 "HDTV" (gran calidad de imagen y sonido) a cuatro programas con calidad técnica similar a la actual "SDTV".

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

- Permite tener una recepción de alta calidad en nuestros hogares.
- Permite la recepción portátil y en movimiento.
- Permite usar redes de única frecuencia.
- Requiere menor potencia de transmisión.
- Incrementa la oferta de programas y servicios multimedia.
- Mejora de la calidad de la imagen y del sonido (se evitan los efectos de *nieve* y de doble imagen de la televisión analógica) en la zona de cobertura, consecuencia de la robustez de la señal digital frente al ruido, las interferencias y la propagación multitrayecto.
- Permite un realismo mayor de los contenidos.
- Permite visualizar un formato panorámico de 16:9
- Se puede ofrecer un sonido multicanal, con calidad de disco compacto. Adicionalmente la multiplicidad de canales de audio permite conseguir el efecto de sonido perimétrico empleado en las salas de cine. Aparte, estos canales podrían emplearse para transmitir diferentes idiomas con el mismo programa de vídeo.
- El televisor pasará 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 bolsa, video-teléfono, guías electrónicas de programas (EPG), vídeo bajo demanda, pay per view, teletexto avanzado, banco en casa, tienda en casa, etc.

- Facilita los servicios de ámbito nacional, regional y local.

La televisión digital, conlleva a una mejora en la recepción de la señal de televisión, optimizando el uso del espectro radioeléctrico y aporta una mayor calidad en la imagen y sonido. El proceso de transición de la televisión analógica a la digital ha venido inicialmente marcado por el interés de los gobiernos por aprovechar de forma más eficiente el espectro, por ampliar la oferta de canales, impulsar los nuevos servicios. La idea inicialmente era que América Latina tuviera un estándar unificado, sin embargo dado que las características y necesidades de cada país son distintas, se planteó buscar el estándar que cumpla con la mayoría de las expectativas, por tal motivo, los países pioneros se convirtieron en una fuente interesante para analizar más que en una tendencia determinante.

Debido a lo anterior el Gobierno Ecuatoriano, debe examinar las ventajas y desventajas de la adopción de cada uno de los estándares (Americano, Europeo, Japonés, Brasileño o el Chino) a la luz de las condiciones técnicas de las redes actuales, del costo de su implementación para los operadores, de los desarrollos de producciones para medios digitales, de los fabricantes de terminales, del manejo del espectro, y el impacto socioeconómico en la población ecuatoriana. Se deben plantear los objetivos claros de política, que surgen al determinar para qué el país necesita un estándar de televisión digital, es decir, lo que se necesita es contar con servicios de mejor calidad y alta definición, portabilidad, movilidad o si adicionalmente se busca una televisión interactiva que permita contar con aplicaciones y contenidos que permitan potenciar la educación, la transmisión de información, el entretenimiento y el costo para cada usuario.

Para implementar la televisión digital se debe tener en cuenta los siguientes factores:



- *Técnico:* estudiar y comparar los estándares, planificación del espectro radioeléctrico, determinar el período de transición y la calidad (HDTV, SDTV).
- *Económico-Social:* analizar los requerimientos económicos para sus operadores e inversionistas, impacto del estándar escogido en los hogares, la relación costo-beneficio de la TV Digital para el estado.
- *Regulatorio:* nuevas licencias y operadores, nueva regulación (leyes y reglamentos), posibilidad de prestar el servicio de TV radiodifundida mediante el servicio de pago.

## **1.2 OBJETIVOS PARA LA RADIODIFUSIÓN DE TDT**

### ➤ **Mejor Calidad Técnica**

La transmisión digital en sí ofrece una mejora significativa en la calidad técnica de las imágenes y los sonidos asociados, por ejemplo eliminando la "nieve" y los "fantasmas". Además, la HDTV ofrece seis veces más información por imagen, ofreciendo imágenes mucho más nítidas y claras, las cuales combinadas con un formato de presentación de pantalla ancha y seis canales de sonido envolvente de calidad de CD, representa una mejora cuántica en la calidad técnica de los servicios de televisión radiodifundida. Rápidos descensos en los precios de los dispositivos de presentación y los receptores han contribuido a un tremendo interés de los consumidores en los productos y servicios que brinda la HDTV.

### ➤ **Mayor Calidad y Variedad de Servicios**

La tecnología TTD también permite ofrecer varios servicios simultáneos de calidad SDTV, aumentando la cantidad y variedad de servicios provistos a sus espectadores. Por ejemplo, los radiodifusores no comerciales pueden utilizar esta capacidad para brindar programas educativos múltiples a las escuelas y los hogares. Con configuraciones de sistema diseñadas para maximizar la tasa de bits disponible en un canal de radiodifusión TTD, los radiodifusores pueden proporcionar varias combinaciones de tales servicios, por ejemplo uno de HDTV, uno de SDTV y una página Web.

➤ **Nuevos Servicios de Información e Inclusión Social**

La radiodifusión TTD facilita una variedad ilimitada de nuevos servicios de información, incluyendo servicios interactivos. Los servicios de información pueden integrarse con programas de video o independientemente de tales programas. Una gran cantidad de interactividad en tales aplicaciones puede brindarse simplemente descargando información sustancial de la que los espectadores pueden escoger. La interactividad puede incrementarse aun más mediante el uso de un canal de retorno a través del cual los espectadores pueden solicitar contenidos específicos del radiodifusor.

Existen múltiples tecnologías para implementar el canal de retorno, incluyendo, sin limitarse a ellos, las redes fijas y móviles, las conexiones de banda ancha o incluso un canal de retorno terrenal si se dispone de espectro adicional.

➤ **Portabilidad**

El servicio a receptores portátiles y los servicios móviles. Además de la recepción mediante receptores fijos con antenas ya sean externas o interiores, la radiodifusión TTD presenta la posibilidad de transmitir programas y aplicaciones a dispositivos portátiles, caracterizados por pantallas relativamente pequeñas y la necesidad de un consumo reducido de energía.

Tales dispositivos, típicamente teléfonos móviles y PDA (asistentes digitales personales), pueden equiparse con demoduladores de TTD a fin de permitir la recepción de contenidos de radiodifusión en cualquier momento y lugar.

Como tales, estos dispositivos portátiles pueden considerarse un punto de convergencia entre las redes de telecomunicaciones y las de radiodifusión. En algunos casos, los servicios suministrados a dispositivos portátiles pueden también proporcionarse independientemente del servicio de televisión terrenal digital, utilizando espectro adicional.

La radiodifusión TTD también brinda la capacidad de recepción por parte de receptores en movimiento, es decir, en trenes, buses o automóviles. La movilidad no necesariamente implica un consumo bajo de batería y típicamente requiere de dispositivos de visualización de medianos a grandes y por lo tanto no debe confundirse con los servicios brindados a dispositivos portátiles. Los servicios móviles se caracterizan por la recepción en vehículos de alta velocidad, lo cual presenta retos técnicos sustanciales para la recepción confiable de la señal.

Tanto la recepción móvil como el servicio a los dispositivos portátiles exigen reducciones en la tasa de bits que puede transmitirse en un canal terrenal. Así, dependiendo de la cantidad de servicios móviles o de hand-held provistos y la robustez de tales transmisiones, la provisión de estos servicios podría restar de la calidad y/o cantidad de servicios que podrían brindarse a los receptores TTD fijos y móviles.

➤ **La Eficiencia y Recuperación del Espectro**

La radiodifusión TTD utiliza mucho más eficientemente el espectro electromagnético que la radiodifusión analógica, y la conversión a la radiodifusión digital ofrece la oportunidad de recapturar y reutilizar una gama valiosa del espectro para otros servicios inalámbricos innovadores. Para algunos países, esta oportunidad será una fuerza motriz en el esfuerzo por apresurar la transición a la radiodifusión digital.

➤ **El Desarrollo Industrial y Crecimiento Económico (Economías de Escala)**

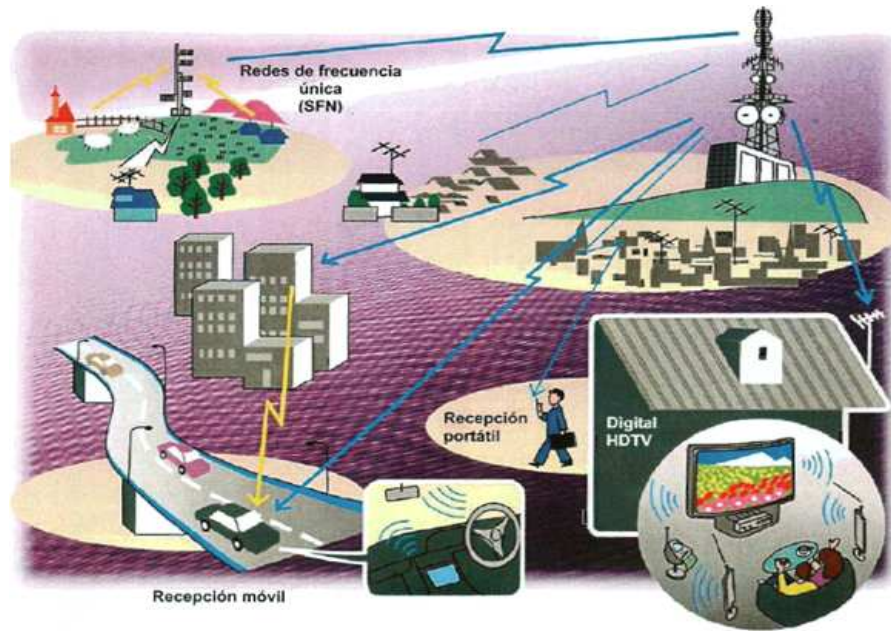
La transición a la radiodifusión TTD representa oportunidades significativas para promover el desarrollo industrial, la creación de empleo y el crecimiento económico, dependiendo de las características individuales de cada país y las políticas que decida adoptar.

➤ **Otras Metas**

La introducción oportuna y bien planificada de la radiodifusión TTD puede ser un factor importante en el desarrollo, tecnológico, económico y social de un país. Con ese fin, también deberán considerarse las siguientes metas:

- La adaptabilidad a las condiciones económicas
- El margen para una introducción gradual, minimizando los riesgos y costos sociales
- El aprovechamiento de las económicas de escala.
- La protección de los consumidores contra la obsolescencia prematura de sus productos TTD.
- La provisión de nuevas aplicaciones que faciliten el acceso a la cultura, la información y el entretenimiento.
- La promoción de la producción de contenidos y nuevas oportunidades comerciales.
- El fomento de soluciones que apoyen el desarrollo cultural y educativo.
- La promoción de la inclusión social, la diversidad cultural del país y el idioma oficial mediante el acceso a la tecnología digital, persiguiendo el objetivo de democratizar la información.

Al considerar todas estas metas, es de la mayor importancia que cada país establezca políticas que promuevan las inversiones apropiadas y apoyen modelos de negocios exitosos, reconociendo las condiciones económicas, sociales y empresariales únicas que prevalecen.



Fuente: Digital Broadcasting Experts Group

**Figura I.1:** Esquema de Transmisión de Televisión Digital

### **1.3 BENEFICIOS DE LA RADIODIFUSIÓN DE TELEVISIÓN TERRENAL DIGITAL (TTD)**

Hoy a través de América, la radiodifusión de televisión terrenal es uno de los medios de comunicación más conocidos e importante, transmitiendo noticias vitales, información y entretenimiento sin costo a cualquiera que tenga acceso a un equipo de televisión. Con una población de más de 800 millones, actualmente hay 400 millones de televisores en América, y este número sigue creciendo con la radiodifusión que alcanza más del 90% de los hogares en la mayoría de países. Siendo ya una parte vital de la infraestructura de las comunicaciones y de la información de la región, se espera que durante la próxima década los sistemas nacionales de radiodifusión de televisión de la región se actualicen de tecnología analógica a digital, manteniendo el ritmo con los avances digitales que están redefiniendo todos los tipos de telecomunicaciones globales. La transición a la radiodifusión de televisión terrenal digital (TTD) es un cambio revolucionario que transformará el futuro de la televisión gratuita al aire en América. Con tecnología digital, la TTD permite a cada radiodifusor llevar a cada hogar una enorme fuente inalámbrica de información, entregando 20 millones de bits por segundo a través

de cada canal de radiodifusión de televisión de 6 MHz. Esta capacidad no sólo permite la entrega de imágenes dramáticamente más fieles y sonido de ambiente con calidad CD, soporta una mayor cantidad y diversidad de programas de TV, además de todo un nuevo arsenal de servicios de información, incluyendo capacidades interactivas que ayudarán a traer más completamente y más uniformemente los beneficios de la era de la información a todos los ciudadanos en América.

Con la transmisión digital, la calidad de imagen y sonido mejora a través de la presentación de capacidades de imagen y audio significativamente mejoradas y la eliminación de nieve, ruido e imágenes fantasma. Los radiodifusores pueden proporcionar uno, o algunas veces dos programas de televisión de alta definición (HDTV), entregando imágenes mucho más claras y definidas con seis veces más información gráfica que las presentes radiodifusiones analógicas. O, dependiendo del tipo de programación, los radiodifusores pueden ofrecer de cuatro a seis o incluso más programas simultáneos de televisión con definición normalizada (SDTV) en un sólo canal de 6 MHz. Adicionalmente, se puede proporcionar audio de alta calidad con la tecnología avanzada de sonido multicanal.

Además de estos servicios innovadores de vídeo y audio, los radiodifusores pueden ofrecer una variedad ilimitada de nuevos servicios de información que pueden ofrecer nuevas oportunidades de negocios, mientras también proporcionan educación, cuidados de la salud y otras aplicaciones que tratan necesidades sociales apremiantes. Los radiodifusores podrán experimentar con variedad de ofertas y paquetes de servicio innovadores, mejorando su habilidad para responder al mundo mercantil, mientras continúan proporcionando servicios de programación gratuitos y cumpliendo con sus obligaciones de interés público. Por ejemplo, los radiodifusores pueden usar la TTD para entregar grandes cantidades de contenido de Internet a personas que probablemente nunca tengan una computadora personal. Dichas aplicaciones pueden ser entregadas a nuevos equipos de televisión digital, o a económicas cajas convertidoras que permitan la visualización de contenido digital en televisores analógicos existentes. De esta manera, TTD representa un medio inmediato y efectivo para promover la

inclusión social a través de la región y reducir la "división digital", de manera que todos los segmentos socioeconómicos de la sociedad puedan obtener los beneficios de esta fructífera nueva tecnología.

Así, la conversión a la televisión con tecnología digital representa una mejora sustancial en la calidad técnica de la televisión, además de una mejora sustancial en la cantidad de programación televisiva disponible, más una mejora revolucionaria en la infraestructura de información de las naciones que implementan la tecnología. Adicionalmente, debido a que la TTD hace mucho más eficiente el uso del espectro electromagnético que la radiodifusión de la televisión analógica, al final de la transición, los gobiernos serán capaces de volver a capturar y atribuir significativas cantidades de espectro que pueden soportar servicios inalámbricos innovadores adicionales que se enfocan a importantes necesidades sociales y son motores de crecimiento económico por décadas por venir.

#### **1.4 CARACTERÍSTICAS DE LA TV DIGITAL**

##### **a. Robustez vs ruido**

En transmisiones análogas, la recepción de señales débiles da lugar a una calidad de imagen degradada en forma de ruido en la pantalla de televisión. Una señal digital necesita identificarse solamente como "1" o "0" haciendo que las transmisiones digitales sean más inmunes al ruido comparadas con las transmisiones analógicas.

##### **b. Compresión de señales de video y audio en banda ancha**

ITU-R recomienda la misma técnica de compresión para las señales de video y las señales de audio, denominada MPEG-2. En la compresión digital de las señales de video, sin embargo, la manera en que aparecen las distorsiones depende de las características de la imagen. Las recientes técnicas de compresión de imagen MPEG-2 han alcanzado tasas de compresión de 1/20 para televisores estándar y 1/60 para HDTV. La investigación sobre MPEG-2 continúa con la esperanza de una mejora de

las tasas de compresión manteniendo el nivel apropiado de la calidad de la imagen.

**c. Técnicas de corrección de errores que no son posibles aplicar en señales análogas**

Básicamente hablando, no se puede eliminar el ruido en las transmisiones análogas. Sin embargo, en las transmisiones digitales es posible corregir errores de bitio ocasionados por distorsiones en la transmisión usando técnicas de corrección de errores. Solamente los errores de bitio que son demasiado grandes serán etiquetados como "errores". Mientras que un bitio extra de paridad que debe ser transmitido para corregir el error puede ser considerado como una desventaja desde el punto de vista de la potencia de transmisión, el efecto de corrección obtenido supera la ventaja de no enviar estos bitios. La corrección de errores se ha convertido en una tecnología indispensable para los sistemas digitales.

**d. Método idéntico para el manejo de señales de video, audio, datos y control**

Las señales digitales consisten en señales de "0" y "1" bitio que se transmiten en grupos denominados paquetes dentro de los tipos de señal digital indicados. Como resultado de ello, todos los tipos de señales se pueden manejar de la misma manera. Esta característica facilita la adición de nuevos servicios.

**e. Transmisión de datos de alto rendimiento**

En la transmisión de datos a través de canales análogos, tales como la transmisión Teletext que utiliza el período de blanqueo vertical de la señal de televisión, la capacidad de transmisión es bastante pequeña, a aproximadamente 11 Kbps por línea de escaneo. Por otro lado, las transmisiones digitales terrestres y por satélite, son capaces de envíos avanzados de servicios de transmisión de datos con tasas de transmisión de varios Mbitios. Aún más, considerando que las líneas telefónicas o LAN pueden ser utilizadas efectivamente para enlaces ascendentes (uplinks), varias aplicaciones de transmisión de datos digitales pueden ser previstas,



tales como la recepción inmediata de respuestas de los televidentes y la provisión de un fácil acceso a la Internet.

**f. Facilidad para la codificación de señales**

En contraste con la dificultad de la codificación de una señal análoga, la codificación de una señal digital se puede implementar fácilmente de tal manera que solamente los suscriptores puedan recibir el contenido de una transmisión a través de la decodificación de una señal digital original recibida.

**g. Transmisión de baja potencia**

Debido a que las señales digitales son inmunes a ruidos tal como se ha mencionado anteriormente en el punto **a)**, la potencia del transmisor puede bajar. Aunque la potencia de transmisión actual depende de la tasa de bitio y las condiciones de envío y recepción, se puede decir que normalmente la transmisión terrestre de televisión digital puede alcanzar un área de servicio particular para una potencia de transmisión de aproximadamente 1/10 de la potencia de transmisión de televisión análoga.

**h. Planificación de canal simplificado**

Debido a que la transmisión de baja potencia es posible, el efecto sobre canales adyacentes o en canales idénticos en diferentes áreas es pequeño. Por lo que la planificación de canales no presenta dificultades, pudiéndose utilizar un mayor número de canales.

**i. Robustos sistemas de modulación que evitan imágenes desdobladas y sombras**

El desdoblamiento de imágenes que son una forma de interferencia ocasionadas por edificios, son un problema de relevancia en la transmisión digital terrestre. Asumiendo que la tasa de bitio máxima es deseada para una banda de frecuencias limitada, no es posible evitar el desdoblamiento de imágenes usando un sistema de modulación portadora única

convencional. Por el contrario, la multiplexación de división de frecuencia ortogonal (OFDM) puede ser utilizada para eliminar el desdoblamiento de imágenes.

**j. Aplicable a tecnología de LSI**

Los aparatos de LSI han alcanzado altos niveles de integración y mayores velocidades año tras año. Debido a que la mayoría de las funciones implementadas por receptores de transmisión digital consiste en el procesamiento de señales digitales, se esperan receptores más pequeños y más baratos para un futuro cercano.

**k. Caída repetida en la calidad de servicio más allá del área de servicio.**

En transmisiones análogas que se alejan de la antena de transmisión representan mayores ruidos en la pantalla de televisión y un gradual deterioro de las imágenes por la debilitada potencia de recepción. Por el contrario, en transmisiones digitales, el uso de técnicas de corrección de errores resulta en una curva empinada para la relación entre la potencia de recepción y la tasa de error de bitio en el lado del receptor. Como consecuencia de ello, una baja potencia de recepción, inferior a los niveles mínimos, resulta en una pérdida completa de la recepción en oposición a un deterioro gradual de la calidad de la imagen.

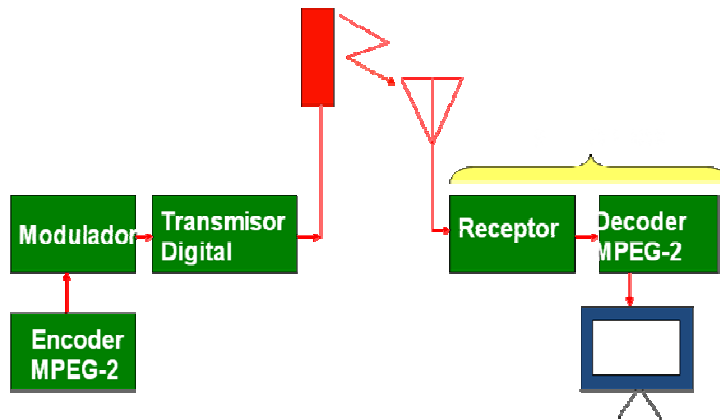
**l. Nuevas frecuencias requeridas para la transmisión digital.**

Actualmente se usa una gran gama de frecuencias para la transmisión terrestre de televisión análoga en el Ecuador y pocas son las frecuencias asignadas para la transmisión digital terrestre. Por tanto, para la transmisión digital terrestre es necesario mover algunas de las frecuencias utilizadas actualmente para la transmisión análoga hacia otras frecuencias y asignar nuevas frecuencias para la transmisión digital.

**m. Los usuarios deben adquirir nuevos receptores**

Debido a que los receptores análogos convencionales no pueden ser utilizados para la recepción de transmisiones digitales, los usuarios deben adquirir receptores especialmente diseñados para la transmisión digital.

**1.5 SISTEMA DE RECEPCIÓN DE LA TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE**



**Figura I.2:** Sistema de Recepción de la Televisión Digital Terrestre

El sistema tecnológico para la TDT recomendado por ITU (*International Telecommunication Union*) se constituye de tres etapas secuenciadas:

1. Codificación de la señal fuente.
2. Multiplexación.
3. Codificación de canal y modulación.

La primera etapa, de codificación de la señal fuente es donde ocurre la conversión y compresión de las señales de audio y vídeo en haces digitales denominados flujos elementales de información.

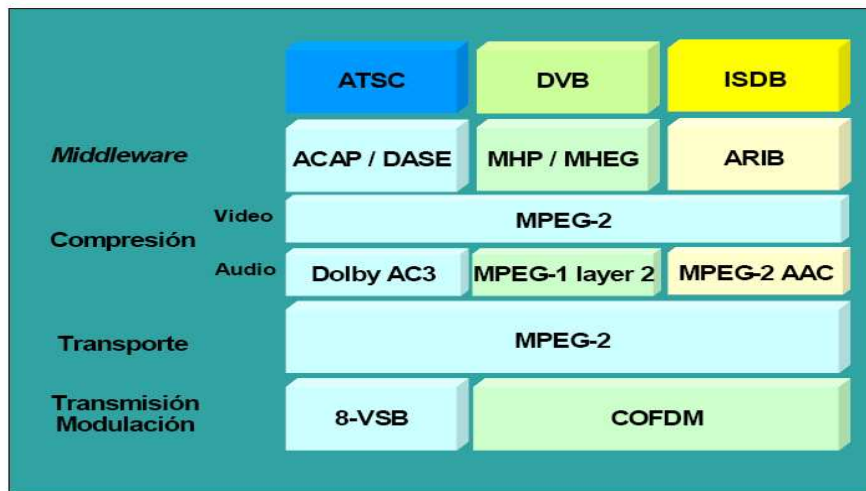
La etapa siguiente trata de la multiplexación de los diferentes flujos elementales componiendo un único haz digital a su salida. En la etapa de codificación de canal y modulación, el haz digital multiplexado se convierte en señales que pueden transmitirse por el aire, por el modo de radiodifusión.

En las etapas de codificación de la señal fuente y de multiplexación, se utiliza ampliamente el estándar MPEG-2, que presenta dos características importantes: asimetría y flexibilidad de codificación. En lo que respecta a la primera característica, el costo de codificación es mucho mayor al de la decodificación, tomando en cuenta que el alto costo del codificador es asimilado por la emisora/programadora, mientras que el receptor del usuario emplea un decodificador de bajo costo. En función de la flexibilidad, es posible codificar las imágenes con diferentes niveles de calidad de resolución.

En la etapa de codificación de canal y modulación, cada una de las propuestas de estándar de transmisión terrestre adoptó una solución específica. Además de diferir con respecto a los códigos correctores de errores, los estándares emplean diferentes técnicas de modulación: el ATSC adoptó la técnica 8-VSB (*Vestigial Side Band*); mientras que el DVB-T y el ISDB-T, la COFDM (*Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing*). Aunque utilicen la misma técnica de modulación, DVB-T e ISDB-T ofrecen diferentes opciones de parámetros para la configuración del modo de operación, tal como el número de portadoras. Con respecto a la recepción del usuario, es necesario que el televisor reúna condiciones para sintonizar y decodificar el flujo de informaciones digitales. Para aprovechar la gran infraestructura existente de receptores analógicos, normalmente se emplea un decodificador externo conectado a la entrada de la señal de los actuales televisores. Tales decodificadores son semejantes a los aparatos utilizados por las plataformas de televisión por suscripción, por satélite o por cable y se les conoce como *set-top boxes*.

En términos de audio, también hay diversidad de sistemas de codificación. El DVB-T utiliza el MPEG-1 Layer 2, elegido por ser ampliamente utilizado en el estándar de radio digital DAB y en otras industrias, como las de electrónica de consumo y la de radiodifusión vía satélite. El ATSC optó por el estándar Dolby Digital AC-3 estándar propietario y más sofisticado, que permite la transmisión de sonido envolvente en 5 canales (*surround*). Finalmente, el ISDB-T emplea

una versión más reciente de MPEG-2, el AAC, que también permite la oferta de sonido envolvente.



**Figura I.3:** Bloques Funcionales de los Tres Estándares

### 1.6 MÓDULOS DE LA TELEVISIÓN DIGITAL

Cada estándar se encuentra integrado por una serie de niveles o capas que dan soporte al sistema general. Para cada uno de los módulos existen varios codificadores que permiten implementar su función específica.

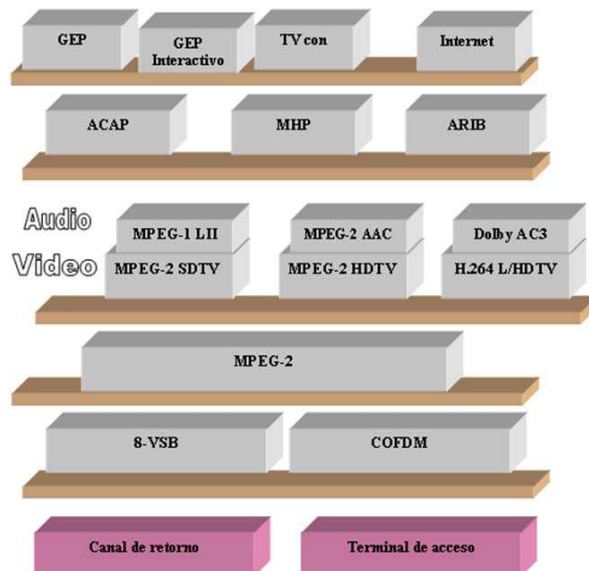
- **Aplicaciones**

- **Middleware**

- **Compresión**

- **Transporte**

- **Transmisión y modulación**



**Figura I.4:** Módulos de la Televisión Digital

### **1.6.1 Aplicaciones.**

El nivel de aplicaciones hace referencia a los servicios y beneficios que pueden ser prestados a los televidentes y usuarios en general, bajo el servicio de Televisión Digital, ejemplo Guía Electrónica de Televisión- GEP, Guía electrónica Interactiva I-GEP, internet, etc. Las diferencias más notorias en este campo están limitadas a la interactividad que permita implementar cada uno de los estándares.

### **1.6.2 Middleware.**

Es la plataforma de software que soporta las aplicaciones que son presentadas al televidente, haciendo independiente el entorno tecnológico que precede a la aplicación, es decir, la codificación de canal y los diferentes esquemas de compresión.

### **1.6.3 Compresión.**

La etapa de compresión es donde se realiza el tratamiento, codificación y compresión de las señales analógicas.

### **1.6.4 Transporte.**

El nivel de transporte hace referencia a como es procesada la información en conjunto, en esta etapa los cinco estándares manejan el mismo esquema de compresión, el cual se encuentra basado en M-PEG2, un codificador diseñado exclusivamente para manejo de audio y video en difusión con calidad de televisión.

### **1.6.5 Transmisión y Modulación.**

En esta etapa se presenta una de las diferencias más notorias entre los estándares, el esquema de modulación y codificación de canal de cada norma es distinto dado que se busca fortalecer una característica específica. El estándar ATSC codifica el canal con una modulación 8-VSB, el estándar Europeo utiliza COFDM, y el estándar ISDB, utiliza una modificación de

COFDM segmentado, donde cada segmento tiene su tiempo de duración propio, permitiendo el uso de segmentos para la recepción fija y otros para recepción móvil.

### **1.7 PAQUETE DE SERVICIOS.**

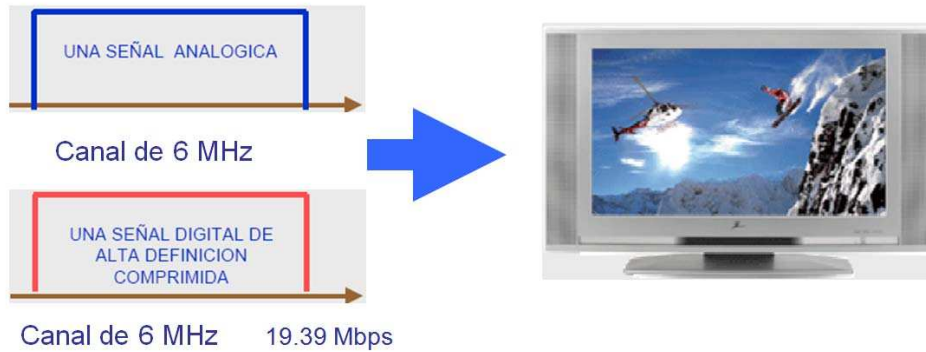
El paquete de servicios es un reflejo de cuánto se explotará de las potencialidades funcionales de la TV Digital, resaltándose aquí la importancia del contenido y de su formato, para que el usuario perciba valor en esta nueva tecnología. Las aplicaciones se entienden como la configuración de estos medios y recursos de servicios que efectivamente permiten proveer valor a los usuarios. Por lo tanto, las aplicaciones son soportadas por los servicios y dependen no solamente de las tecnologías habilitadoras y de toda la infraestructura de servicios subyacentes como del perfil de la demanda de los usuarios y de la estrategia y la capacidad de atención de los proveedores de servicio (radiodifusoras y otros agentes asociados).

Entre los principales servicios que pueden componer un paquete provisto de una plataforma de TDT se destacan:

#### **1.7.1 Monoprogramación**

La monoprogramación consiste en la exhibición de un único programa (contenido de vídeo y audio asociado), en la frecuencia designada exclusivamente para un proveedor del servicio, es decir, una radiodifusora. La configuración típica de este servicio es aquella adoptada en la actualidad por las radiodifusoras, en la cual el servicio se confunde con la infraestructura que le da soporte, es decir, el canal de frecuencia con 6MHz de ancho de banda. Es lo que se conoce como canal de televisión en la actual radiodifusión terrestre. La monoprogramación se organiza de tal manera que se presenta al usuario una secuencia de contenidos audiovisuales, conocidos por programas y con duración típica de 30 minutos a 2 horas. Normalmente, esta secuencia tiene periodicidad diaria o semanal, configurando las guías de programación del canal de televisión, cuyo contenido presentado puede componerse de noticieros, telenovelas, películas,

programas de auditorio, etc. En el ambiente de la TDT, la opción de los países que adoptan la monoprogramación ha sido utilizada para transmisiones con calidad de imagen en alta definición (HD)

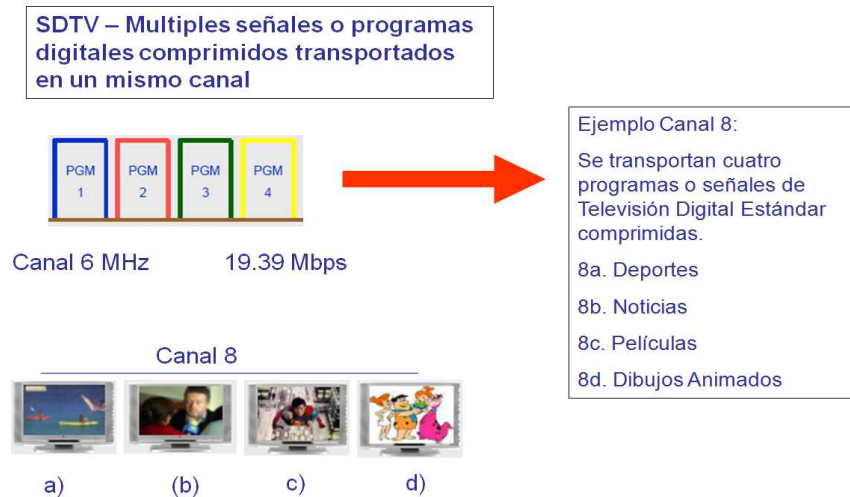


**Figura I.5:** Representación del Servicio de Monoprogramación

### 1.7.2 Multicanal

Este servicio consiste en la oferta de múltiples programaciones simultáneas de televisión a partir de un único canal de frecuencia de la plataforma digital. Como resultado de la codificación y compresión de señales de vídeo, audio y datos, es posible transmitir de cuatro a seis programaciones simultáneas en definición estándar en la banda de frecuencia en la cual el sistema analógico transmite solamente una programación. En el caso de varios países europeos, este servicio ha sido adoptado en modelos de negocio que tienen como objetivo solucionar el problema de limitación de espectro y permitir la entrada de nuevos agentes en el sector.





**Figura I.6:** Representación del Servicio Multicanal

### 1.7.3 Servicios Interactivos

Un servicio interactivo de TDT se define como aquél en el cual a partir de un aparato de TV el usuario puede participar afectando directamente el contenido que se encuentra disponible o se transmitirá, y cuyo disfrute difiere de aquél ofrecido por una secuencia lineal de programas de vídeo de radiodifusión. La interactividad implica por lo tanto la bidireccionalidad entre emisor y receptor.

La tipología adoptada para clasificar las aplicaciones interactivas es la que se basa en la presencia de un canal de retorno, medio físico para envío de la información del usuario al prestador del servicio interactivo. Determinadas aplicaciones interactivas no necesitan un canal de retorno, y se basan solamente en la interactividad local. Además, teniendo como referencia la plataforma de televisión, las aplicaciones interactivas pueden vincularse a los programas que se están exhibiendo. Cuando existe vinculación, la aplicación enriquece las informaciones sobre el programa o permite la participación del usuario durante su desarrollo. Cuando no hay vinculación, la aplicación deja al usuario fuera de la programación ofrecida por la radiodifusora.

**Tabla I.1:** Servicios Interactivos

	SIN CANAL DE RETORNO	CON CANAL DE RETORNO
<b>Aplicaciones relacionadas al programa</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Múltiples Cámaras</li><li>-Sinopsis de películas y novelas</li><li>-Información sobre jugadores/actores</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Comercio electrónico</li><li>-Educación a distancia</li><li>-Preguntas y respuestas</li></ul>
<b>Aplicaciones no relacionadas al programa</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Guía electrónica de programación</li><li>-Noticias y boletines</li><li>-Juegos residentes</li><li>-Previsión del tiempo</li><li>-Informaciones de tráfico</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Correo electrónico</li><li>-Conversación</li><li>-TV-Banco</li><li>-Gobierno electrónico</li><li>-Educación a distancia</li><li>-Juegos en red</li></ul>

#### **1.7.4 Servicios basados en Movilidad/Portabilidad**

Los servicios basados en movilidad/portabilidad permiten la recepción de señales de TV Digital por el usuario en diferentes condiciones: parado, caminando o dentro de un vehículo a alta velocidad. Estos servicios pueden utilizarse a partir de diferentes tipos de terminales con antenas integradas, es decir, por medio de televisores en vehículos y de receptores de TV integrados a teléfonos celulares u otros dispositivos portátiles.

Independientemente de especificaciones especiales de modulación, estos servicios presentan otra característica importante: su integración con redes de telecomunicación móviles permite la adición de un canal de retorno a la plataforma. De esta manera, hay una facilidad inherente al terminal portátil para ofrecer servicios interactivos en el modelo de servicio fundamentado en la movilidad/portabilidad, imprimiendo flexibilidad a la configuración de modelos de negocio.

## **CAPITULO II**

### **TV ANALOGICA, ESPECTRO RADIOELECTRICO Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

#### **2.1 NACIMIENTO DE LA TELEVISIÓN EN EL ECUADOR**

La historia del nacimiento de la televisión en el Ecuador está ligada a algunos personajes pero los principales son los esposos Michael Roswenda y Linda Zambrano, él alemán y ella manabita. Michael era hijo de inmigrantes judíos alemanes que habían huido de los horrores de la segunda guerra mundial y se habían radicado en Ecuador. En la ciudad de Guayaquil conoció a Linda Zambrano, manabita nacida en el cantón Sucre, y se casaron.

En 1958 el matrimonio realiza un viaje a varios países de Europa y antes de retornar a Ecuador adquirieron equipos de televisión de la fábrica alemana "**Grundig**" y los traen a Ecuador. Llegan al país en abril de 1959.

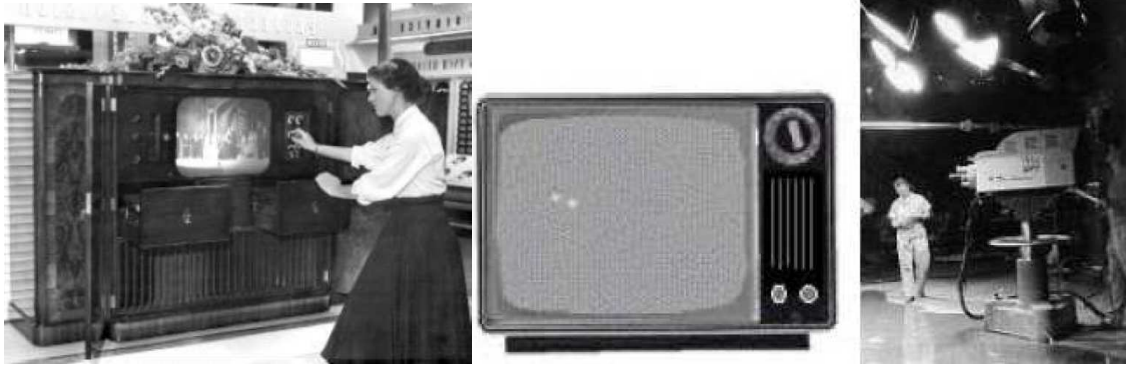
Encontrándose ya en nuestro país, arman los equipos a través de un técnico y realizan exhibiciones de televisión en 1959, en Quito primero y en Guayaquil después. En Quito no logran apoyo para la instalación de un canal de televisión, lo que sí encuentran de alguna manera en Guayaquil. El primer circuito cerrado realizado en Guayaquil se efectuó el 29 de septiembre de 1959 a las 8:30 de la noche. Por esas cosas del destino, casi paralelamente sucedió otra historia: HCJB, misión evangélica en Ecuador, a través de su misión en Estados Unidos había recibido en donación unos equipos General Electric que habían pertenecido a una empresa de televisión en Estados Unidos y que habían sido reparados por el misionero Gifford Hartwell. Los equipos llegaron a Quito en

junio de 1959. Ambos grupos, cada uno por su cuenta y aparentemente ignorándose uno y otro, iniciaron las gestiones para la instalación de un canal de TV en el país. Para ello era necesario que se elaborara una reglamentación sobre usos de frecuencia de TV, que no existía en el país. Esta se dio y fue en 1959, promulgado por el entonces Presidente Camilo Ponce Enríquez, publicado en el registro oficial con el número 985, el 5 de diciembre de 1959.

En esta pugna por llegar primero, el Estado otorgó la primera frecuencia de TV a nombre de Linda Zambrano, para el funcionamiento de Canal 4, Primera Televisión Ecuatoriana con sede en Guayaquil, mediante decreto ejecutivo emitido con fecha 1 de junio de 1960, doña Linda recibió de manos del entonces Ministro de Obras Públicas Sixto Durán Ballén el documento histórico que la convertiría en la primera concesionaria de un canal de TV en la historia del país. El canal fue inaugurado oficialmente el 12 de diciembre de 1960.

En cuanto a la misión evangélica, ésta hubo de esperar hasta 1961 en que se otorga el permiso de funcionamiento para HCJB TV, que sería el segundo canal de TV en la historia del Ecuador, con funcionamiento en Quito. El decreto ejecutivo se publica en el registro oficial el 12 de mayo de 1961, con el número 821, firmado por el Dr. José María Velasco Ibarra, Presidente del Ecuador. Así empezó la historia de la televisión comercial en nuestro país. La antigua Primera Televisión Ecuatoriana es la actual Red Telesistema Canal 4, y la antigua HCJB Canal 6TV es la actual Teleamazonas.

Ésta es la verdadera historia del nacimiento de la televisión en el Ecuador, probada con testimonios fehacientes de los protagonistas y con los documentos históricos.



**Fuente:** Tomado del libro "LA PRIMERA PANTALLA", nacimiento de la televisión en el Ecuador, del escritor manabita Fernando Macías Pinargote

**Figura II.1:** Origen de la Televisión

## 2.2 TELEVISIÓN A COLOR

En la década del 40 solo existía televisión monocromática o blanco y negro, es decir, que la señal de video transmitida por las estaciones existentes, solo incluían la información de brillo de la imagen, la cual era representada en la pantalla del receptor como una sucesión de puntos con mayor o menor intensidad (tonos de grises). Si bien hoy en día, ver imágenes en blanco y negro puede no resultar atractivo, esta modalidad de transmisión logra cumplir con un objetivo muy necesario: dotar a la imagen reproducida de definición suficiente para que el espectador pueda discriminar dentro de la imagen, las formas, y tamaños relativos de los componentes de la escena.

Cuando la tecnología pudo agregarle color a la imagen, hubo que analizar la forma de incluir dentro del canal de televisión, la información de color (crominancia), sin detrimento de la información de brillo (luminancia), ya existente.

La televisión en color se consigue transmitiendo, además de la señal de brillo, o luminancia, necesaria para reproducir la imagen en blanco y negro, otra que recibe el nombre de señal de crominancia, encargada de transportar la información de color. Mientras que la señal de luminancia indica el brillo de los diferentes elementos de la imagen, la de crominancia especifica la tonalidad y saturación de esos mismos elementos. Ambas señales se obtienen mediante las correspondientes combinaciones de tres señales de vídeo, generadas por la

cámara de televisión en color, y cada una corresponde a las variaciones de intensidad en la imagen vistas por separado a través de un filtro rojo, verde y azul.

Las señales compuestas de luminancia y crominancia se transmiten de la misma forma que la primera en la televisión monocroma. Una vez en el receptor, las tres señales de vídeo a color se obtienen a partir de las señales de luminancia y crominancia y dan lugar a los componentes rojo, azul y verde de la imagen, que superpuestos reproducen la escena original en color.

Cuando la señal de color entrante llega a un televisor de color, pasa por un separador que aísla el color del brillo. A continuación se descodifica la información de color. Al volverse a combinar con la información del brillo, se producen diferentes señales de color primario que se aplican al tubo tricolor, recreándose la imagen captada por la cámara de color. Si la señal de color llega a un televisor en blanco y negro, los circuitos del receptor ignoran los datos relativos a tonalidad y saturación y sólo tienen en cuenta la señal de brillo. La norma de televisión en color adoptada en Estados Unidos por el **National Television System Committee (NTSC)** y que es la usual en América Latina, no ha sido aceptada en otras partes del mundo. Quizá sobre todo por la ausencia de consenso acerca del equilibrio entre calidad y complejidad de la norma a utilizar. En muchas partes de Europa se rechaza la norma NTSC. En consecuencia, existen en el mundo varias normas, cada una de ellas con sus propias características. En la mayor parte de Europa Occidental, la norma actual es **PAL (Phase Alternating Line)**, mientras que Francia utiliza la norma **SECAM (Sequential Couleur A Memoire o Sequential Color with Memory)**. A grandes rasgos ambas pueden coexistir, pero existe un cierto grado de incompatibilidad en los equipos receptores.

## **2.3 TELEVISIÓN TERRESTRE: DE LO ANALÓGICO A LO DIGITAL**

### **2.3.1 Generalidades**

#### ***Televisión Analógica Terrestre***

La televisión analógica terrestre consiste en la radiodifusión unilateral de programas de televisión destinados a ser recibidos por el público en general a partir de una estación de difusión ubicada en tierra.

En la actualidad, el servicio de televisión terrestre es prestado en Ecuador en formato analógico NTSC/M (National Television System Committee). El NTSC es el comité responsable de definir el estándar de televisión analógica en los Estados Unidos. Como ya se ha mencionado también existen otros formatos de televisión analógica terrestre, siendo los siguientes:

- PAL (Phase Alternate Lines).
- SECAM (Sequential Couleur Avec Memoire), desarrollado por Francia.

#### ***TV Digital vs. TV Analógica***

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.

En la televisión analógica, los parámetros de la imagen y del sonido se representan por las magnitudes analógicas de una señal eléctrica. El transporte de esta señal analógica hasta los hogares ocupa muchos recursos. En el mundo digital esos parámetros se representan por números; en un sistema de base dos, es decir, usando únicamente los dígitos "1" y "0".

El proceso de digitalización de una señal analógica lo realiza el conversor analógico/digital. Esta representación, numérica en bits, permite someter la señal

de televisión a procesos muy complejos, sin degradación de calidad, que ofrecen múltiples ventajas y abren un abanico de posibilidades de nuevos servicios en el hogar. Sin embargo, la señal de televisión digital ofrecida directamente por el conversor analógico/digital contiene una gran cantidad de bits que no hacen viable su transporte y almacenamiento sin un consumo excesivo de recursos.

La cantidad de bits que genera el proceso de digitalización de una señal de televisión es tan alta que necesita mucha capacidad de almacenamiento y de recursos para su transporte.

Ejemplos de la cantidad de bits que genera la digitalización de 3 diferentes formatos de televisión:

- En formato convencional (4:3) una imagen digital de televisión está formada por 720x576 puntos (pixels). Almacenar una imagen requiere: 1 Mbyte. Transmitir un segundo de imágenes continuas, requiere una velocidad de transmisión de 170 Mbits/s.
- En formato panorámico (16:9) una imagen digital de televisión está formada por 960x576 puntos (pixels): requiere un 30% más de capacidad que el formato 4:3
- En formato alta definición la imagen digital de televisión consiste en 1920 x1080 puntos (pixels). Almacenar una imagen requiere más de 4Mbyte por imagen. Transmitir un segundo de imágenes continuas, requiere una velocidad de transmisión de 1Gbit/s.

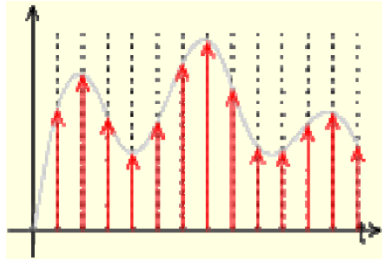
### ***TÉCNICAS BÁSICAS PARA CONVERTIR LA SEÑAL ANALÓGICA A DIGITAL***

- La señal es muestreada periódicamente a intervalos **T**
- La frecuencia:  **$f_s = 1/T$**
- **$f_s$**  es la tasa a la cual el codificador digital examina la señal analógica y la convierte a números digitales.



- Es equivalente a modular en amplitud una portadora **fs**
- Este muestreo debe hacerse a **fs > 2fb** como mínimo (donde fb es la anchura de banda de la señal) (tasa de Nyquist).

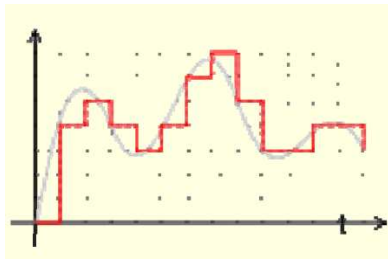
### **SEÑAL MUESTREADA**

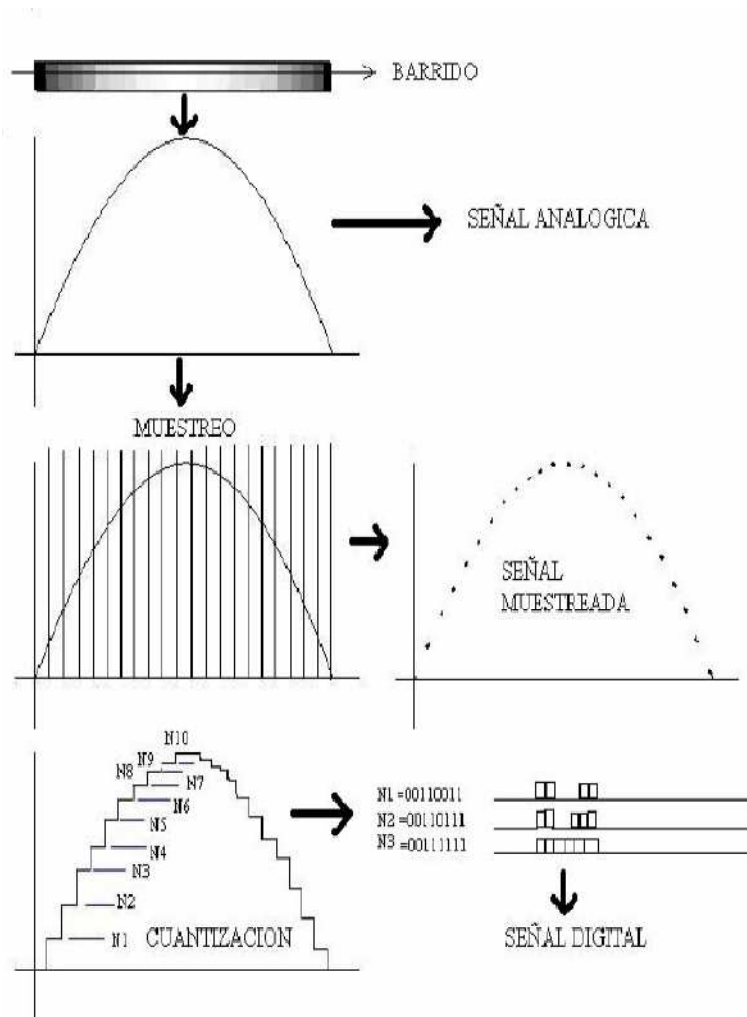


### **CUANTIFICACIÓN**

- Asigna valores numéricos discretos ( $Q=2^n$ ) a cada muestra, donde n: número de bits /muestra.
- La señal resultante es una aproximación de la original
- 8 bits/muestra:  $Q=28$  (256 valores discretos posibles)
- 10 bits/muestra:  $Q=210$  (1024 valores discretos posibles)

### **SEÑAL CUANTIFICADA**





**Figura II.2:** Muestreo Análogo Digital

Afortunadamente, las señales de televisión tienen más información de la que el ojo humano necesita para percibir correctamente una imagen. Es decir, tienen una redundancia considerable. Esta redundancia es explotada por las técnicas de compresión digital, para reducir la cantidad de "números" generados en la digitalización hasta unos niveles adecuados que permiten su transporte con una gran calidad y economía de recursos.

Estas y otras técnicas han sido los factores que han impulsado definitivamente el desarrollo de la televisión Digital, permitiendo el almacenamiento y transporte de la señal de televisión digital con un mínimo uso de recursos.

## **2.4 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DE LA TELEVISIÓN TERRESTRE DIGITAL (TTD) EN EL ECUADOR.**

### **2.4.1 Introducción.**

Con los avances que se desarrollan alrededor de la tecnología, se han dado cambios significativos en las transmisiones de televisión. Con la digitalización de los sistemas, la televisión se ha transformado: es posible mejorar la calidad de la imagen y del sonido, incrementar la oferta de canales difundidos, cambiar a recepción portátil y móvil, conectarse a Internet desde la pantalla del televisor, enviar y recibir correos electrónicos, hacer compras online, jugar en red y la televisión a la carta (ver programas o películas en el horario que elija el usuario). Todo esto es posible al tener un canal de retorno (cable, red telefónica pública, redes de telefonía móvil, redes XDSL, etc.) que brinda al usuario o televidente la interactividad tan esperada.

La digitalización permite que todo tipo de datos (textos alfanuméricos, gráficos, fotos, sonidos o imágenes en movimiento) utilizados para la prestación de distintos servicios (TV, radio, teléfono, transmisión de datos, servicios on-line), se transformen en un solo tipo de unidades básicas de información (bits). Se crea un mundo en el que cualquier tipo de información, (oral, musical o visual), se cuantifica y se codifica, siendo esta señal codificada la que se transmite. Esta homogeneidad técnica es el fundamento de multimedia que utiliza una misma unidad básica de información. Esto hace posible su almacenamiento en soportes comunes, el fácil tratamiento de la información, su compresión y su rápida transmisión a través de distintos tipos de redes (ondas terrestres, satélite, cable de televisión, cable telefónico). Debemos tomar en cuenta que hasta lograr una total transmisión digital en el Ecuador, nos tomará alrededor de unos 20 años y en los primeros años no lograremos una explotación total de todos los servicios que la televisión digital terrestre nos brinda.

En el Ecuador se necesita un profundo análisis de factibilidad para la transición de televisión analógica a digital, debiendo tener en cuenta los aspectos técnicos, económicos, de regulación y sociales que dichos cambios conllevan tanto para los

usuarios finales como para las estaciones de televisión. A continuación, trataremos cada uno de ellos:

#### **2.4.2 Aspectos Técnicos en el Ecuador.**

Debemos establecer las bandas de frecuencias, la re canalización y los criterios técnicos para la distribución y asignación de canales. Será un período de transición en el cual se transmitirá simultáneamente las señales analógicas y digitales de televisión. En las transmisiones de televisión digital terrestre, la imagen, el sonido y los contenidos adicionales se transforman en información digital, la cual es difundida a través de ondas terrestres y recibida a través de las antenas de televisión convencionales, previamente adaptada, de ahí finalmente pasa la imagen a nuestro receptor. Un aporte importante de la televisión digital es la interactividad y los servicios que ésta nos brinda.

Se debe tener claro que se necesitan bandas de frecuencia (canales) para que los radiodifusores realicen sus transmisiones en forma digital.

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

Debido a que la televisión analógica y digital coexistirá en el período de simulcasting, se mantendrá la Norma Técnica de Televisión Analógica que se aplica en la actualidad (ANEXO 1).

##### **2.4.2.1 Características Técnicas.**

Las características técnicas son las siguientes:

- Ancho de Banda
- Intensidad de Campo Eléctrico mínima a proteger.
- Relación de protección señal deseada/señal no deseada.
- Medición de las relaciones de protección.
- Potencia radiada máxima.
- Protección contra interferencias.

**Ancho de Banda.**

En Ecuador todas las estaciones deberán acondicionar sus señales para ocupar un espacio de frecuencia de 6 MHz.

**Intensidad de campo eléctrico mínima a proteger.**

Para los valores de intensidad de campo, se ha considerado los límites para la recepción en los bordes del área de cobertura secundaria y para la cobertura principal.

**Área de Cobertura Principal**

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

**Tabla II.1:** Intensidad de campo mínima para las áreas de cobertura

BANDA	BORDE DE ÁREA DE COBERTURA SECUNDARIA	BORDE DE ÁREA DE COBERTURA PRINCIPAL
I	47 dBuV/m	68 dBuV/m
III	56 dBuV/m	71 dBuV/m
IV y V	64 dBuV/m	74 dBuV/m

**Área de Cobertura Secundaria**

Aquella que se ubica en los alrededores de las ciudades, cuya intensidad de campo se halla entre los valores definidos a los bordes del área de cobertura y sin rebasar los límites de la zona geográfica.

**Relación de Protección Señal Deseada / Señal no Deseada.**

La relación de protección se considera en 4 escenarios, el de analógico se conserva según la norma técnica analógica, para el caso de los otros 3 casos se a considerado para CODFM FEC 2/3 y FEC 3/4, mostrándose en la tabla los valores mínimos de estas relaciones.

**Tabla II.2:** Relaciones protección entre señales deseada y no deseadas

CANAL INTERFERENTE	RELACION SEÑAL DESEADA N / SEÑAL NO DESEADA			
	Analógico sobre Analógico	Digital sobre Analógico	Analógico sobre Digital	Digital sobre Digital
Adyacente inferior <b>N-1</b>	-6dB	-11 dB/ 9 dB	-34.8 dB	-28.7 dB
Cocanal <b>N</b>	+28 dB	+32.8dB / 37.4-24 dB	+5.6 dB	+18.1 dB
Adyacente Superior <b>N+1</b>	-12 dB	-14.7dB/ 9.8 -24 dB	-34.3 dB	-26.7 dB

***Medición de las Relaciones de Protección.***

La selección de los parámetros apropiados para nuestro territorio, debe ser tomada por el CONARTEL (u organismo alterno que lo sustituya en sus funciones) luego de realizar las pruebas de campo correspondientes, donde se pueda observar que parámetros nos ofrecen un mejor desempeño para la transmisión hacia receptores fijos.

Los parámetros que se debe medir son:

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

***Potencia Radiada Máxima.***

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

contrato de concesión. Normalmente las transmisiones digitales requieren de entre un 50% y 75% (-3/-6 dB) menos de potencia para cubrir la misma zona que una transmisión analógica.

***Protección contra interferencias.***

Previo a la operación de una estación de televisión, deberán realizarse pruebas y mediciones sobre el funcionamiento de la estación. Antes deberán hacer transmitiendo en canal adyacente para el periodo de simulcasting, con el objeto de establecer su normal funcionamiento y el cumplimiento de las condiciones establecidas en la presente Norma Técnica.

**Tabla II.3:** Valores establecidos en la Norma Técnica

<b>ANCHO DE BANDA</b>	6MHz
<b>INTERVALO DE GUARDA</b>	1/16
<b>PORTADORA</b>	8k
<b>FEC (Tasa de Código)</b>	3/4 Modulación
<b>64 QAM Tasa de Transmisión</b>	19.33 Mbps

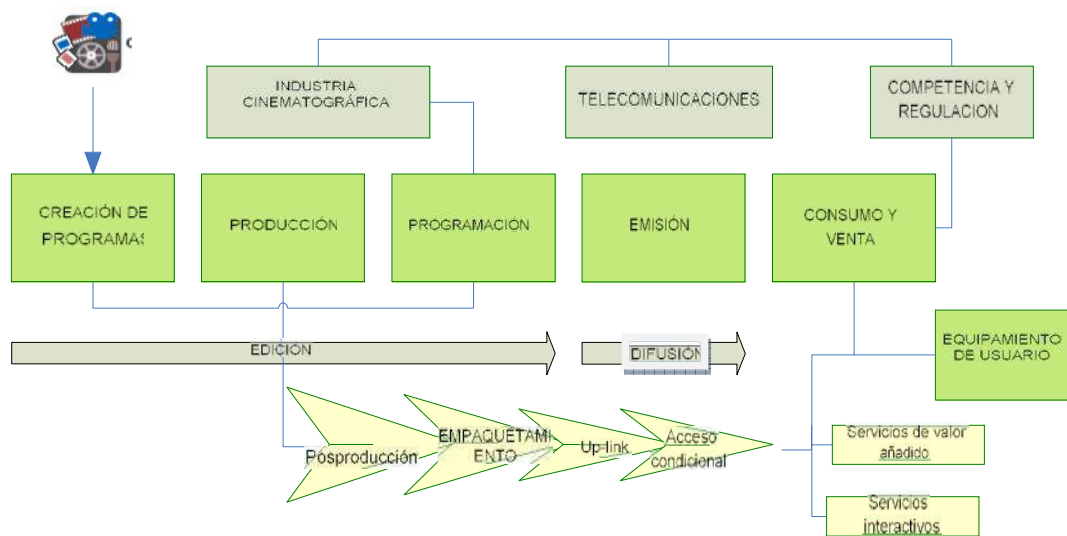
**2.4.3 Convergencia de Servicios y Televisión Digital.**

La tecnología digital aporta con una plataforma común para manipular cualquier tipo de información (datos, sonido e imágenes), esto significa que muchos servicios que tradicionalmente se encontraban separados (datos, radio y televisión), ahora pueden ser transportados dentro de la misma infraestructura. A la vez, la eficiencia de los sistemas que distribuyen estos servicios se está incrementando.

La tecnología digital hace que sean cada vez más similares las prestaciones y las características de los servicios en red basados en diferentes tecnologías. Sin duda, esto es de gran interés para los operadores de telefonía, internet y radiodifusión especialmente, ya que se tiende a la concentración de nuevos y variados servicios que a fin de cuentas, incrementan las oportunidades de negocios.

#### 2.4.4 Agentes Involucrados en la Televisión Digital.

La televisión digital terrestre es una revolución tecnológica e incide directamente sobre los agentes involucrados para la prestación de este servicio. Algunos de estos agentes han sido parte de la televisión analógica, otros han surgido debido a las características de la nueva televisión (Figura 8). Para el organismo regulador de los servicios de radiodifusión, es importante reconocerlos y determinar su grado de intervención en la generación tanto de programas como en la difusión de la señal digital.



**Figura II.3:** Cadena de valor genérica de los servicios digitales (agentes involucrados)

En las condiciones que actualmente se maneja este mercado, resulta complejo presentar una cadena de valor única para el sector audiovisual que agrupe los agentes y las interacciones surgidas entre los mismos. La Figura II.3 presenta una aproximación que puede reflejar la cadena de valor que se relaciona con esta nueva realidad.

La industria productora de los contenidos constituye el inicio de esta cadena. Luego de la post-producción y probablemente de empaquetado, estos contenidos se estructuran en forma de programas que entran a formar parte de un esquema de programación de un determinado editor de contenidos, posición que



actualmente ostentan los concesionarios de televisión (programadores) de naturaleza pública o privada.

Para la difusión de esta programación, el concesionario hace uso de infraestructuras que realizan la transmisión y en consecuencia el contacto con los usuarios del servicio de televisión. Es aquí donde los organismos reguladores realizan una planificación de frecuencias exclusiva para la televisión digital terrestre, determinan condiciones de técnicas de funcionamiento, el destino de la capacidad del multiplexor, especifican los servicios, extienden concesiones y permisos de operación para que los programas emitidos en digital puedan llegar a la población en general. La manera en que se concesionen los canales digitales, dependerá de las estrategias que tome el sector legislador para introducir la televisión digital terrestre.

#### ***Concesionarios de Televisión.***

Los concesionarios de televisión son las operadoras que han obtenido una frecuencia para operar en digital. Para la regulación y concesión, es importante reconocer que dentro del mismo espacio de frecuencia que utilizaba la televisión analógica, se pueden insertar múltiples programas y con una definición superior, una característica de la que se benefician los concesionarios. Con el incremento de la programación, el problema para este agente se encuentra en la "fragmentación" de los televidentes y por lo tanto, se presenta una dispersión de los ingresos por concepto de inversión publicitaria.

Las concesionarias no solo deberán afrontar los costos ligados a la compra de contenidos, confección de las programaciones, transporte de las señales y tasas por ocupación del espectro radioeléctrico, sino que habrá que añadir, además, el costo de configuración y gestión del multiplexor.

## **2.5 GESTIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO.**

Debemos tomar en cuenta, para la introducción de televisión digital terrestre, la disponibilidad de distribución de frecuencias en las bandas VHF, UHF y se debe

considerar las frecuencias que se utilizarán para las transmisiones analógicas hasta que cesen en su totalidad y las frecuencias para nuevos operadores digitales si así lo considerase el ente regulador a través de sus autoridades. Para poder trabajar al 100% con los servicios de la televisión digital terrestre, es necesario disponer de más capacidad del espectro radioeléctrico que actualmente se encuentra saturado, sin embargo esto mejorará a medida que se vaya implementando la televisión digital, y se entre en la etapa del apagón analógico, es decir que desde ese momento no existirán más transmisiones analógicas, ya que esto liberará algunas frecuencias reservadas previamente para este propósito, también podemos optimizar con las transmisiones multicanal.

Para las transmisiones digitales tenemos disponibles dos tipos de redes:

### **Redes Multifrecuencia (MFN)**

Estas redes se constituyen de manera similar a las redes de televisión analógica. Cada transmisor dispone de una frecuencia distinta para su operación, además, no demandan de sincronización entre los centros de emisión (esto abarata la implementación) y es permisible desconectar la programación en distintos niveles, esto depende de los intereses del editor de los contenidos. Al planificar este tipo de redes hay que tener presente que se necesitará más recursos de frecuencias para la formación de una red nacional.

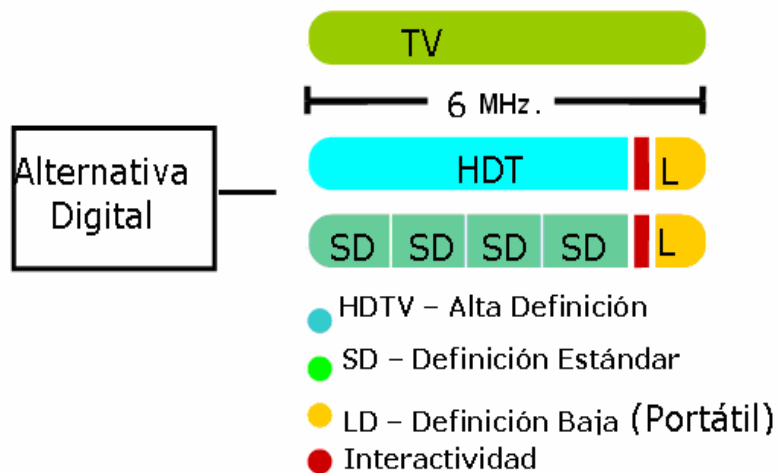
### **Redes de Frecuencia Única (SFN)**

Para este tipo de redes, los transmisores radian la misma señal dentro de la misma frecuencia, por lo tanto, requieren de la sincronización de todas las estaciones. Es imposible realizar desconexiones ya que la señal debe ser la misma para todos los equipos transmisores. Su beneficio está en un mejor aprovechamiento del espectro radioeléctrico y en una sencilla planificación de los canales.

#### **2.5.1 Multiplexación de la Señal.**

En la transmisión analógica, por cada frecuencia o canal, se transmite un solo programa. La digitalización de la señal y las técnicas de compresión de

imagen optimizan mucho más el ancho de banda permitiendo que puedan emitirse uno o varios programas dependiendo del formato de televisión digital utilizado y se lo conoce como canal múltiple. Este canal puede ser manejado por una sola operadora o por varias. Esto sería beneficioso en lo referente al espectro radioeléctrico. Para el proceso de multiplexación cada operador debe llevar una serie de labores técnicas mientras se cumplan reglas que se hayan establecido para el correcto funcionamiento de dicho canal. Sin embargo, existen labores que deberán llevarse a cabo de forma coordinada, como por ejemplo, quién se encarga de realizar la multiplexación entre los programas de un mismo canal múltiple y la inserción de las tablas de datos con información sobre los servicios prestados.



**Figura II.4:** Alternativa digital. HDTV, SDTV, LDTV, interactividad.

## **2.5.2 Norma técnica para televisión digital terrestre.**

### ***Bandas de frecuencias.***

El servicio de televisión digital terrestre, mientras dure la etapa de transición analógico/digital, se explotará en las siguientes bandas de frecuencia:

Banda 5a: de 686 a 722 MHz (6 canales)

Banda 5b: de 722 a 806 MHz (14 canales)

Los canales de la banda de frecuencias 686 a 722 se destinan a aquellos canales que, previa solicitud al CONARTEL (u organismo que lo sustituya en sus funciones), deseen trabajar en todo el ancho de banda del canal. Estas frecuencias serán asignadas a los canales que presenten dicha solicitud y comiencen la migración a televisión digital en un lapso de un año de adoptada la norma a regir en el Ecuador.

Los canales de la banda de frecuencias 722 a 806 están destinados a ser canales múltiples digitales. Según se convenga, se deberá realizar alianzas entre los canales interesados para que aprovechando la capacidad de transmisión de hasta cuatro canales por ancho de banda de 6 MHz se pueda aprovechar el limitado espectro con el que se cuenta para el período de transición, rigiéndose a las políticas regulatorias que se implanten.

### ***Canalización de las Bandas.***

La canalización de las bandas no es otra cosa, que distribuir las bandas que tenemos (I, III, IV, V), en canales de 6 MHz que son los que van a servir de canal múltiple, obteniendo de esta manera 12 canales en la banda VHF, y 30 canales en la UHF, en total tenemos 42 canales múltiples.

**Tabla II.4:** Canales de Televisión y sus Frecuencias.

Rango Frecuencias MHz	Banda	N° de Canal	Frecuencia Canal	
			Desde	Hasta
<b>VHF 54-72</b>	I	2	54	60
	I	3	60	66
	I	4	66	72
<b>VHF 76-88</b>	I	5	76	82
	I	6	82	88
<b>VHF 174-216</b>	III	7	174	180
	III	8	180	186
	III	9	186	192
	III	10	192	198
	III	11	198	204
	III	12	204	210
<b>UHF 500-608</b>	IV	13	210	216
	IV	19	500	506
	IV	20	506	512
	IV	21	512	518
	IV	22	518	524
	IV	23	524	530
	IV	24	530	536
	IV	25	536	542
	IV	26	542	548
	IV	27	548	554
	IV	28	554	560
	IV	29	560	566
	IV	30	566	572
	IV	31	572	578
	IV	32	578	584
	IV	33	584	590
	<b>UHF 614-644</b>	IV	34	590
IV		35	596	602
IV		36	602	608
IV		37	614	620
IV		38	620	626
<b>UHF 644-686</b>	IV	39	626	632
	IV	40	632	638
	IV	41	638	644
	V	42	644	650
	V	43	650	656
	V	44	656	662
	V	45	662	668
	V	46	668	674
V	47	674	680	
V	48	680	686	
V	49	686	692	

**Tabla II.5:** Rango de Frecuencia VHF.

Rango de Frecuencia VHF		
Banda	Desde (MHz)	Hasta (MHz)
Banda I	54	72
	76	88
Banda III	174	216

**Tabla II.6:** Rango de Frecuencia UHF

Rango de Frecuencia UHF		
Banda	Desde (MHz)	Hasta (MHz)
Banda IV	500	608
	614	644
Banda V	644	686

### 2.5.3 Ocupación de la Banda Alta UHF para Televisión Digital Terrestre.

En la actualidad no existe disponibilidad de canales de televisión en las bandas VHF y UHF, este aspecto es el principal obstáculo para el proceso de migración. Los canales del 14 al 20 consideren en el plan nacional de distribución de frecuencia a ser restituidos al CONARTEL (u organismo que lo sustituya en sus funciones) en un plazo de 4 años, constituye una posibilidad que ha sido discutida por parte del CONARTEL, hecho que podría retrasar la introducción de la tecnología.

En las zonas geográficas diferentes a las que corresponden a las ciudades de Quito y Guayaquil, existe cierta disponibilidad de canales destinados para televisión abierta, principalmente en la banda UHF situación que debe ser analizada pues constituirán posibles espacios para la transmisión. Es así que se podría recomendar al Concejo el empleo de dichos canales para este fin, lo que implica la suspensión de concesión de televisión abierta.

La distribución de canales para TV Digital debe obedecer a una zonificación específica que depende de las características técnicas de operación de las estaciones de TV Digital con las particularidades que deben considerarse para el caso de la sierra y de la costa, juntamente con un plan de distribución de canales para el servicio de TV digital terrestre.

#### **2.5.4 Canales Adyacentes.**

Para realizar asignación de canales adyacentes a los actuales canales analógicos de un concesionario establecido en una misma zona geográfica, se lo podrá efectuar pero después de haber realizado las respectivas pruebas técnicas donde se demuestre que no habrá interferencias sobre los canales en operación, debiendo esto ser soportado por un informe de la Superintendencia de Telecomunicaciones. Para estos casos, con el objeto de que no se produzcan interferencias a los canales adyacentes y a otras estaciones radioeléctricas, en el contrato de concesión se establecerán condiciones técnicas con respecto a: la potencia radiada, que no podrá ser superior a 100 W, (para el caso de interferencias), al diagrama de radiación de las antenas, la atenuación de señales no deseadas mediante la instalación de filtros y más dispositivos (sea en la estación de canal asignado como en las estaciones de los canales adyacentes).

Para obtener la concesión de un canal adyacente a una operadora que esté en operación, el interesado deberá presentar la autorización de los concesionarios de los canales que estén operando, que incluyan las características técnicas y otras condiciones que se establecerán en el contrato de concesión.

#### **2.5.5 Elección de la modalidad de migración.**

##### ***Transmisión en el mismo canal.***

Los factores determinantes que llevarían a la decisión de realizar la transmisión sobre el mismo canal, resultaría de dos aspectos fundamentales: el primero es la no disponibilidad de nuevos canales para la transmisión de televisión digital, lo cual definirá que no exista otra posibilidad que transmitir sobre el mismo canal. Sin embargo, esta situación podría ser diferente en las zonas en las que existe disponibilidad de frecuencias. El segundo aspecto es la falta de acuerdo para la compartición de un mismo canal por varios concesionarios, no existe acuerdo o la decisión de compartir infraestructura y que la gestión se la realice mediante un tercero. Sin embargo, esta posibilidad podría ser acogida por un determinado grupo de canales afin de que garantice una transmisión desde el punto de vista técnico y óptimo desde el punto de vista del operador, antes deberá ser aprobada por el CONARTEL (u organismo que lo sustituya en sus funciones). Por otra parte es de suma importancia definir cuál sería el horario de transmisión digital, de manera que no afecte a la audiencia analógica considerando que por el tiempo del proceso de transición, se verían afectados los televidentes que no han adquirido o reemplazado sus receptores.

### ***Transmisión en otro canal***

Este escenario está sujeto eminentemente a la disponibilidad de canales, sin embargo, este hecho no necesariamente implica transmisión exclusiva en un solo canal ya que dependería de la demanda de televisión digital, que induzca a una compartición de los canales disponibles, en cuyo caso se presentaría el mismo problema anterior relacionado a la falta de acuerdo por la compartición. Es importante tener en cuenta que esta modalidad estaría sujeta exclusivamente a la disponibilidad de canales en zonas y ciudades. Además se debe definir el tipo de programación a ser transmitido de manera que impulse la migración de los televidentes hacia la tecnología digital. El hecho de generar la misma programación que en analógico podría ocasionar un estancamiento en la transición. También es muy recomendable analizar, con el aporte de los operadores, los costos de implementación. Un limitante para este caso, podría ser el hecho de no generar una buena programación para varios canales de definición estándar que generaría un estancamiento en la transición. Se debe tomar en cuenta que para un canal transmitir en analógica y digital incrementaría los costos ya que deberían contar con estudios paralelos.

### **2.5.6 Ocupación del canal por un solo concesionario o por varios de ellos.**

#### ***Compartición del canal para el múltiplex***

La ocupación del múltiplex debe definirse de acuerdo al tipo de programa que vaya a compartir el canal y de acuerdo a las necesidades del concesionario. Se propone iniciar las transmisiones con canales de calidad estándar (SDTV).

#### ***Gestión de múltiplex.***

Existen dos alternativas: la primera es que la gestión de multiplexor sea realizada por uno de los concesionarios de los canales de TV-Digital que dispongan de los equipos necesarios. Otra es que la gestión de multiplexación sea realizada por una persona natural o jurídica independiente que brinde el servicio en mención de tal manera que exista trato igual, para los concesionarios de los canales de TV-Digital. Además deben cumplir con la calidad de servicio requerida.

### **2.5.7 Recepción.**

En el lado de los telespectadores, al considerar la recuperación de la señal HDTV o SDTV, afectará directamente a los receptores de la señal conocidos



como televisores. Para recibir la señal de televisión digital es necesario, adquirir un aparato que convierta la señal de digital a analógica de uso externo llamado "Set top Box" o bien un televisor digital, que nos muestra directamente la imagen. La utilización de un receptor y conversor traerá mejoras considerables en la señal de video y particularmente en el audio del sistema. Además permitirá tener acceso a los nuevos servicios digitales asociados.

En otros países, para la recepción, se está optando por antenas colectivas para uso comunitario (un edificio o de una urbanización) y de ahí llevar la señal hacia el decodificador de cada usuario final. Actualmente se trata de utilizar un decodificador general y transportar la señal directamente al televisor lo cual sería un ahorro económico significativo para los usuarios.

Para que no haya inconvenientes que perjudiquen a la industria de la televisión y evitar retrasos en el proceso de digitalización, debe haber una coordinación entre la demanda de receptores y la fecha de lanzamiento del sistema digital de televisión.



**Figura II.5:** (a) Display con receptor integrado,  
(b) receptor o conversor (Set top box)

El televidente deberá realizar una inversión para aprovechar la ventaja potencial que se relacionaron una mayor calidad de imagen y sonido. Esta inversión se puede hacer para obtener varios tipos de receptores: cajas decodificadoras STB (Figura II.7), televisor digital como se ve en la Figura II.6 o receptores mediante USB (Figura II.8) que se conecten al PC, adicionalmente antenas que podrían ser de utilidad para el usuario según el caso. A continuación presentamos un listado con los equipos presentes en el mercado con sus respectivos valores.

### **Televisor**



**Figura II.6:** Televisor Digital.

Dentro de televisores tenemos los siguientes:

**Tabla II.7:** Lista de Televisores Digitales Modelos Compatibles con ISDTV

Marca	Tamaño	HDTV	Característica	Precio (Usd.)
Hitachi	42"	Si	Plasma	1508,00
Samsung	46"	Si	LCD	1615,00
Boman	8"	Si	LCD	287,00
Sony	40"	Si	LCD	1890,00
Boman	20'	Si	LCD	580,00
Boman	32'	Si	LCD	780,00

Como podemos observar en la Tabla II.7, adquirir un televisor que nos permita recepción de televisión digital es muy costoso. El precio promedio en Brasil de los televisores de HDTV: es aproximadamente de US\$ 27 por pulgada.

Las principales características de los televisores digitales son las siguientes:

- Permiten recibir señales en los distintos formatos tanto SDTV y HDTV.
- Son compatibles con las guías electrónicas (EPG).
- Algunos ofrecen la relación de pantalla 4:3 y también 16:9.
- Compatibilidad con el audio para aprovechar al máximo esta prestación.
- Funcionan en bandas VHF y UHF.

Analizando la situación de nuestro país, muy pocas personas optarían por un equipo de estos y en lugar de ayudar a una aceptación masiva, estos equipos limitarían la transición. Es por este motivo que existen otras formas más económicas de recibir la señal digital, tales como los decodificadores que a continuación tratamos.

### **Decodificadores**



**Figura II.7:** Modelo de un decodificador.

Algunas STB o cajas decodificadoras que podemos nombrar son las mencionadas en la siguiente Tabla:

**Tabla II.8:** Lista de STB o Cajas Decodificadoras.

Marca	Canales	Unidad Disco Duro	EPG	HDTV	Precio
Topfield	2000	160	Si	Si	648,97
Yamada	600	80	Si	Si	252,73
RIMAX	-	160	Si	Si	212,75
DigiQuest	1000	40	Si	Si	156,21
Mvision	7000	-	Si	Si	120,65
MIC	131	-	-	-	35

En la Tabla II.8 podemos ver precios de algunos decodificadores. Es de entenderse que inicialmente los precios de los STB serán elevados pero que después descenderán significativamente en los años venideros.

Comparando los STB con los televisores digitales se nota las siguientes diferencias:

- En su totalidad son compatibles con MPEG-2 y los más recientes ofrecen compatibilidad con MPEG-4.
- Son decodificadores de audio multiformato.
- Los que tienen 2 sintonizadores ofrecen la posibilidad de observar un programa mientras estamos grabando un programa transmitido por otro canal.
- Facilidad de presentar los formatos de video tanto SDTV y HDTV.
- Se puede ordenar los canales de varias maneras: por su número, alfabéticamente, TV o radio, etc.
- Contienen guía de programación electrónica (EPG).
- Funcionan tanto en VHF como en UHF.
- Es importante observar que algunos operan en 6, 7 y 8 MHz. Esto debe ser tomado en cuenta cuando llevamos un receptor de un país a otro.

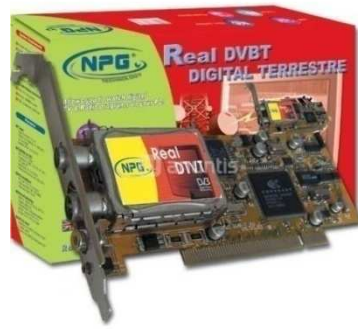
### ***Tarjetas***

Existen tarjetas que permiten recibir la señal de televisión digital por medio de un computador ya sea conectado mediante USB o PCI. Existe una diversidad de tarjetas que ofrecen similares características a las que se obtiene con televisores o STB. Cabe indicar que muchos de estos son utilizados para la recepción móvil. En la Figura II.8 podemos ver la recepción de televisión digital con conexión USB a la PC.



**Figura II.8:** Receptor de televisión digital USB.

En la Figura II.9 se aprecia una tarjeta PCI para recepción de televisión digital, esta tarjeta tiene un valor de USD. 50



**Figura II.9:** Tarjeta PCI para recepción televisión digital.

### **Antenas**

Hay distintos tipos de antenas según la ganancia requerida. La Figura II.10 muestra la antena UHF para TDT; la linealidad de su ganancia la hacen recomendable en áreas donde haya dispersión de canales y las señales sean débiles.



**Figura II.10:** Antena UHF para TDT.

En la Figura II.11, tenemos una antena UHF. Que está diseñada para recepción difícil. La ganancia es 18 dBi, es un desarrollo de nueva generación de antenas terrestres de muy alta ganancia y gran directividad, para zonas de difícil recepción de las señales digitales. Tienen un comportamiento excepcional para la recepción de canales altos en la banda UHF.



**Figura II.11:** Antena UHF recepción difícil de 90 elementos.

Los precios referenciales de los elementos antes mencionados se indican en la siguiente tabla.

**Tabla II.9:** Precios de Equipos de Recepción.

Equipo receptor	PRECIO
USB, antenas para computadoras.	USD. 70 , 95
Tarjetas para PC	USD. 110
Antenas ganancia de 15dBi.	USD 43
Antenas ganancia de 18dBi.	USD. 114
Antenas ganancia de 22dBi.	USD. 127

En resumen el televidente para estar en el mundo de la televisión digital, necesita hacer una inversión entre 150 y 350 dólares, cabe indicar que estamos tomando la forma más económica es decir adquiriendo un STB; ya que si se desea adquirir el Televisor digital los costos se deben multiplicar por 3 o 4 veces.

### **2.5.8 Canal de Retorno.**

Normalmente, para el canal de retorno se puede emplear cualquier tecnología disponible de acceso a redes de datos. El número de soluciones de acceso cada vez es mayor debido al desarrollo tecnológico. Tecnologías de banda ancha como ADSL, la red de telefonía pública, las redes de telefonía celular, entre otras, proporcionarían un canal de retorno a velocidades adecuadas Figura II.12.

Es posible que el impulso inicial de la TDT este dado por los contenidos

televisivos y no por las aplicaciones avanzadas. Si observamos lo que sucede en la televisión digital por satélite, esta ofrece multiprogramación y se apoya en la EPG (Guía Electrónica de Programas) para ayudar al televidente a buscar y seleccionar programas. Esta es una de las razones que provocan la fragmentación de la publicidad y que deben tenerse presentes para crear nuevas estrategias de mercado como por ejemplo crear programación temática o cubrir espacios sociales que actualmente la TV analógica no ha incursionado y que sean de aceptación del público. Si se piensa ofrecer servicios de pago, lo ideal es pensar en canales temáticos, adquirir derechos de admisión de eventos deportivos, artísticos, películas y conforme se introduce el sistema, desarrollar contenidos interactivos. En este ámbito, potencialmente una emisora de TDT puede dedicar un espacio de capacidad para ofrecer acceso a Internet, dando paso a que los consumidores realicen transacciones fuera del ambiente controlado por el broadcaster. Esta "fuga" en el control sobre los servicios podría provocar pérdidas para las estaciones de TDT.



**Figura II.12:** Interactividad Completa.

## 2.6 ÁREA DE COBERTURA.

Actualmente en el país se reconoce que existen dos tipos de área de cobertura la principal y secundaria que ya se mencionó anteriormente.

En el área de cobertura, para una señal ISDTV, los radios de protección serán medidos preferentemente para un BER de  $2 \times 10^{-4}$  luego del decodificador de Viterbi, correspondiente a un BER menor a  $1 \times 10^{-11}$  a la entrada del demultiplexor MPEG-4.

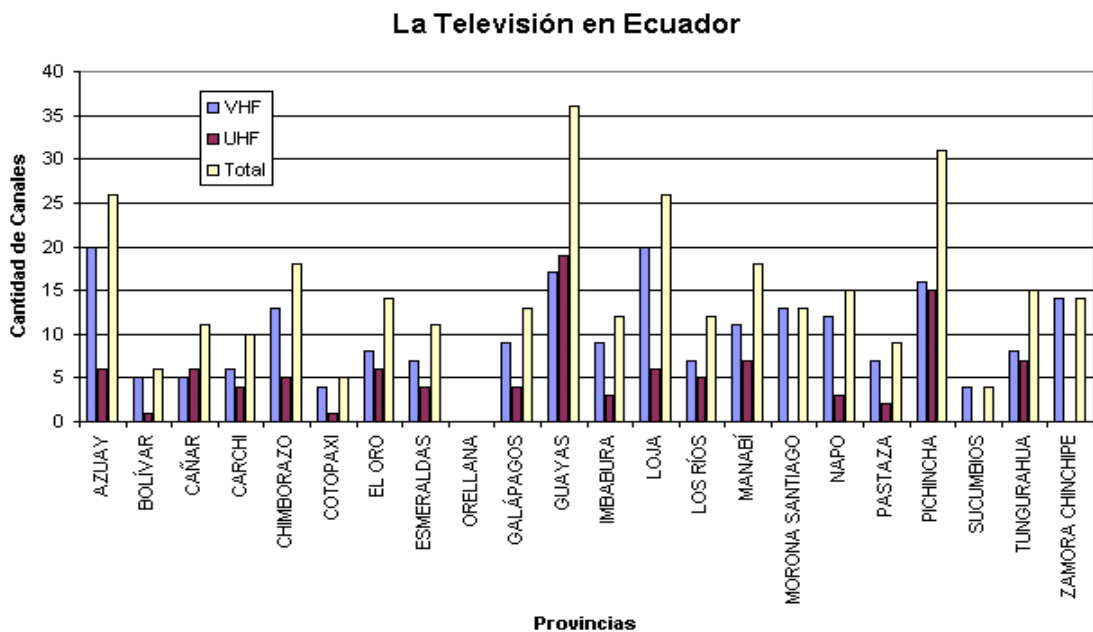
Cuando se realiza la petición para la concesión de un canal de frecuencias, en

los estudios de ingeniería se especifican estos parámetros importantes como área de cobertura e intensidad de campo.

### 2.6.1 Canales de televisión concesionados por provincias.

En general, una considerable parte del territorio nacional está cubierto por los diferentes canales de televisión. Las ciudades de Quito y Guayaquil albergan a las estaciones que brindan el servicio a nivel nacional, envolviendo de esta manera a las zonas con mayor densidad poblacional. En varias capitales de provincia, a más de las grandes difusoras de televisión que operan utilizando repetidoras, existen estaciones que funcionan a nivel local y logran incrementar el número de personas que acceden al servicio, aumentando de esta manera la cobertura del sistema. La población que se beneficia del servicio bordea los 7 millones de espectadores con una cantidad de aproximadamente 1.8 millones de receptores. Existen canales establecidos tanto en las frecuencias de VHF como en UHF dentro del territorio nacional.

En la Figura II.13 se muestran gráficamente el número de canales concesionados por provincia, se diferencia claramente que las provincias que tienen saturado el espectro radioeléctrico para VHF y UHF son las provincias de Pichincha y Guayas. Al lado contrario, algunas provincias orientales poseen un mínimo de canales o simplemente el servicio de televisión no está presente.



**Figura II.13:** Canales de TV analógica por provincias en el Ecuador



## **2.7 ASPECTOS ECONOMICOS DEL SISTEMA DE TELEVISION DIGITAL**

Para que la introducción de la TV-Digital consiga el impulso necesario y para que se materialicen los beneficios que ésta promete a la sociedad, es necesario que los distintos agentes que participen en el proceso, tengan razones económicas para promover el cambio. Para el estudio económico de los diferentes sistemas, se debe considerar el proceso desde la realización de la señal en el centro de producción hasta cuando llega al televidente, tomando en cuenta que los canales de televisión deben ofrecer un servicio bueno, variado y atractivo a los televidentes.

Las determinantes del proceso de transición será la evolución tecnológica y comercial de los equipos de producción, transmisión y recepción. Además se deberá tener muy en cuenta las estrategias que adopten los operadores de telecomunicaciones, en un mercado donde las estaciones de radiodifusión y televisión, que hoy están nítidamente separadas, comiencen a ofrecer productos y servicios interrelacionados o competitivos entre sí. Existen 2 opciones de formato que se pueden utilizar en la transmisión de imágenes: la primera es el SDTV, conocido como definición estándar que permite un ahorro del espectro radioeléctrico ya que se puede utilizar como canal múltiple (varios programas simultáneos), los equipos tienen un valor menor. La segunda opción que tenemos es el formato HDTV conocido como el de alta definición que ocupa más recursos y los equipos son más costosos, sin embargo su ventaja radica en la calidad de imagen.

### **2.7.1 Actores Económicos que Intervienen en la TDT.**

El proceso de la televisión digital terrestre es muy completo ya que depende de distintas industrias. Se debe considerar el proceso desde que se realiza la señal en el centro de producción hasta cuando llega al televidente.

#### ***EMPRESAS PRIVADAS***

- Industria de contenidos.
- Canales de televisión privados.
- Fabricantes y desarrolladores de aplicaciones.
- Gestor de múltiplex.
- Gestor de interactividad.
- El difusor de la señal de TV.

### **PRINCIPALES FUENTES DE FINANCIACIÓN**

- Ingresos por publicidad
- Ingresos por programas pagados.
- Comercio electrónico (nueva en televisión digital).
- Prestación de servicios (nueva en televisión digital).

### **PRINCIPALES COSTOS DE ESTE CAMBIO TECNOLÓGICO**

- Costo de red.
- Costos de los contenidos.
- 

## **2.8 REGULACIÓN DE TELEVISION DIGITAL.**

El CONARTEL en vista de los avances tecnológicos y de los advenimientos en el mundo entero de la televisión digital, estableció la necesidad de formar un grupo técnico de televisión digital conformado por CONARTEL, SUPERTEL (antes SUPTEL, hoy en día el Ministerio de Telecomunicaciones), representantes de cada canal de televisión, Escuelas Politécnicas, entre otros, mediante resolución No 3501 y 3502 y encabezado por el Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión. La posición que se adopte en el seno del Grupo permitirá establecer una posición a nivel de Estado Ecuatoriano a nivel de las diferentes instancias de regulación internacional. La primera reunión se realizó el 09 de junio del 2006. Otro impulso para la creación de este grupo fue el deseo del Estado para la implementación de un canal estatal. El grupo antes mencionado hizo un cronograma para las pruebas de televisión digital, que han estado siendo realizadas en campo y laboratorio.

### *Objetivo del Grupo*

Establecer un modelo para la introducción de la tecnología digital en la televisión Ecuatoriana, tomando en cuenta los aspectos técnicos, sociales, económicos y regulatorios del país, manteniendo el criterio de televisión gratuita y masiva de la televisión y el universo de receptores existentes, disminuyendo el impacto de la transición de televisión analógica hacia la televisión digital.

El ente regulador como representante del Estado, deberá encontrar una forma de apoyar al desarrollo de la televisión digital terrestre y de lograr un desarrollo masivo de esta nueva transmisión de televisión. Si bien es cierto que la televisión digital terrestre traerá varias ventajas, no todas estarán disponibles desde el comienzo de la migración. Aquí es justo donde se necesita la participación del ente regulador para que fomente o subsidie a los usuarios en el cambio de sus receptores analógicos por receptores digitales.

### **2.8.1 Aspectos Legales.**

Para la regulación, la implantación de un sistema de Televisión Digital Terrestre implica obligatoriamente la definición y acotación de una serie de requisitos legales que ordenen, faciliten y propicien el escenario de su desarrollo:

#### ***Naturaleza del servicio y del título habilitante.***

Para el organismo que legisla la televisión, debe tenerse en cuenta la naturaleza del servicio que se pretende regular y en consecuencia, el tipo de título habilitante que se prevé otorgar. Vale resaltar que con la digitalización de las señales, es posible superar las limitaciones técnicas derivadas de la escasez de frecuencias (cuando la transición se encuentra en una etapa avanzada).

#### ***Reserva de frecuencias a favor de los actuales operadores.***

Con un estudio detallado de las frecuencias disponibles para el desarrollo de la televisión digital terrestre y partiendo de que se está procediendo a una migración del analógico al digital, las autoridades deben establecer qué se dará prioridad a los actuales operadores nacionales de televisión analógica o si se van a asignar frecuencias a nuevos operadores, además determinar cuáles frecuencias serán consideradas para la creación de un canal estatal. Se debe controlar a los actuales concesionarios de frecuencia a nivel de todo el país para saber la calidad de programación esta brindado. Las autoridades competentes deben establecer si las operadoras tradicionales se limitan a operar en *simulcast* (transmitir su programación regular en analógico y digital) o si podrán disponer de otros canales para emitir nuevos programas o si podrán presentarse a concursos para obtener nuevas concesiones.

#### ***Concesión de múltiplex completos o fraccionados.***

La viabilidad técnica que proporciona el sistema de Televisión Digital para la multiprogramación hace prever que existan interesados en la concesión de únicamente una fracción de la capacidad total del múltiplexor. Esta es una decisión exclusiva del organismo regulador para otorgar canales fraccionados o canales completos.

***Normas Sobre Contenidos.***

Como el número de programas se incrementa, cabe la posibilidad de exigir a los concesionarios a ofrecer programas en abierto y/o de producción propia u obligarles a ofrecer servicios digitales adicionales. Estos últimos, pueden estar condicionados por la capacidad de transmisión que los operadores pueden destinar a este fin y que se ajustan a los reglamentos establecidos. En relación a los servicios interactivos, conforme estos vayan incorporando elementos de audio y video, cada vez será más difícil distinguir entre servicios televisivos e interactivos, que serán recibidos por el usuario en un mismo terminal, pero que están en principio sometidos a regímenes jurídicos distintos, por lo que sin duda será uno de los retos más importantes a los que tendrán que enfrentarse las autoridades reguladoras.

El antes Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión inició sus reuniones a partir del 21 de septiembre del 2006, en la que se revisaron los aspectos técnicos, (sistemas y estándares de televisión existentes).

**2.8.2 Condiciones Técnicas y Jurídicas para la Introducción de las Estaciones de Servicio Público.**

Las condiciones técnicas que deben establecerse para las estaciones de televisión digital destinadas al servicio público, no deben diferir de las estaciones de tipo comercial en cuanto a parámetros de operación. No obstante, en cuanto a los requisitos que se deben presentar por parte de los peticionarios, será necesario que se presente la posible programación y la forma de financiamiento.

Cuando la solicitud presentada corresponda a una comunidad o sector social en particular, deberá presentarse la documentación legal que sustente a la mencionada comunidad u organización.

**2.8.3 Políticas Consideradas para priorizar la Concesión para Canales de Servicio Público.**

Una vez que se haya establecido el número de canales disponibles para televisión digital, deberá proponerse las diferentes políticas para concesiones, tomando en cuenta que deberá darse prioridad a aquellas estaciones destinada a servicio público sin fines de lucro, lo cual será concordante con las políticas adoptadas para la concesión de frecuencias.

El número de canales establecidos para estaciones de servicio público estará supeditado a la definición de asignación de canales de acuerdo con la normativa digital de 6 MHz, o a través de un multiplexor que permitirá la transmisión de programación de cuatro canales.

#### **2.8.3.1 Políticas del Estado sobre el uso de los canales reservados.**

Hasta ahora existe la iniciativa por parte del Estado, para la utilización de los canales que se encuentran reservados para él. La utilización de los canales y la administración del sistema estarían a cargo de la Secretaría Nacional de Comunicaciones. Por tratarse de una nueva red a ser implementada a corto plazo, es recomendable que se considere la implementación de un sistema que permita una fácil migración hacia la tecnología digital. En este ámbito es conveniente analizar de forma técnica sobre el tipo de equipos que permitirán la migración y de ser factible que la misma se la realice sobre cualquier estándar. Por tratarse de un sistema estatal que implementará una red de prestaciones digitales, esto generará un fuerte impulso para que las actuales estaciones inviertan en tecnología digital a fin de tener acceso a los beneficios de la misma.

#### **2.8.3.2 Políticas del Estado con respecto a la posibilidad de digitalización de los canales del Estado a corto plazo.**

El sistema de televisión análoga deberá estar en condiciones de migrar a televisión digital en cualquier momento. La tecnología digital involucra una prestación de varios servicios adicionales que deben ser puestos en la agenda de la SENACOM, toda vez que se podría optimizar el uso del espectro y transmitir varios canales de definición estándar en el canal de Estado y diversificar el tipo de programación. El Estado debería considerar la posibilidad de introducir servicios adicionales (Internet, datos) que permitiría impulsar la convergencia de servicios.

Por otra parte, al convertirse en impulsor de la nueva tecnología, se apoyaría la masificación y difusión de receptores (TVs o Set to Box) a costos accesibles a la gente, considerando la alta penetración de televisores en el Ecuador.

Finalmente es importante que el Estado adopte una posición respecto a la masificación de la televisión digital y por ende a la introducción de receptores de televisión digital de bajo costo en el país.

### **2.8.3.3 Participación del Estado para la compartición de los canales reservados para la conformación de un multiplexor para estaciones de servicio público.**

Como hemos mencionado, la optimización del espectro radioeléctrico permitiría la transmisión simultánea de varios canales utilizando los actuales 6MHz analógicos y por lo tanto, la necesidad de establecer un multiplexor para la combinación de varias programaciones sobre un solo stream de video. El canal de 6MHz podría ser utilizado para difundir al menos tres canales con contenido social a través de la tecnología digital.

Los programas adicionales podrían complementar el tipo de programación que se transmite y fortalecer los servicios sociales y culturales que plantea difundir el Estado a través de la SENACOM. Al implementarse una transmisión de varios canales de definición estándar, se requiere de un multiplexor y por lo tanto, se debería buscar un gestor u operador del múltiplex; tarea que la podría desempeñar el mismo Estado. Existe la real posibilidad de que la estación de televisión estatal se convierta en operador de un multiplexor que acoja a programas adicionales.

### **2.8.4 Obligaciones Sociales de los nuevos Operadores de Canales Digitales.**

#### **2.8.4.1 Obligaciones contempladas en la actual ley de radiodifusión y Televisión.**

Las obligaciones sociales que se encuentran en la ley de radiodifusión y Televisión, Capítulo V, Art. 59, que dice: Toda estación está obligada a prestar los siguientes servicios sociales gratuitos:

- a. *(Reformado por el Art. 29 de la Ley s/n, R.O. 691, 9-V-95).*- Transmisión en cadena de los mensajes o informes del Presidente de la República, del Presidente del Congreso Nacional, del Presidente de la Corte Suprema de Justicia, del Presidente del Tribunal Supremo Electoral y de los Ministros de Estado o funcionarios gubernamentales que tengan este rango. En el Reglamento General de esta ley se regulará el uso de estos espacios, su tiempo de duración, la frecuencia de cada uno de ellos y su transmisión en horarios compatibles con la programación regular de las estaciones de radiodifusión y televisión, salvo el caso de emergencia constitucionalmente declarada.

Estos espacios serán usados exclusivamente para informar de las actividades de las respectivas funciones, ministerios u organismos públicos. Los funcionarios que transgredan esta disposición serán sancionados de acuerdo a la ley.

- b. Transmisión en cadena de informativos, partes, o mensaje de emergencia del Presidente de la República, Consejo de Seguridad Nacional, Miembros de Gabinete, Gobernadores de Provincia, Comandantes de Zonas Militares y Autoridades de salud.
- c. Transmisión individual de la estación de los mensajes, informes o partes de los mismos funcionarios y en los casos designados en los numerales anteriores, cuando sea el único medio de comunicación disponible.
- d. Asignación de hasta una hora diaria, de lunes a sábado, no acumulables, para programas oficiales de tele-educación y salubridad, elaborados por el Ministerio de Educación y Salud Pública.
- e. Convocatoria a los ciudadanos para el cumplimiento del Servicio Militar Obligatorio o cualquier otro asunto relacionado con las obligaciones cívicas.

Para las nuevas obligaciones sociales que se creyera conveniente incluir, se debería desarrollar bajo el modelo de las Obligaciones Sociales que se encuentran en la Ley de Radiodifusión y Televisión, Capítulo V, Art. 59.

#### **2.8.4.2 Prioridades en las concesiones relacionadas con las obligaciones sociales.**

Se debería considerar como prioritarias, en el momento de la concesión de canales para televisión digital, a las estaciones de televisión que brinden servicios públicos nuevos y diferentes, inclusive proporcionen tiempo libre para participación ciudadana, tiempo para el acceso no-comercial y un porcentaje del tiempo total de la programación para programas educativos e informativos para niños.

#### **2.8.5 Proceso de Transición de TV Digital acorde a la Realidad Ecuatoriana.**

De acuerdo a lo dispuesto por el Consejo, las pruebas de transmisión digital se iniciaron en la ciudad de Quito, con lo cual se puede concluir que será la ciudad

pionera para la introducción de la televisión digital en el Ecuador con un estándar ya seleccionado. Deberá establecerse un orden para la introducción de la televisión digital en las diferentes ciudades del Ecuador, sujetas al estudio socio-económico de acuerdo al número de habitantes (de acuerdo a los tiempos establecidos en la etapa de simulcasting que se detalla en el siguiente punto).

### **2.8.6 Etapa de Simulcasting**

Este es un periodo de larga duración, durante esta etapa los canales deberán transmitir en analógico y digital. Y dentro de este periodo se debe conocer los siguientes términos:

**Cobertura digital (presencia).** Cuando las transmisiones de señales de la TDT tienen niveles que superan el umbral de recepción de la señal a protegerse, en al menos el 60% del área de servicio, durante el proceso de simulcast.

**Réplica Digital de cobertura.** Cuando se supera el umbral de recepción de la señal a protegerse en el 90% del área de servicio, incluyendo zonas de sombra de ser el caso.

**Apagón analógico:** constituirá la fecha límite en las cuales finalizarán todas las transmisiones analógicas a nivel nacional.

#### **PRIMER PERIODO.**

Reuniones del Grupo de TV DIGITAL y elaboración del Informe Final para conocimiento y aprobación del Gobierno Nacional. Concesiones de canales a por lo menos dos estaciones comerciales para iniciar la prestación del servicio de TV DIGITAL en el Ecuador.

#### **SEGUNDO PERIODO.**

Cobertura digital de por lo menos dos señales de estaciones comerciales, para Quito y Guayaquil, en este periodo se inicia la operación de transición.

#### **TERCER PERIODO.**

Área de cobertura de las señales digitales para servicio público en zonas de cobertura de un millón y medio de habitantes en adelante.



**CUARTO PERIODO.**

Réplica Digital de las señales del Segundo Periodo. Área de cobertura de las señales digitales para servicio público en zonas de cobertura de un millón y medio de habitantes en adelante. Presencia de las señales digitales comerciales en zonas de cobertura de un millón de habitantes en adelante.

**QUINTO PERIODO.**

Presencia de las señales digitales para servicio público en zonas de cobertura de un millón de habitantes en adelante. Presencia de las señales digitales comerciales en zonas de cobertura de quinientos mil habitantes en adelante.

**SEXTO PERIODO.**

Réplica Digital de las señales del Cuarto Periodo. Presencia de las señales digitales para servicio público en zonas de cobertura de quinientos mil habitantes en adelante. Presencia de las señales digitales comerciales en zonas de cobertura de ciento cincuenta mil habitantes en adelante.

**SÉPTIMO PERIODO.**

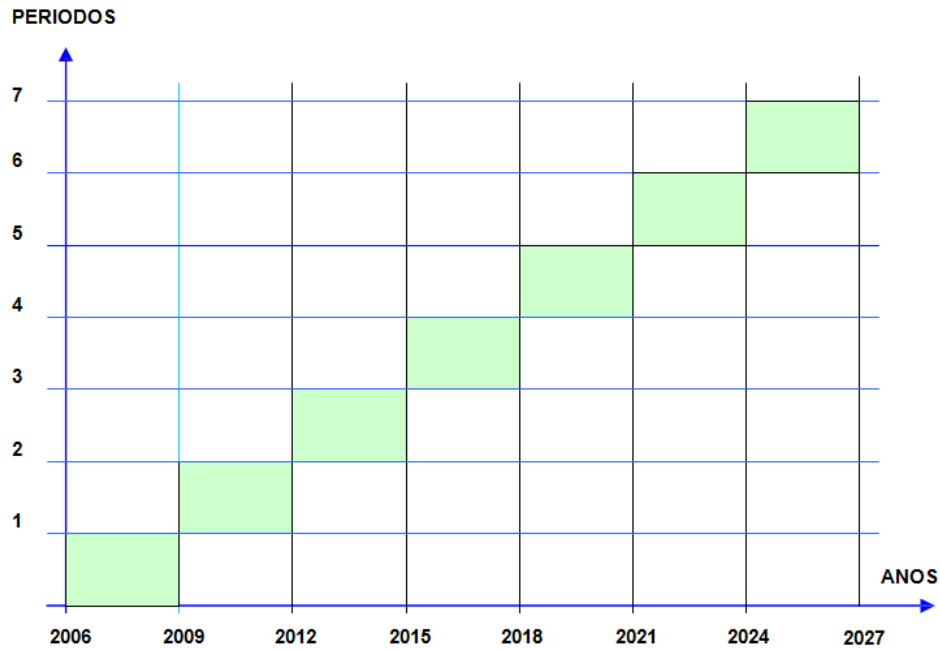
Réplica Digital de todos los canales analógicos, en todas las zonas de cobertura servidas por la televisión analógica.

**OCTAVO PERIODO.**

Apagón analógico a partir del 2019

**2.9 TIEMPOS DE MIGRACIÓN.**

Las etapas se deberían establecer en un periodo de tres años y se vigilará de su cumplimiento o con o sin posibles modificaciones. Esta función debería estar a cargo del Comité Responsable del Proceso de Transición.



**Figura II.14:** Período de Transición

### 2.9.1 Apoyo del Estado dentro del Proceso de Migración.

El Estado proveerá las frecuencias de los canales que no estén concesionados y que no tenga señal de ruido o interferencia (canales 39, 45, 47), para las emisiones de prueba de TV DIGITAL.

El estado deberá dar prioridad para la recanalización de frecuencias a los canales de VHF. El Estado promoverá la convergencia de servicios de telecomunicaciones para su prestación por parte de los concesionarios de canales de televisión digital.

Establecer un acuerdo para la liberación de la banda destinada al uso de televisión digital por parte de los operadores de audio y video por suscripción.

Establecer un acuerdo para la utilización de una misma tecnología de televisión digital en el Ecuador.

### 2.10 ASPECTOS SOCIALES DE LA TELEVISIÓN DIGITAL EN EL PAÍS.

La televisión digital permite el surgimiento de nuevas formas de programación, entretenimiento, oferta de contenidos especializados y temáticos. De esta forma, se ofrece al público una gran cantidad de contenidos que pueden ser seleccionados por el televidente, los sistemas de televisión digital aseguran un gran número de canales para el espectador, mejor calidad de sonido, canales con

mayor información para el ciudadano, imágenes sin nivel de fantasmas, formato de la pantalla igual al cine, posibilidad de tener más información sobre la programación, posibilita ver televisión en automóviles y autobuses, posibilidad de ver televisión en dispositivos portátiles como celulares, PDAs, etc.

La inclusión de datos (*Datacasting*) sobre la plataforma digital de televisión representa un gran potencial para incrementar la capacidad de acceso a Internet entre la población marginada y que actualmente se encuentra sin posibilidades realistas de acceder a ésta fuente de información a través de un computador personal, por motivos de edad, educación o poder adquisitivo.

### **2.10.1 Políticas Sociales del Estado para la TV Digital.**

El Estado debería prever la creación de una red universal de educación a distancia, de tal manera que se pueda aprovechar el alto índice de penetración que ofrecen los sistemas de televisión digital. Además se debe establecer nuevos mecanismos de soporte a la salud y a la cultura, disminuir la brecha digital, fomentando el desarrollo de nuevas aplicaciones basadas en la interactividad, de modo que proporcionen, a más del entretenimiento, un ambiente propicio para la educación y cultura. Plantear un proceso de transición analógico/digital garantizando un acceso gradual de los usuarios.

Cada grupo de edad enfatiza un aspecto diferente del uso de la TV. Para los adultos, los servicios públicos orientados hacia la educación y a la salud son más valorados; para los adolescentes, el entretenimiento propiamente dicho, y por supuesto en ésta era de la información, sus requerimientos de acceder a diferente tipo de información que van desde los simples archivos hasta el manejo de multimedia, juegos y mucho más.

#### ***Aumento de la oferta para el televidente.***

La introducción de la televisión digital terrestre, trae consigo un incremento de la oferta audiovisual, que también vendrá a incrementar la libre competencia en el sector, es decir, aumenta las posibilidades de cubrir los diversos intereses sociales que eventualmente no abarca la actual televisión, lo que normalmente redundaría en beneficio de los usuarios como podrían ser: ofertas promocionales para captación de clientes, descenso del precio de los servicios, mejora de la

calidad y variedad de los mismos, etc. La normativa garantiza la emisión en digital de los canales de televisión de la misma manera que hace la televisión analógica, a los que se sumarán nuevos canales. Ello permitirá el acceso a una oferta variada de contenidos televisivos de interés general, la garantía de la diversidad de servicios y operadores.

### ***Introducción de nuevos servicios.***

La introducción de la televisión digital terrestre no sólo aporta a la convergencia, sino que permite además la posibilidad de acceso universal a nuevos servicios. Pero esto significa que se debe instruir a los usuarios a convivir con este cambio ya que han estado acostumbrados a una televisión unidireccional donde el televidente observa televisión de manera pasiva, la interactividad surge como el principal motor que impulsa la migración a esta tecnología y sus consecuentes aplicaciones, ya que han sido diseñados para facilitar el consumo y la personalización de la televisión.

### ***Interoperabilidad***

En la implementación de la televisión digital es un factor importante la interoperabilidad, que también resulta beneficiosa para los usuarios, para que los televidentes puedan acceder a la totalidad de las ofertas del mercado. La normativa debe garantizar que los decodificadores utilizados por los proveedores de servicios de acceso condicional para televisión digital sean inmediata y automáticamente compatibles, bien por las características técnicas de éstos o bien a través de acuerdos entre operadores.

## **2.10.2 Factores Sociales y Culturales.**

La televisión posee un importante papel en el desempeño sociocultural ecuatoriano, no solamente por la audiencia que este servicio tiene, medida en número de horas o personas asistiendo a los programas en vivo sino también por la influencia que la misma ha ejercido sobre los hábitos de la población en los diferentes estratos sociales. Es muy importante entonces analizar el papel de la televisión digital, dentro del entorno Ecuatoriano y ver como incidiría en esto una eventual penetración de un sistema de televisión digital, no sólo como un entretenimiento, sino como un sistema multimedia de comunicación útil para el desarrollo de la sociedad. El hecho de que la población no tenga mucho conocimiento sobre lo que es la TV digital puede influir negativamente en el valor percibido por el público con relación al deseo de adquirir una Unidad

Receptora Decodificadora (STB) o un aparato de TV Digital, lo que puede perjudicar las estimaciones de demanda.

### **2.10.3 Televisión y Sociedad.**

#### ***Educación.***

El bajo porcentaje de alfabetización funcional plena en el Ecuador, se deberá tener en cuenta en la implementación de las futuras aplicaciones interactivas, teniendo en mira una mayor utilidad por parte del conjunto global de la población, ha llevado como recursos didácticos para la educación la evolución de las comunicaciones tanto del uso de video y de la televisión, sin embargo, la introducción de estas tecnologías ha sido marcada por polémica y divergencias entre los especialistas en educación. A pesar de ésta, cada día es mayor la convicción de la importancia de las comunicaciones para la educación formal siendo su papel fundamental en la educación a distancia. En nuestro país son contados los canales que ofrecen entre su programación, segmentos orientados a la capacitación y enseñanza de la población.

Además, si se toma en cuenta que en el Ecuador hay un alto déficit en el número de maestros, acompañado al hecho de que ciertos sectores de la población no pueden darse el lujo de alguno de sus miembros asista durante 6 horas diarias a un plantel de educación que posiblemente se encuentra a más de una hora de distancia de sus hogares, la creación de un canal de televisión por el Estado y la empresa privada podría ofrecer información interactiva para la población ayudando al desarrollo del país. Pero esto no sólo sería a favor de los más necesitados, además pondría introducirse programas a nivel superior, ramas técnicas, cursos de capacitación, esto puede ser bajo un sistema de pago, con la ayuda de un grupo de docentes para que esta educación sea del tipo interactiva. Otra muy buena opción sería video bajo demanda esto de alguna manera reduciría la formación de videotecas, para muchas escuelas públicas. Sin embargo es posible deducir que la implantación de servicios interactivos debe ofrecer una cierta dificultad para la mayor parte de la población, especialmente si los servicios no presentan un elevado nivel de uso, lo que puede llegar a exigir un tiempo para la adaptación de la población a ese nuevo lenguaje.

#### ***Salud***

De manera paralela a la educación, se puede destinar información al cuidado de la salud, promocionando políticas para prevenir las enfermedades, con la

ayuda de los especialistas y con la intervención del Ministerio de Salud pública. También permitiría realizar consulta en línea, con esto se podría salvar muchas vidas, lo cual ayudaría mucho en sectores donde la asistencia médica pudiera demorar.

### **Gobierno**

La televisión interactiva puede ser muy útil para el sector público, existen similitudes entre las actividades del comercio y del gobierno, se puede hacer la recolección de votos, pagos on-line de impuestos y aranceles tributarios, en campañas políticas deberían tener más información sobre cada candidato. Mediante el canal estatal se podría tener acceso a la información del estado, además, contacto e información con los gobiernos.

#### **2.10.4 Televisión e Individuo.**

En el desarrollo cotidiano del Ecuador, la televisión ocupa un lugar central dentro de la familia, la elevada presencia de la televisión en los hogares ecuatorianos, será el mayor impulsador de la televisión digital; según estadísticas de la Superintendencia de Telecomunicaciones, existen 1.3 televisores por hogar dando una incidencia de penetración de alrededor de 93% además teniendo en cuenta que la mayor sintonía se lleva los programas tipo concurso.

## **CAPITULO III**

### **ANÁLISIS DE LOS ESTÁNDARES DE TV DIGITAL Y BENEFICIOS DE LOS MISMOS**

#### **3.1. CONCEPTOS GENERALES**

##### *La Televisión.*

La televisión es un aparato capaz de reproducir imágenes y sonido en movimiento que le llegan de una fuente externa. Estas imágenes y sonidos se representan de forma natural a través de ondas, amplitudes que varían con el tiempo, y que el televisor interpreta después para formar imágenes en pantalla, así como para emitir sonido. En la televisión actual se puede separar en distintas ondas la imagen, el color y el sonido. Esas ondas ocupan un determinado rango de frecuencias, denominado ancho de banda.

##### *La Televisión Terrestre*

La televisión terrestre es aquella que utiliza las ondas hercianas para transmitirse. Cada emisora, que ocupa un determinado ancho de banda, se modula para situarse en un determinado rango de frecuencias, y se envían posteriormente a través del aire. Se denominan hercianas por la frecuencia a la que se transmiten, en UHF (Ultra High Frecuencias, frecuencias muy altas). Es como si a cada emisora la colocáramos en un número de un "casillero", y trasmitiéramos ese casillero por el aire. Por lo tanto, cada receptor debe conocer el número de casillero en el que llega dicha emisora (Teleamazonas, Canal Uno, Telesistema, etc.) para poder así recibirla.

Se llama terrestre además porque llega a través de repetidores que envían las ondas -el contenido de estos "casilleros"- situados a lo largo y ancho de la geografía española, minimizando así la distorsión de la señal. La televisión terrestre

se opone a la satelital, donde los emisores están situados en el espacio (más lejos de nosotros, con más problemas debido a la lejana distancia) y al cable, donde el "casillero" no llega por el aire, sino por un cable.

#### *La Televisión Analógica*

La televisión analógica, que hace referencia a la forma de las señales, no a como se envían (donde distinguimos terrestre, satélite y cable), envía a la señales tal y como son. Para hacernos una idea, estas señales tienen formas tan complejas como las que puede reflejar un electrocardiograma o cualquier aparato que mida nuestro ritmo como los polígrafos utilizados en televisión.

Esta tecnología se opone a la digital, donde cada señal está representada únicamente por ceros y unos. Se puede convertir una señal analógica en una digital tomando muestras de la misma, de tal forma que podamos reproducir a posteriori la señal original sin ninguna pérdida de calidad.

#### *El Apagón Analógico.*

El apagón analógico marca la fecha por ley en las que las cadenas dejarán de emitir en analógico. Por aquel entonces, aquellas personas que no se hayan adaptado a la nueva tecnología dejarán de poder ver la televisión. Otra consecuencia de este apagón es que se quedarán libres varias de estas "casillas", y podrán surgir un buen número de nuevos canales.

#### *Televisión Digital Terrestre.*

La Televisión Digital Terrestre (TDT) es el resultado de la aplicación de la tecnología digital a la señal de televisión, para luego transmitirla por medio de ondas hercianas terrestres, es decir, aquellas que se transmiten por la atmósfera sin necesidad de cable o satélite y se reciben por medio de antenas UHF convencionales.

En TDT, las transmisiones de imagen y sonido se realizan en tecnología digital, lo que permite un incremento del número de canales de televisión, una mejor calidad y la posibilidad de incorporar servicios interactivos que otorgan a los espectadores la capacidad de constituirse como un elemento activo dentro del mundo audiovisual.



### **3.2 EL ADVENIMIENTO DE LA TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE**

Durante las últimas décadas la humanidad ha desarrollado tecnologías enfocadas al mejoramiento de la transmisión de información a través de redes de telecomunicaciones y al aprovechamiento del espectro radioeléctrico aprovechable para los servicios de telecomunicaciones, incluyendo la parte atribuido al servicio de televisión terrestre radiodifundida.

En la actualidad se está viviendo la transformación global de este servicio en el que la televisión digital representa una revolución en la transmisión de programas junto a una gran flexibilidad en los contenidos emitidos, siendo posible mezclar un número determinado de canales de vídeo, audio y datos en una sola señal.

Con la digitalización de la televisión se incrementa la calidad de las imágenes comparables a la de un DVD, la señal es menos propensa a ruidos e interferencias que la analógica y con respecto al sonido se apreciará su profundidad y claridad. Se logra un mejor aprovechamiento del uso del espectro, se aumenta el número de canales que pueden emitirse, se optimizan los costos de distribución y recepción para los operadores, se accede a una gama de nuevos servicios adicionales (asociados a las transmisiones televisivas e independientes como los interactivos) y es posible la recepción en exteriores e interiores e inclusive con característica de poder ser recibida en equipos portátiles y móviles.

La radiodifusión digital terrestre del servicio de televisión constituirá un avance tecnológico importantísimo en el ámbito de las comunicaciones y reviste una gran importancia, teniendo en cuenta la penetración que alcanza el servicio de televisión en Ecuador. Así, a través de la televisión se tendrá acceso a los grandes mercados del mundo de la información, permitiendo a los usuarios interactuar con la televisión y utilizar los aplicativos que ésta proporcione para conectarse con diferentes proveedores de servicios.

Asimismo, el desarrollo de la televisión digital terrestre posibilitará el acceso de los sectores de población de escasos recursos a redes y servicios de telecomunicaciones ya establecidos o por establecer, a los cuales no es posible acceder actualmente.

### **3.3. VENTAJAS DE LA TELEVISIÓN DIGITAL**

La Televisión Digital Terrestre ha sido considerada por muchos como el mayor avance en este campo desde el desarrollo de la televisión a color, y es que sin lugar

a dudas esta tecnología ofrece interesantes avances y beneficios en comparación con su predecesora.

La televisión digital terrestre constituye una manera mucho más eficiente de radiodifusión que la televisión analógica, ya que tanto el vídeo como el audio son transmitidos como datos comprimidos, lo cual significa que pueden ser desarrollados más servicios en menos espacio.

A continuación se presentan las ventajas de la Televisión Digital Terrestre con independencia del estándar del que se trate.

Las ventajas de la Televisión digital se agrupan de la siguiente forma:

- **Interacción**

Una de las ventajas más publicitadas de la televisión digital es la interactividad, que se ofrece como una nueva experiencia de ver televisión, en donde el televidente podrá participar en concursos, o mediante su mando remoto acceder a información adicional de los contenidos del canal, si bien es cierto que los servicios que ofrece la interactividad aún se encuentran buscando su potencial ideal, también es cierto que gran parte de esos servicios implican una interacción directa y efectiva con el emisor, que no podrá realizarse a menos que se disponga de alguna vía alterna de retorno para la información que envíe el espectador (ADSL, Modem entre otras), lo anterior, teniendo en cuenta que la señal de televisión digital terrestre se emite mediante ondas a través del espectro radioeléctrico, únicamente para su recepción por los hogares y no para el intercambio bidireccional de información por la misma vía.

Es así como, y condicionado una vez más a la voluntad de los operadores o la normatividad existente, los servicios básicos que puede recibir el televidente sin necesidad de la vía de retorno alterna son; guías de programación, programas subtítulos, elección de idiomas de la programación, entre otros.

Si el operador brinda todas las posibilidades de interacción, con el control remoto o con el set top box o decodificador el televidente podrá realizar varias operaciones, consultas sobre la programación que se le está presentando, siempre y cuando el emisor coloque dicha información a su disposición.

Por ejemplo: en un partido de fútbol podrá indagar sobre la marca de los implementos utilizados y las posibles tiendas en donde se puedan adquirir, datos

biográficos sobre los jugadores, información sobre la ciudad y el estadio en donde se realiza el juego, historia sobre los dos equipos y el torneo respectivo, etc.

- Igual interacción se podrá hacer, por ejemplo, en una transmisión desde el Congreso de la República para indagar sobre datos de los congresistas, de los proyectos de ley, de historia del recinto, antecedentes de la discusión en marcha etc. La única condición es que el operador incluya toda la información de utilidad para los televidentes.
- Cambio del idioma: el televidente podrá seleccionar el idioma en el cual desea que se le transmita determinado programa, siempre y cuando dicho espacio esté grabado con la opción solicitada.
- Participación en programas: en la TV Digital el televidente podrá participar en programas, por ejemplo, concursos, ofertas de empleo, respuestas a preguntas formuladas etc.
- Oportunidades de negocios: de la misma manera el programador podrá relacionarse con los televidentes para establecer nuevos modelos de negocios basados en la interactividad.

- ***Una mejor definición en la imagen y el sonido***

Los ruidos e interferencias de la señal se reducirán sustancialmente lo mismo que la presencia de dobles imágenes, usuales en la TV. Analógica. La calidad del audio mejorará e incluso se podrá contar con un sonido envolvente distribuido por varios parlantes, similar al que ofrece el denominado Teatro en Casa.

Además, al ser menos susceptible a las interferencias existentes en el espectro, su señal llegará con una mejor calidad a los receptores de los televidentes.

- ***Más cantidad, variedad y calidad de los contenidos***

La TV Digital permitirá más programas, que se escogerán de una guía Electrónica de Programación, con un menú sobre la programación disponible.

El hecho de aumentar la oferta de programación, redundará en beneficio de la variedad e innovación y abrirá nuevas opciones de empleo. Esto incentivará la

industria de la televisión, en especial entre los productores, que tendrán mayores posibilidades de ofrecer sus productos.

- ***Posibilidades de crear nuevos canales***

Debido a la optimización en la utilización del espectro electromagnético, existirá la posibilidad de la entrada de nuevos operadores, lo que beneficiará la democratización del servicio.

Por ejemplo, en el mismo ancho de banda en que la televisión analógica terrestre transmite un canal de televisión, la televisión digital terrestre puede transmitir cuatro o más canales con calidad digital estándar o uno o más canales con calidad de alta definición (HDTV).

Esta capacidad mayor puede ser utilizada para proveer más canales de televisión, radio o información complementaria a la programación: detrás de cámaras, información y guía de la programación y algunos servicios interactivos. También posibilita la transmisión de películas a televisores de pantallas de gran formato. Esto elimina la aparición de las molestas franjas negras en los extremos superior e inferior de las pantallas.

No obstante, es necesario que tengamos en cuenta que la calidad de los contenidos dependerá de los operadores que sean adjudicatarios de las concesiones.

En algunos países se han otorgado a un mismo operador hasta un múltiple digital, normalmente constituido por 4 sub-canales o canales digitales para emisión de programación y uno más para emisión de datos, por lo que los nuevos canales podrán seguir las mismas líneas de administración y dirección de su predecesor análogo.

- ***Crecimiento de la industria de la televisión***

Con la TV Digital se incentivará el crecimiento de la industria de la televisión, en los siguientes casos:

- Para los operadores de televisión digital, por cuanto existe la posibilidad de establecer nuevos modelos de negocio basados en la interactividad.

- Para la industria electrónica, porque se requiere renovación de los aparatos receptores de televisión y la introducción de nuevos productos.
- Para los creadores de contenidos, pues existe la posibilidad de crear nuevas vías para comercializar sus productos y, por tanto, lograr el crecimiento de esta industria.

- ***Señal de Alta Definición (HDTV)***

Los estándares de Televisión Digital Terrestre permiten la emisión de programas en alta definición, formato que proyecta imágenes más claras y con mayor resolución que los actuales, además de la emisión de programas con sonido estéreo, No obstante, es necesario de nuevo aclarar que los operadores serán los encargados de transmitir los programas en alta definición, con una condición adicional y es que los televisores deberán ser compatibles con este formato para poder proyectar el contenido con las características propias del mismo

En resumen, con la entrada de la televisión digital se producirán grades efectos dentro de los que se pueden mencionan los siguientes:

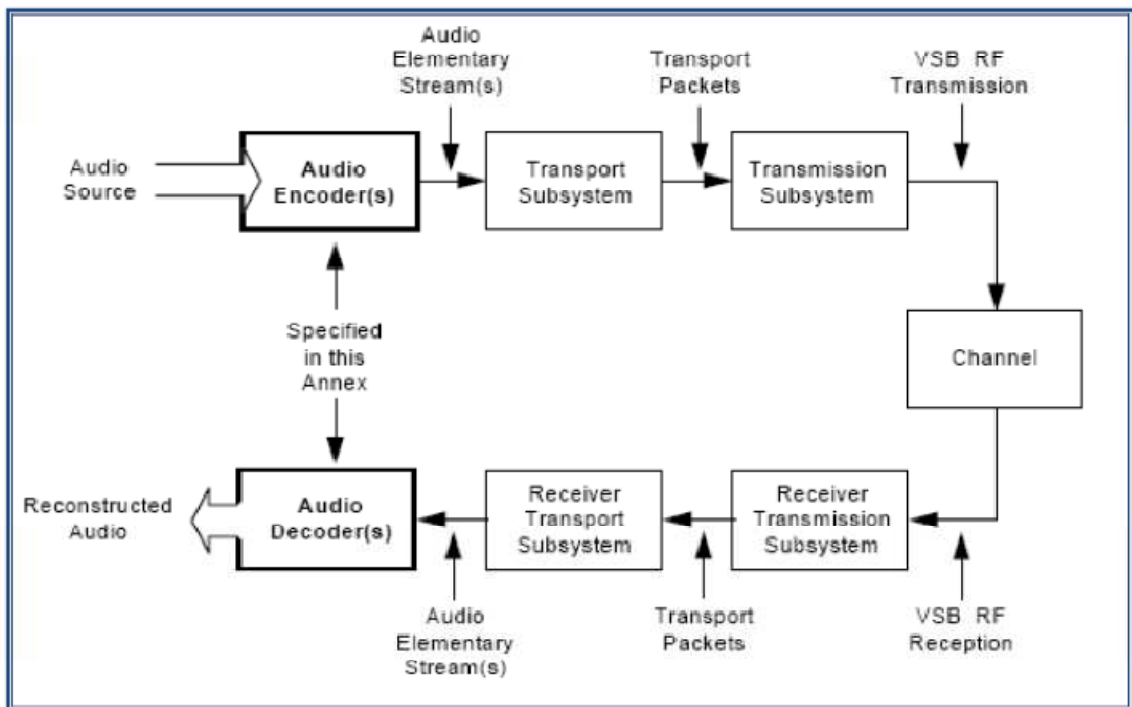
- Para el consumidor final, además de la posibilidad de aplicaciones interactivas, la televisión digital puede dar acceso a un número mayor de contenidos, mayor calidad y definición de imagen y acceder a nuevos servicios creados por las compañías operadoras.
- Para los operadores de televisión digital, posibilidad de establecer nuevos modelos de negocio basados en la interactividad, creación de nuevos canales, que para un modelo de televisión como el ecuatoriano que está sustentado en los ingresos publicitarios representará una nueva vía para aumentar sus ingresos.

### **3.4 ASPECTOS TÉCNICOS DE AUDIO Y VIDEO A UTILIZADOS EN TDT.**

#### **3.4.1 COMPRESIÓN.**

El sistema de compresión del audio, consta de un codificador y un decodificador de audio, el cual acepta señales de entrada analógica o digital, y el bloque del subsistema de audio esta antes del subsistema de transporte, el bloque del codificador recibe las señales del audio en el dominio del tiempo y las convierte en

el dominio de la frecuencia con el fin de convertir la salida en una cadena de bits, para así llegar al subsistema de Transporte, el cual empaqueta los datos de audio y se pasan al subsistema de Transmisión el cual cambia los paquetes en una señal modulada RF para luego ser recibida por el subsistema de Recepción y luego demodularla desempaquetar y decuantificar los flujos o tramas con los datos. Tal como se puede apreciar en la Figura III.1.



Fuente: ATSC Digital Television Standard, Parts 1-6,2007

**Figura III.1:** Subsistema de audio dentro de un sistema de televisión digital

#### 3.4.1.1 MPEG-2

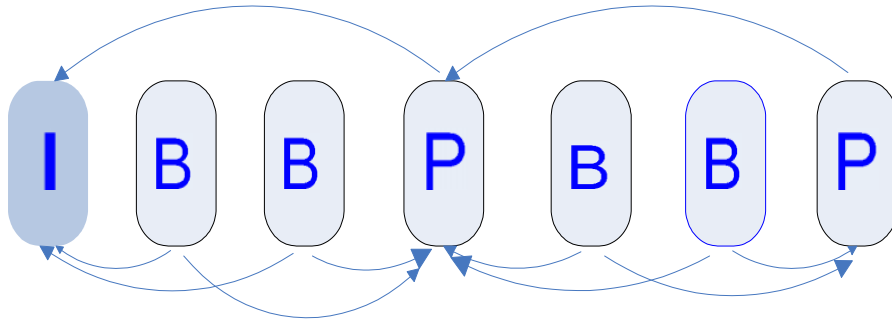
La compresión es básicamente un proceso por el cual el contenido de la información de una imagen o grupo de imágenes se reduce por la redundancia presente en la señal de video. Mediante la compresión se logra ocupar menos ancho de banda que la señal original sin comprimir, reduciendo también los costos y dando mayor flexibilidad a los sistemas; sin embargo existen también pérdidas basadas en la codificación por transformación junto con las técnicas de compensación de movimiento.

Una unidad de compresión de video básica es el GOP (group of pictures: grupo de imágenes). Esto funciona de la siguiente forma, el codificador en lugar de enviar la información de cada imagen por separado envía la diferencia existente entre la imagen previa y la actual, el codificador necesita de una imagen, la cual fue

almacenada con anterioridad para luego ser comparada entre imágenes sucesivas y de igual forma el decodificador se basa en la imagen almacenada para generar las imágenes siguientes. Desafortunadamente existe la posibilidad de transmitir errores si se utiliza una secuencia ilimitada de imágenes previstas por lo cual se utiliza una cantidad limitada de estas imágenes para garantizar una mejor transmisión, entonces periódicamente se envía una imagen la cual no ha sido tratada y que es idéntica a la imagen original, de esta manera refrescamos los datos en la secuencia de transmisión.

Un GOP esta conformado por imágenes I, B y P que se encadenan según el esquema de la Figura III.2, la incorporación de estos tres tipos de imágenes, aporta alta compresión, buen acceso aleatorio, y capacidades de adelanto y retroceso rápido, son el soporte de la codificación diferencial y bidireccional, reduciendo la transmisión de errores.

- **Imagen I.-** (*Intra*) imágenes que no necesitan información adicional para su codificación. Son codificadas sin referencia a otras imágenes, contiene todos los elementos necesarios para su reconstrucción por el decodificador (inicia el lazo de predicción) y son por ello, el punto de entrada obligatorio para el acceso a una secuencia, además son utilizadas para facilitar la captura del canal cuando se apaga el decodificador o se cambia el canal.
- **Imágenes P.-** son imágenes de *predicción* y se generan tomando información de la imagen (I). Estas imágenes, toman información para efectuar la predicción de la imagen (I) o imagen (P), mas cercana, Si su tasa de compresión es mayor que la de las imágenes I, requieren aproximadamente la mitad de los datos de las imágenes I.
- **Imágenes B.-** son imágenes de predicción bidireccional. Para su formación, toman información tanto de una imagen futura como de una imagen previa, se codifican por interpolación. Este tipo de imagen mejora la eficiencia de la codificación ya que como no se utiliza para describir otras imágenes, las imágenes B no propagan los posibles errores de codificación.

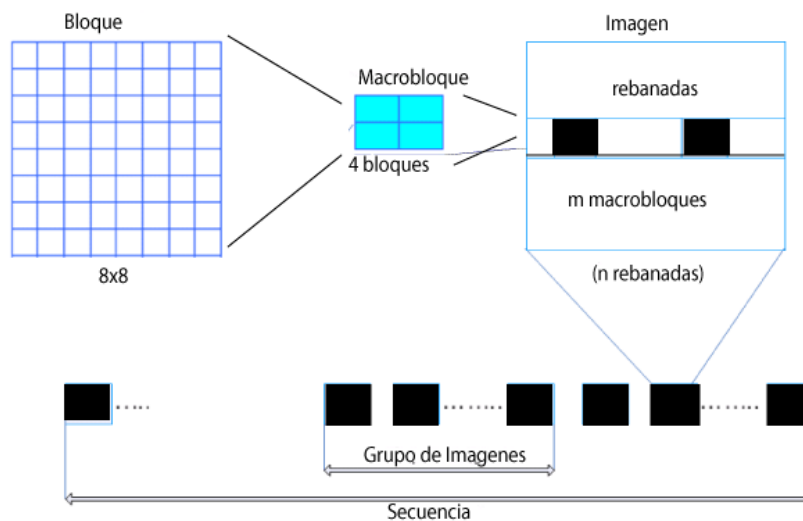


**Figura III.2.** Dependencia de los tres tipos de imágenes

Cada una de estas secuencias comienza con una imagen I que es comprimida de forma espacial. En las imágenes de predicción se efectúa la compresión temporal, enviando solo la diferencia entre estas.

Un conjunto de GOPs conforman una secuencia. Esta tiene una cabecera de inicio y que lleva los parámetros de ese flujo de datos. Dependiendo del grado de compresión, el codificador MPEG-2 puede decir cuando es más eficiente enviar una nueva imagen I en vez de un B o un P. El codificador observa un grupo de bloques de píxeles (macro bloques).

La imagen es procesada, en bloques de píxeles 8 filas por 8 columnas como se observa en la Figura III.3, estos bloques pueden ser luminancia o de croma (Cr representa una muestra de la señal diferenciada al rojo o Cb representa una muestra de la señal diferenciada al azul). Los bloques son procesados en forma de macrobloques, cada macrobloque está compuesto por 6 bloques de 8x8 muestras de píxeles, cuatro de estos bloques corresponden a la muestra de luminancia (Y), otro bloque corresponde a las muestras de Cb y otro bloque a las muestras de Cr.



**Figura III.3:** Jerarquía de capas de las secuencia.



Una vez establecidos los bloques, se usa la transformada del coseno discreto para pasar este bloque al dominio de la frecuencia, implica que los pixeles pasan hacer componentes de frecuencia, en forma de una matriz de coeficientes, donde es más fácil procesar la información redundante, es un proceso previo a la compresión.

En total en un macrobloque con estructura de muestreo 4:2:0, existen 256 muestras de luminancia, 64 muestras de Cr Y 64 muestras de Cb. significa que un macrobloque 4:2:0 tenemos 384 muestras totales.

Varios macrobloques contiguos conforma un slice o rebanada.

**Tabla III.1:** Formatos y macrobloques

Formato (Muestra por línea activa X cantidad de líneas activas)	Denominación	Filas de macrobloques	Macro bloques por filas	Macrobloques totales
HDTV 1920X1080	1080i	68	120	8160
HDTV 1280X720	720p	45	80	3600
SDTV 704X480	480i	30	44	1320
SDTV 640X480	480p	30	40	1200

En la Tabla III.1 se presenta los formatos y los respectivos macrobloques, los dos primeros son de HDTV y los dos últimos de SDTV el formato 1080i (1070 líneas activas con barrido entrelazadas), el formato 720p (720 líneas activas con barrido progresivo). En el formato 1280X720 HDTV, 1280 muestras de luminancia por línea activa con 720 líneas activas, tenemos 45 filas de macrobloques a 80 macrobloques por fila, llegando a tener un total de 3600 macrobloques 4:2:0.

Para el formato 704X 480 tiene 704 muestras de luminancia por línea activa por 480 líneas activas, existen 30 filas de macrobloques, con 40 macrobloques por fila, dando un total de 1320 macrobloques.

El formato 640X 480 tiene 640 muestras de luminancia por línea activa, con 480 líneas activas. En este tenemos 30 filas de macrobloque a razón de 40 macrobloques por fila, esto nos da un total de 1200 macrobloques.

El orden de los macrobloques es de izquierda a derecha y varios macrobloques de manera continua forman un slice. La imagen de video consiste de varios slice y cada slice comienza con un código de inicio (slice Star Code). Cualquier error

producido en el flujo de datos permite que el decodificador salte a otro slice y comience la decodificación correcta.

Cada una de estas secuencias comienza con una imagen I que es comprimida de forma espacial. En las imágenes de predicción se efectúa la compresión temporal, enviado solo la diferencia entre estas.

#### **3.4.1.2 Transmisión del MPEG-TS.**

TS son las siglas de transport de Stream. Es un formato especificado en MPEG-2 su objetivo es permitir multiplexar video digital, audio digital y sincronizar el resultado. Además permite la corrección de errores y utilizado sobre una red de comunicaciones.

A la salida de un codificador se tiene una secuencia de video MPEG y contiene estrictamente lo necesario para que el decodificador logre restablecer la imagen original. La sintaxis de la señal comprimida es rigurosa de esta forma se asegura que el decodificador cumpla con su propósito. Similar en su funcionamiento al protocolo en una red del modelo OSI, el transport stream es procesado en capas, y no se proporciona ningún mecanismo para asegurar la entrega confiable de los datos transportados. El transporte MPEG-2 confía en las capas subyacentes para tales servicios. Y las capas subyacentes se encargan de identificar el tipo de paquetes de transporte (cabecera), cuando un paquete del transporte se ha transmitido erróneamente.

**Bloques TS.-** Es la unidad fundamental de información de la imagen y esta representada por un bloque de coeficientes de DCT (transformada del coseno discreto), que tiene un tamaño de 8X8 pixeles los cuales representan datos, el coeficiente DC (el coeficiente de mas alto valor) es enviado primero ya que este representa, con mayor precisión, la información del bloque, después de este se envía los demás coeficientes.

**Macrobloque TS.-** Es la unidad fundamental de la información, cada macrobloque es un vector de desplazamiento en dos dimensiones situado en la parte superior de la secuencia. En una imagen B el vector puede estar hacia delante o hacia atrás. Usando los vectores, el decodificador obtiene información acerca de imágenes anteriores y las posteriores produciendo así una predicción de imágenes. En un formato de codificación 4:2:0 cada macrobloque tendrá 4 bloques Y luminancia y dos bloques de color diferente. Para hacer posible la identificación de cada bloque y

sus componentes, estos se envían en un orden específico. Cada macrobloque tiene 16X16.

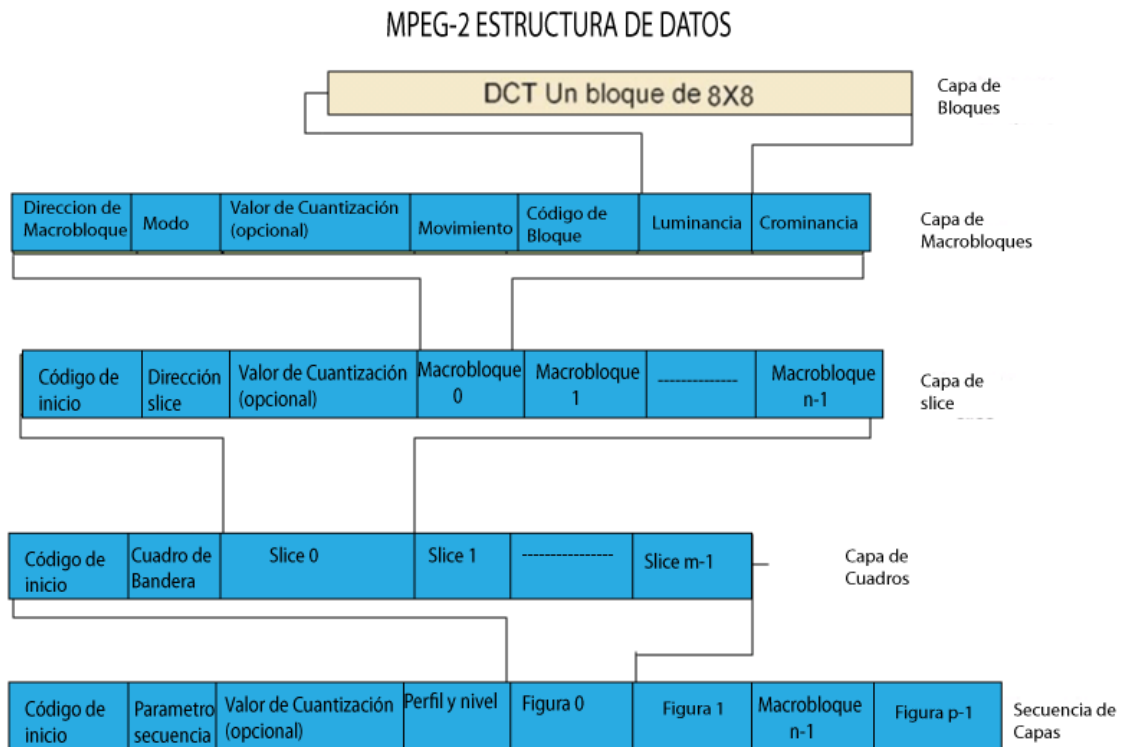
**Rebanadas (slice).**- Los macrobloques son agrupados en rebanadas y deben representar una fila que esta ordenada de izquierda a derecha, son la unidad fundamental de sincronización para la codificación de la longitud variable y diferencial, los vectores iniciales en una rebanada son enviados completamente, mientras que los demás vectores son transmitidos diferencialmente.

**Imágenes I, P o B.**- Cuando un número de rebanadas se combinan, construyen una imagen, la cual es una parte activa de un cuadro o un campo. La imagen de soporte inicial define que imágenes I, P o B codifica o incluye una referencia temporal para que la imagen pueda ser representada en el momento adecuado.

En el caso de tomas panorámicas e inclinaciones, los vectores en cada macrobloque serán los mismos. Un vector global será enviado para todas las imágenes y luego se puede enviar vectores individuales que lleguen a crear la diferencia en el vector global.

**GOP.**- El GOP es la unidad fundamental de codificación temporal, y la combinación de imágenes produce un GOP. El uso de GOP es opcional, pero en la práctica el uso es muy necesario, define imágenes I, B, P que se describieron anteriormente.

**Secuencia.**- Cuando algunos GOP son combinados se produce una secuencia de video con un código de inicio, seguido por un encabezamiento, y luego termina con un código final. Código de soporte adicional puede ser ubicado al inicio de la secuencia, la secuencia de soporte especifica el tamaño horizontal y vertical de la imagen, norma de barrido, si se uso barrido progresivo o entrelazado, el perfil, nivel velocidad de transferencia de bit.



**Figura III.4:** Estructura de la trama MPEG-2

**Proceso de codificación MPEG.-** La norma no define explícitamente el método de codificación, sino únicamente la sintaxis que controla el tren binario a la salida del codificador. Al entrar la señal de video que es la imagen digitalizada en formato 4:2:0 el codificador (figura III.5) elige para cada imagen su tipo (I, P o B) y si la imagen debe ser codificada en modo progresivo o entrelazada (frame o field) esta es la etapa de reordenación de las imágenes. El siguiente bloque es el de estimación de movimiento en el cual el codificador debe estimar los vectores de movimientos para cada bloque de 16x16 píxeles, el número de vectores depende del tipo de imagen y el modo de codificación (imagen o campo) escogido para cada bloque.

En los casos de tener imágenes I y P y en el caso de tener los tres tipos (I, P y B) el codificador deberá reordenar las imágenes antes de la codificación y de la transmisión.

Teniendo el formato 4:2:0 debemos saber que la unidad básica de codificación es el macrobloque el cual está dividido en 4 bloques de luminancia (Y) de 8x8 píxeles y de dos, todos los macrobloques se codifican secuencialmente de izquierda a

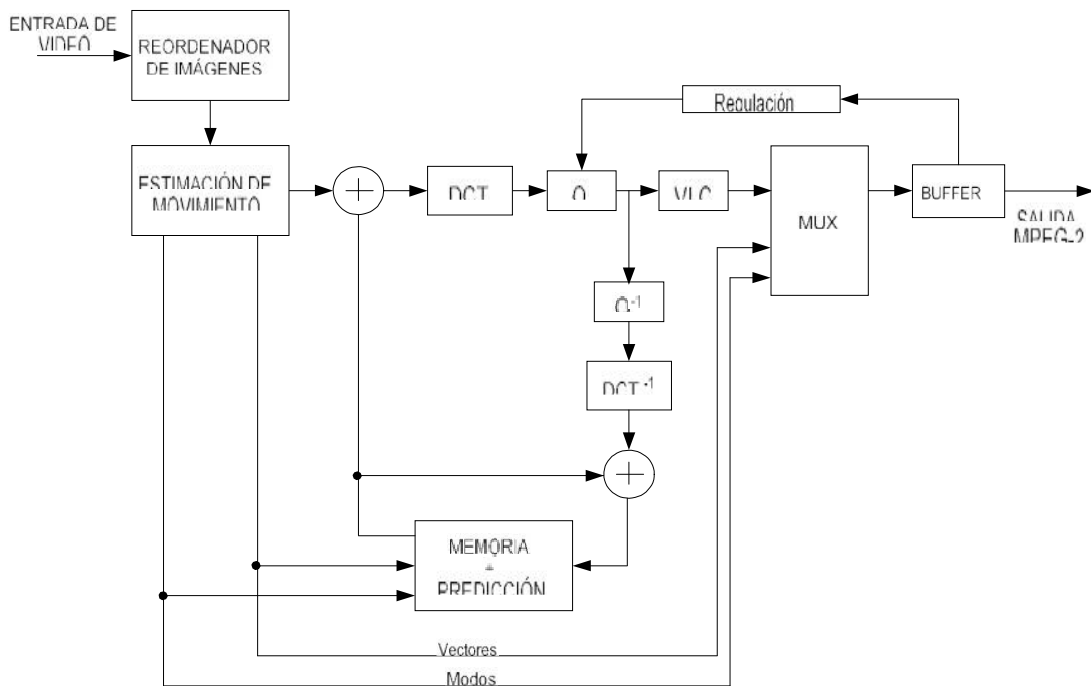
derecha y de arriba abajo tomando para cada uno un modo de codificación independiente para cada uno. Luego de haberse elegido el modo de codificación, la predicción con compensación de movimiento del contenido del bloque se hace a partir de la imagen de referencia que puede ser una imagen original (I) o una imagen prevista (P) pasada y una imagen futura en el caso de las imágenes bidireccionales (B), La predicción se resta de los datos reales del macrobloque quedando de esta manera la señal de error de predicción.

En una imagen, el codificador deberá elegir entre efectuar la DTC en modo progresivo o entrelazado, dependiendo principalmente de la amplitud de movimiento entre los campos de la imagen.

La señal de error se separa al instante en bloques de 8x8 y se les aplica la DTC, cada bloque de coeficientes resultantes se cuantifica y barre en zig-zag para formar una serie de coeficientes, luego se codifica la información auxiliar necesaria para que el decodificador pueda reconstruir el bloque (vectores de movimiento, modo de codificación, etc.), codificando los coeficientes cuantificados ayudándose de una tabla VLC (codificación Huffman: asigna códigos cortos a los símbolos de mayor prioridad y códigos largos a los símbolo de menor prioridad).

Para controlar el numero de bits que el codificador generara para los bloques siguientes la unidad de control de flujo utiliza la información que esta en el Buffer (memoria intermedia) de salida como retorno, jugando principalmente con los coeficientes de cuantificación, de esta manera se obtiene a la salida del codificador un tren binario completo que puede ser ya utilizado por un decodificador.

El codificador almacena y decodifica  $Q^{-1}$  (decuantización de los coeficientes después de la DTC  $^{-1}$ ) las imágenes I y P, como referencia para reconstruir otras imágenes obtenidas por predicción con compensación de movimiento en el decodificador, y calcula la señal de error que se añade a la señal de predicción.



**Figura III.5:** Codificador MPEG-2.

### 3.4.1.3 AC-3

El AC-3 también conocido como Dolby Digital, es una técnica de codificación digital que reduce la cantidad de datos necesarios para producir sonido de alta calidad. Esta codificación se realiza aprovechando que el oído humano no puede percibir todos los sonidos y algunos de ellos se interpretan como ruido.

Reduciendo, eliminando o enmascarando este ruido, se reduce considerablemente la cantidad de datos que se necesitan. Codificando las componentes frecuenciales del sonido en lugar de su característica temporal.

Para ello cada canal es filtrado en pequeñas bandas de diferentes tamaños antes de ser codificado, tratando así de imitar el comportamiento del oído humano; con esto conseguimos que las componentes frecuenciales del sonido y su correspondiente ruido de cuantificación queden dentro de una misma banda, con lo que se consigue un mejor aprovechamiento de las características de enmascaramiento del oído humano, minimizando así la tasa de bits necesaria para una codificación libre de ruido. Reduciendo o eliminando el ruido de cuantificación donde no haya señal que lo enmascare la calidad del sonido no se verá afectada.

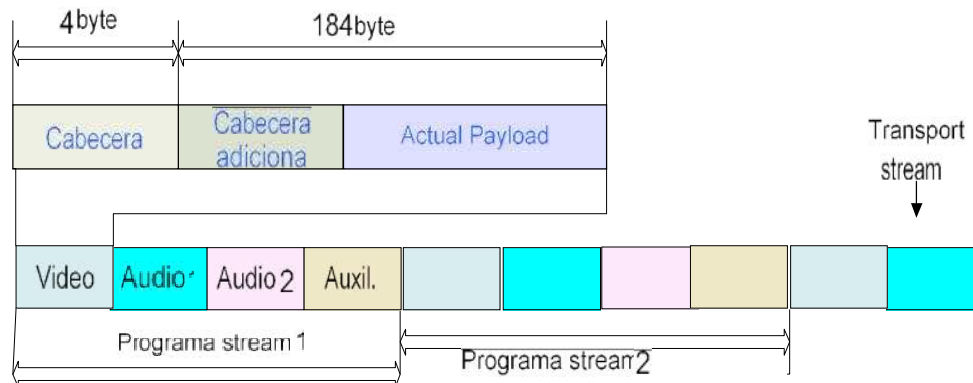
El algoritmo Dolby AC-3 distribuye los bits con que se cuantificaran las componentes frecuenciales de las diferentes bandas teniendo en cuenta las características espectrales de la señal codificada. Un modelo interno que simula el enmascaramiento frecuencial y temporal del oído permite al codificador variar su resolución espectral-temporal dependiendo de la naturaleza del sonido, de forma que se asegure un número mínimo de bits para describir la señal en cada banda garantizando que el ruido quede totalmente enmascarado. Este modelo de enmascaramiento frecuencial hace que aquellas componentes espectrales del sonido que vayan a quedar enmascaradas por otras no sean codificadas. AC-3 también distribuye los bits entre los diferentes canales de manera que se consiga una tasa de bits estable, asignando más bits a los canales con un mayor contenido frecuencial.

El modelo de enmascaramiento y el algoritmo de distribución de bits son factores clave en la gran eficiencia espectral del sistema.

El algoritmo AC-3 considera los seis canales como una entidad única incluyéndolos en una única trama de bits, con lo que se consigue una tasa de bits menor que separando cada canal en una trama distinta. Los canales con ancho de banda (AB) completo son limitados a 20kHz. El sistema audio AC-3 provee audio digital muestreado a 48 kHz.

### 3.4.2 MULTIPLEXADO DEL FLUJO DE DATOS.

Los datos comprimidos de video, audio y los datos complementarios se multiplexan formando una sola sucesión de bits. Esta sucesión de bits modula una señal que se transmite por radiodifusión terrestre.



**Figura III.6:** Estructura de un paquete de transporte.

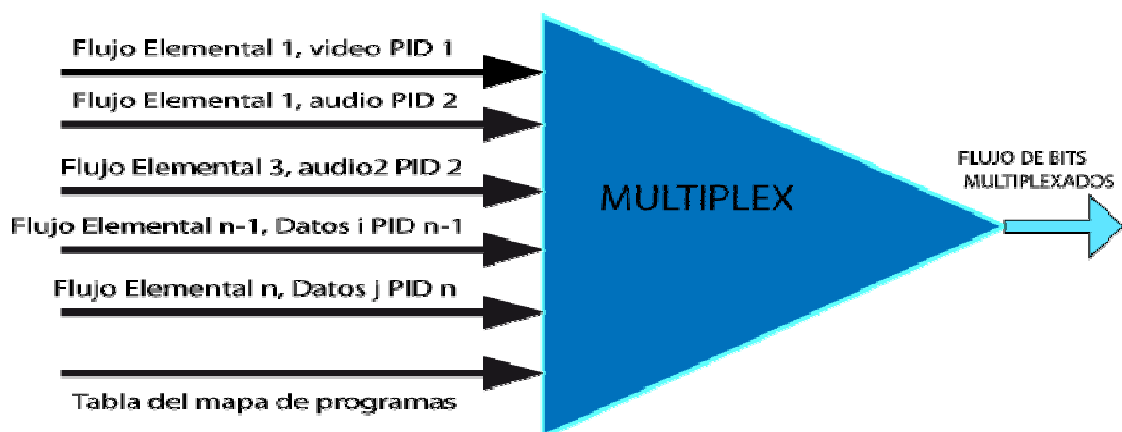
En la Figura III.6 se ve 4 cadenas elementales (video, 2 de audio, auxiliar) forman una cadena de programa para que luego varios programas formen una cadena de transporte. Esta cadena de 19.39Mbps pasa entonces al sistema de transmisión.

Un flujo de transporte de programa se forma a partir del multiplexado de bits individuales, con una base de tiempo común, la referencia a bits individuales puede ser a partir del flujo elemental comprimido de PES (flujo elemental empaquetado) O ES (flujo elemental de datos). Este tipo de flujo es distinto del flujo de programa definido en MPEG-2, el multiplexado de datos definido se realiza en dos capas diferentes.

#### 3.4.2.1 Capa 1. Múltiplex de transporte de programa simple.

Los flujos de transporte de programa, se forman multiplexado uno o mas flujos elementales de bits. Ingresa al multiplex un flujo de control llamado PMT (program map table) que es la tabla del mapa de programas que representa la tabla de datos de programa con sus PIDs (identificación de paquetes) y tipo de flujo de video, audio y datos.

Un flujo de transporte de programa puede estar compuesto por uno o más flujos Elementales de video, audio y datos, todos los flujos deben tener la misma base de tiempo.



**Figura III.7:** Multiplex para formar un flujo de transporte de programa.

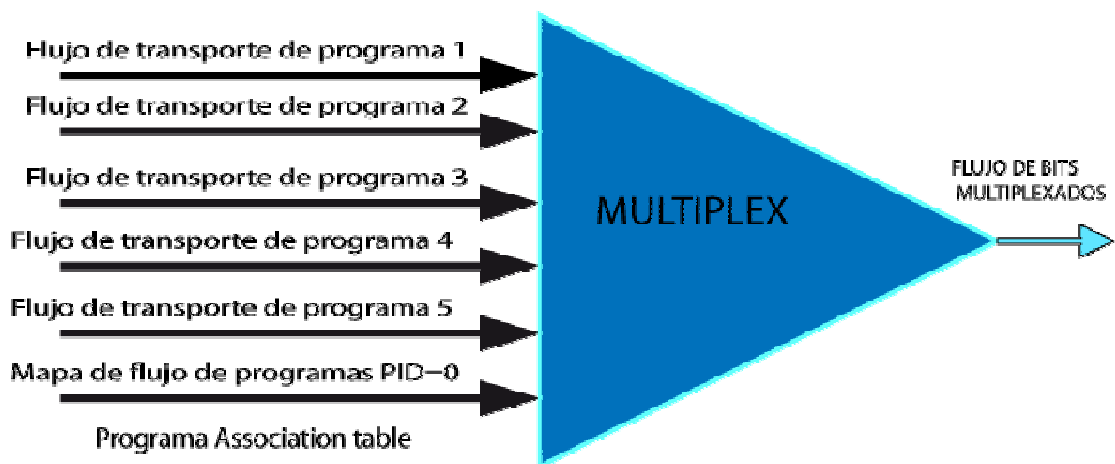
#### 3.4.2.2 Capa 2. Múltiplex de sistema.

Se forma multiplexando los flujos de transporte de programa por multiplexado asincrónico de paquetes, para formar el multiplex del sistema. Al multiplex del sistema ingresan los diferentes flujos de transporte de programas, con sus



identificaciones correspondientes (PID's). Además ingresa un flujo que contribuye al mapa de flujos de programa con PID= 0. Este flujo lleva la PAT que es denominada también una tabla de asociación de programas.

El proceso de identificar un programa y su contenido se realiza en dos etapas. En la primera etapa se utiliza PAT en flujo de bits PID=0 para identificar el flujo de bits que lleva PMT para el programa. En la segunda etapa, se obtienen las identificaciones (PID's) de flujo elemental de bits que conforman el programa, consultando la PMT respectiva.



**Figura III.8:** Multiplexación para formar un flujo de bits a nivel de sistema

### 3.4.3 MODULACIÓN.

#### 3.4.3.1 8-VSB para transmisión Digital Terrestre.

Es una modulación lineal que consiste en filtrar parcialmente una de las dos bandas laterales resultantes de una modulación en doble banda lateral o de una modulación en amplitud, la mayor ventaja es que para la decodificación necesita de un detector de envolvente, y su desventaja es que al existir muchos niveles la diferencia entre las amplitudes es muy pequeña esto haría susceptible de errores.

En la modulación VSB se agrega una señal piloto en el extremo inferior de la banda. Este se crea antes de la modulación, con un pequeño nivel de continua aplicando en la señal de banda base 8VSB. Este produce una pequeña portadora residual que aparece en el punteo de frecuencia cero del espectro modulado. El piloto consume 0.3 dB o 7% de la potencia total transmitida.

El espectro de VSB es plano y tiene 5.38 Mhz de ancho de banda, para un canal de 6 MHz.

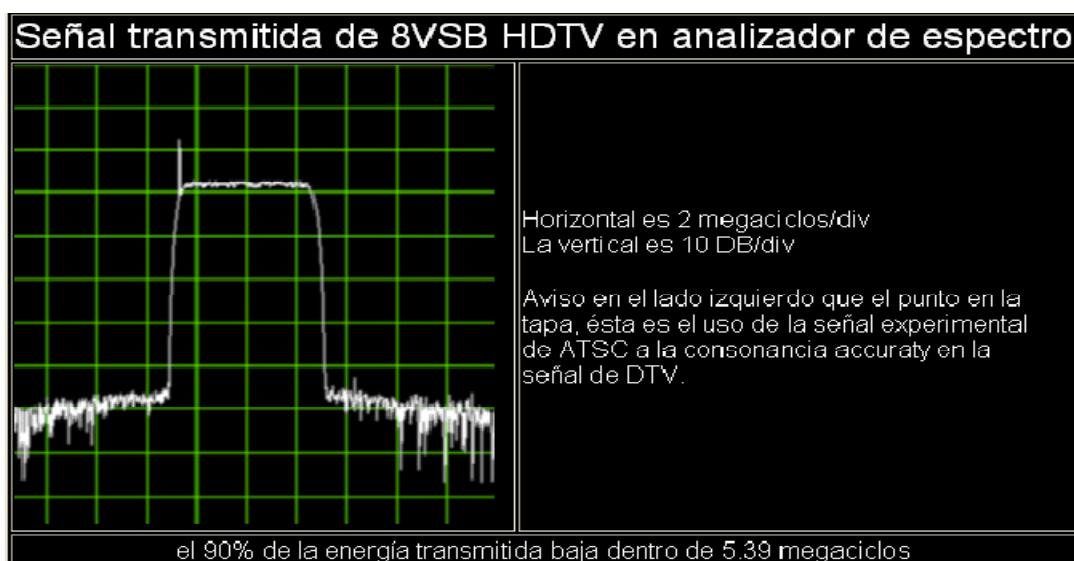
Cada bloque de 208 bytes es convertida en 832 palabras de 2 bits. Esto se conoce como 8VSB.

La señal HDTV (alta definición) entra al sincronizador de cuadros el cual alinea la secuencia de datos en bytes. Esta cadena consta de 19.39Mbps esta compuesta por 188 bytes que incluyen 1 byte de sincronismo y 187 bytes de datos que representan la parte útil de la carga. (Ver en ANEXO 1).

Esta cadena pasa a un aleatorizador de datos el cual asegura que los valores constantes de data no existan en la cadena. Esto se hace para que no haya uniformidad en el espectro causando interferencia por parte de la transmisión en los demás canales.

El encoder Reed-Solomon (Sistema de protección y corrección de errores) revisa los bytes de cada paquete para añadir bytes para corrección de errores de transmisión. Una vez efectuada la intercalación el próximo paso es la intercalación de trellis este tipo de de codificación es otra forma de FEC (corrección de errores anticipado) y representa un código convolucional.

El proceso de codificación de trellis, incrementa la señal de entrada doblando los valores de data. Cada bloque de 208 bytes es convertida en 832 palabras de 2 bits. Esto se conoce como 8VSB, y finalmente esta señal ingresa a un multiplexador (la señal proveniente del trellis encoder y datos de sincronismo).



**Figura III.9:** Señal Transmitida de 8VSB

### **3.4.3.2: Modulación 8T VSB (8 Trellis-Vestigial Side Band).**

La modulación se basa principalmente en una Modulación en Amplitud de pulsos de 8 niveles (8-PAM) en banda base. Es así como se logró desarrollar por este estándar la máxima cobertura desde un único transmisor.

La modulación 8T-VSB siempre utiliza una sola portadora continua, es decir es una modulación mono portadora e independiente de fase y que tiene una transmisión de 19.Mbps.

### **3.4.3.3 Modulación 16-VSB.**

16VSB es una abreviatura para la modulación de banda lateral vestigial de 16-level, capaz de transmitir cuatro pedacitos ( $24 = 16$ ) a la vez. Tiene dos veces la capacidad de datos de 8VSB; mientras que 8VSB entrega 19.34 Mbps en un canal de TV de 6 megaciclos, 16VSB podría entregar 38.68 Mbit/s, mientras que hacia el sacrificio de ser mas propenso al error del transmisión.

16VSB fue planeado para la distribución del cable. Para 16VSB es alrededor dos veces tan susceptibles al ruido, por lo tanto menos convenientes que 8VSB la difusión, pero bien satisfecha al SNR de la distribución de fiber/cable, permitiendo dos veces tanto el programar en un canal de la banda 6MHz

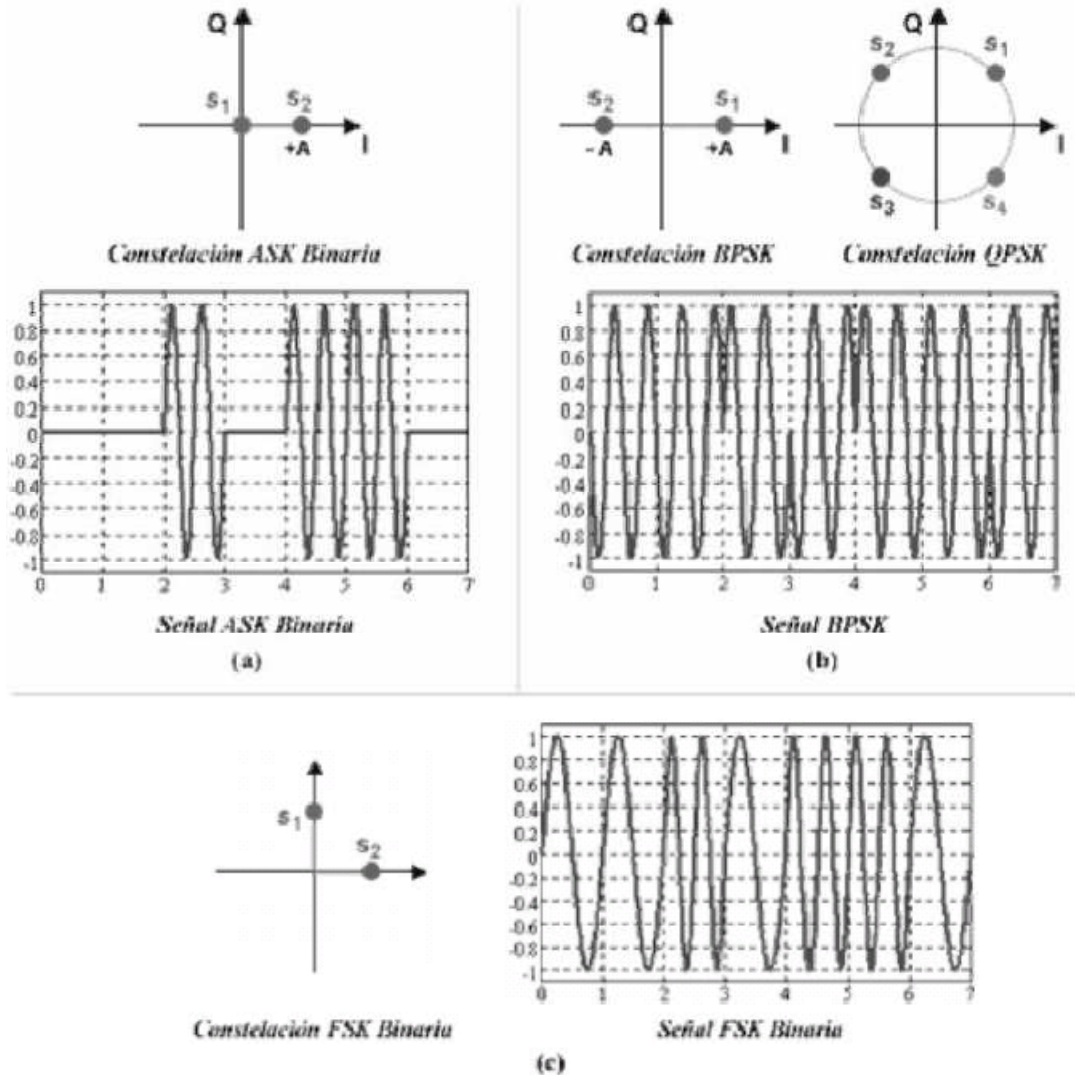
### **3.4.3.4 Modulación QPSK.**

La modulación por desplazamiento de fase o PSK (Conmutación por Corrimiento en Fase) es una forma de modulación angular consistente en hacer variar la fase de la portadora entre un número de valores discretos; manteniendo la amplitud y frecuencia constante. Para una modulación PSK multinivel, la señal PSK podrá contar con tantos valores distintos de fase como símbolos se tengan mapeados en la "constelación I-Q".

La diferencia con la modulación de fase convencional (PM) es que mientras en esta la variación de fase es continua, en función de la señal moduladora, en la PSK la señal moduladora es una señal digital y, por tanto, con un numero de estados limitado.

QPSK es un algoritmo de la modulación de fase. La modulación de fase es una versión de la modulación de frecuencia donde la fase de la onda de portador se modula para codificar bits de información digital en cada cambio de fase.

El "PSK" en QPSK refiere al uso de afinar el desplazamiento de fase. El afinar el desplazamiento de fase es una forma de modulación de la fase que se logra por el uso de un número discreto de estados. QPSK se refiere a PSK con 4 estados. Con mitad de ese numero de estados, se tendrá BPSK (Modulación de fase binaria), la modulación QPSK es equivalente a la 4-QAM.



**Figura III.10:** Modulación PSK

Una de sus principales ventajas es que ofrece la misma eficiencia de potencia, utilizando la mitad de ancho de banda.

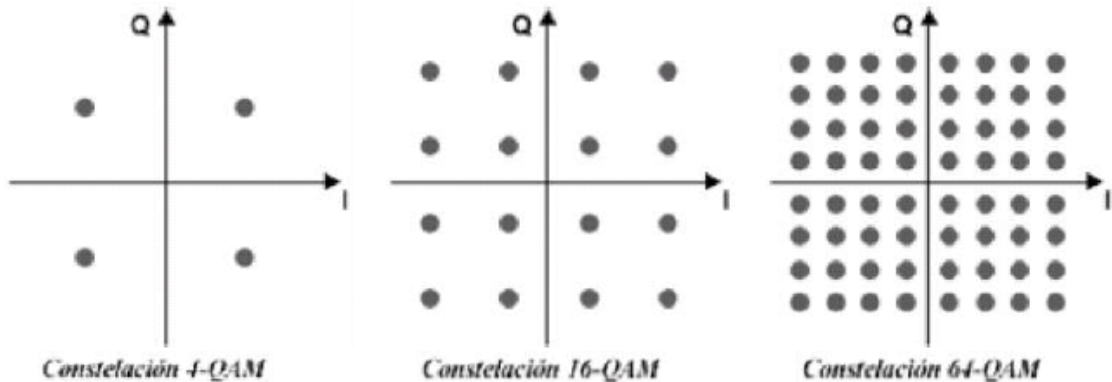
### 3.4.3.5 Modulación QAM.

En QAM varía simultáneamente dos parámetros de la onda portadora (Amplitud y Angulo de fase) se puede considerar una extensión de PSK.

QAM no tiene envolvente constante como PSK, para un igual número de estados de modulación, los espectros de PSK y QAM son idénticos.

QAM para un número alto de estados de modulación es mejor que PSK, puesto que el diagrama de constelación PSK tiene menor separación entre los puntos y mayor probabilidad de error.

Una de las características principales de la modulación QAM es que modula la mitad de los símbolos con una frecuencia y la otra mitad con la misma frecuencia, pero desfasada  $90^\circ$ . El resultado de las componentes después se suma, dando lugar a la señal QAM. De esta forma, QAM permite llevar dos canales en una misma frecuencia mediante la transmisión ortogonal de uno de ellos con relación al otro. Como se indicó, la componente "en cuadratura" de esta señal corresponderá a los símbolos modulados con una frecuencia desfasada  $90^\circ$ , y la componente "en fase" corresponde a los símbolos modulados sobre una portadora sin fase. En la Figura III.11 se indica las constelaciones para los esquemas de modulación 4-QAM, 16-QAM y 64-QAM. Para cada uno de ellos se varían los niveles de amplitud y de fase de la señal.

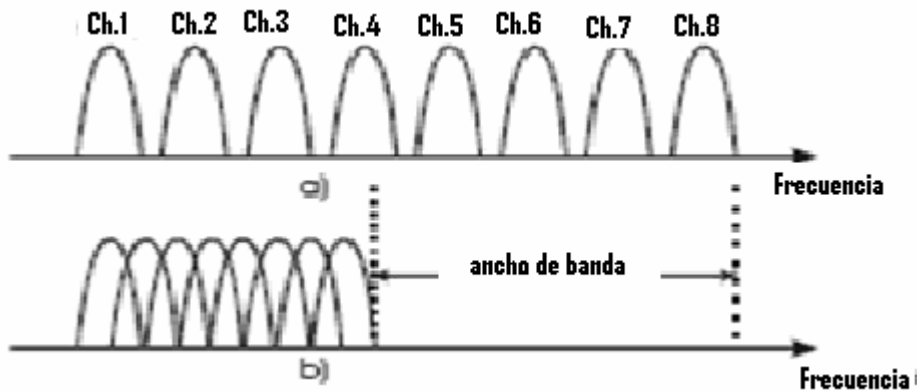


**Figura III.11:** Ejemplos de constelaciones QAM

#### 3.4.3.6 OFDM (Ortogonal FDM).

OFDM modulación por división de frecuencia ortogonal distribuye el flujo binario en un gran número de portadoras de forma que cada una maneje una cantidad de datos reducida con respecto al flujo total. Divide el ancho de banda total en canales paralelos más angostos, cada uno en diferente frecuencia (FDM), reduce la posibilidad de desvanecimiento por respuesta no plana en cada subportadora.

Cuando estas subportadoras son ortogonales en frecuencia, se permite reducir el ancho de banda total requerido aun mas. Los problemas de ISI, y de interferencia intercanal (ICI) son eliminados en OFDM, cuando la longitud del tiempo de guarda es mayor al máximo valor del esparcimiento del retardo como se muestra en la Figura III.12.



**Figura III.12:** Técnica multiportadora convencional, modulación con portadora ortogonal.

Esta modulación consiste en enviar la información modulando en QAM o en PSK un conjunto de portadoras de diferente frecuencia. Normalmente se realiza la modulación OFDM tras pasar la señal por un codificador de canal con el objetivo de corregir los errores producidos en la transmisión, entonces esta modulación se denomina COFDM.

La modulación OFDM es muy robusta frente al multitrayecto, que es muy habitual en los canales de radiodifusión, frente a los desvanecimientos selectivos en frecuencia y frente a las interferencias de RF. Debido a las características de esta modulación, las distintas señales con distintos retardos y amplitudes que llegan al receptor contribuyen positivamente a la recepción, por lo que existe la posibilidad de crear redes de radiodifusión de frecuencia única sin que existan problemas de interferencia.

La duración  $T_u$  de los símbolos aumenta con respecto a la modulación con una sola portadora, haciendo de esta manera una señal mucho mas robusta frente a interferencias por ecos, ya que el retardo de estos es relativamente corto frente a la duración  $T_u$ .

Los receptores ignoran la señal recibida durante el tiempo de guarda de la señal principal, con lo que no habrá interferencia intersímbolo. Es por esto que *OFDM* permite operar en "Redes de Frecuencia Única" SFN. Sin embargo la inclusión en la señal de este tiempo hace que el canal sufra una pérdida de capacidad en la transmisión.

#### **3.4.3.7 COFDM (Modulador por división de frecuencia Ortogonal codificada)**

Esto en Europa ha solventado el problema de los ecos y su eficiencia radica en la posibilidad de introducir un intervalo de guarda, que es una extensión del tiempo total que se transmite un símbolo; este sistema aprovecha los ecos de una señal distante operando en el mismo canal, de modo que aumente la potencia en el receptor. Utiliza un gran número de portadoras para transmitir sobre cada una de ellas la información, esto hace la diferencia con los sistemas de modulación comunes que solo utilizan una señal portadora.

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. El principio de ortogonalidad define la separación entre portadoras de manera que sea exactamente igual al recíproco del periodo de símbolo útil. Durante este periodo de símbolo el canal deberá de ser estable, por lo tanto, la estabilidad del canal afecta tanto al espaciamiento entre portadoras como la cadencia de transmisión de datos.

En esta modulación hay dos modos de transmisión con 2K u 8K portadoras. En un caso se emplea 2048 puntos con 1705 portadoras, trabaja con pequeñas redes de frecuencia única con distancias reducidas entre transmisores y un único transmisor, mientras que en el otro caso es de 8192 puntos, utiliza 6817 portadoras, también trabaja con único transmisor y para redes de frecuencia única de pequeña y gran cobertura. Sin embargo, la información útil transmitida por segundo es igual en los dos sistemas, dado que en uno se transmite más rápido pero menos información de cada vez, y con igual ancho de banda. Hay diferencias entre el uso de un modo u otro, ya que en el modo 2K hay una mayor separación entre portadoras lo que disminuye los efectos de las interferencias y en el modo 8K hay un mayor número de portadoras.

La velocidad de datos por portadora se reduce significativamente ya que la velocidad de datos total se divide por la cantidad de portadoras, dando como resultado el periodo útil de un símbolo que es de centenares de micro segundos, COFDM en el orden de 800 a 1000  $\mu$ s, este tiempo de símbolo en cada portadora permite la inserción de un intervalo de guarda.

El sistema 8K puede tener intervalos de guarda mayores que el 2K ya que el intervalo es mayor cuando el bit rate de cada portadora es menor, esto también hace que sea 8K mas robusto al ISI.

Cada uno de los modos representa un conjunto de portadoras. A este conjunto se lo denomina símbolo; el ancho de banda del canal es independiente del ancho de banda del canal de RF utilizado, que puede ser 6, 7 u 8 MHz.

Mas que una modulación COFDM es un multiplicación de señales moduladas en 64QAM o QPSK.

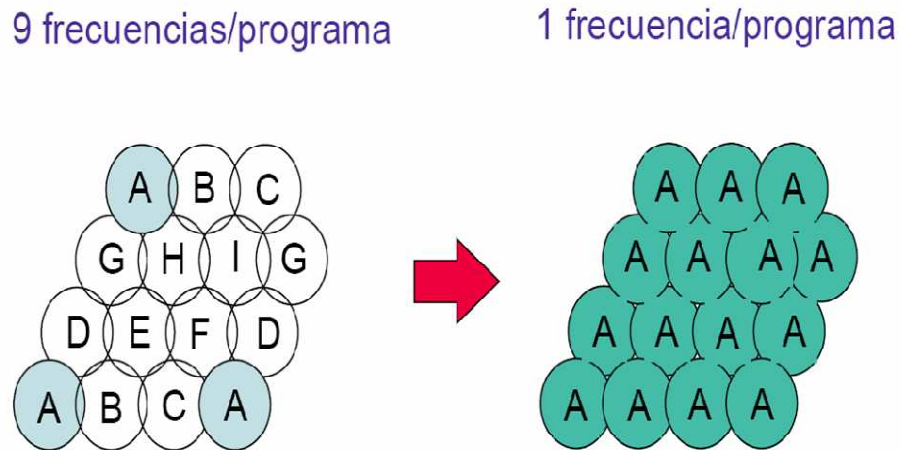
COFDM además soporta interferencia cocanal de banda estrecha, como la que producirían otros servicios analógicos terrestres. Es además importante el prever que se tendrá un tiempo de transición en los que convivan varios servicios de difusión de televisión, incluidos los analógicos, hasta una total implantación de los sistemas digitales, tanto terrenales como por satélite, amén de los servicios de cable. Por consiguiente, la planificación técnica, en su apartado de planificación de frecuencias y compatibilidad electromagnética ha de tomar en consideración este hecho.

Los fenómenos de multitrayecto se ven además, especialmente aumentados por el extendido uso de las conocidas "set-top TV antennas". La idea básica sería que si se esperan retardos altos de la señal, por efectos del multitrayecto, se ha de tener una duración de símbolo mucho mayor que dichos retardo para hacerlos soportables, con lo que parece más apropiado el emplear muchas portadoras moduladas a baja velocidad, que una sola a alta velocidad. Este efecto también es apreciable en el dominio de la frecuencia, viendo como el multitrayecto provoca una selectividad en frecuencia, evitable (portadora a portadora, dentro de un canal de banda estrecha), con anchos de banda estrechos.

No obstante, cabe pensar que aunque el periodo de símbolo se ha hecho mucho mayor que el mayor de los retardos por multitrayecto, aún sigue habiendo interferencia entre símbolos (ISI), tal y como se aprecia en la Figura III.13 (parte



derecha). Para evitar esta pequeña fracción de tiempo en la que hay interferencia entre símbolos, lo que se hace es insertar un tiempo de guarda.



**Figura III.13:** Redes SFN (Única-Frecuencia) y MFN (Multi-Frecuencia)

### 3.5. ESTÁNDARES INTERNACIONALES DE LA TDT

#### 3.5.1 ATSC Advance Television System Committee

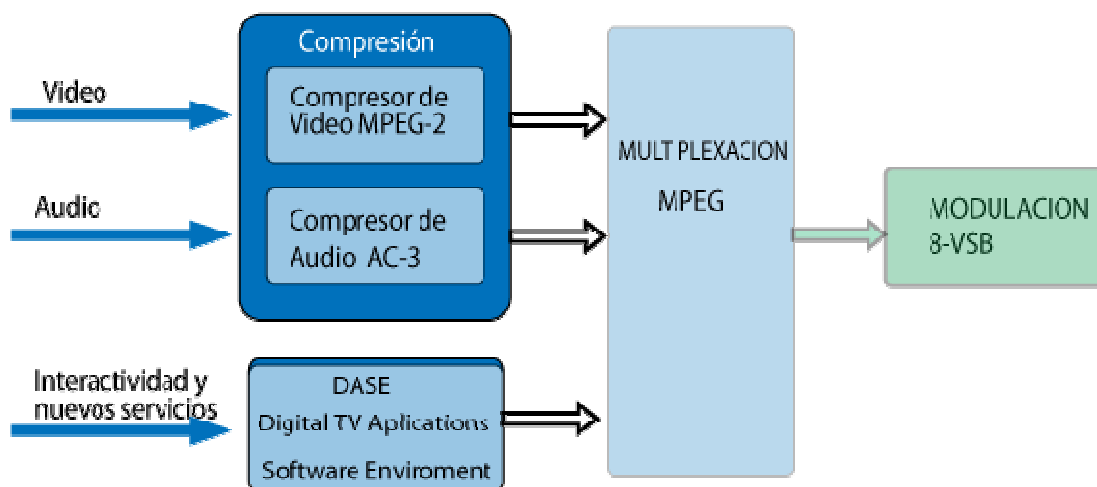
##### 3.5.1.1 Generalidades

ATSC ( Advance Television System Committee ) es una organización sin fines de lucro creada en 1982 para estandarizar las soluciones tecnológicas para la TV Digital Terrestre, requeridas originalmente por los radiodifusores de la TV Abierta, Libre y Gratuita del mercado de los EEUU y extendida luego a Canadá, México , Corea del Sur , Honduras y próximamente a otros países que deseen mantener el modelo de servicio de la TV por aire, abierta, libre y gratuita también en su formato Digital.

El estándar ATSC fue creado principalmente para la TV libre y gratuita utilizando el mismo 6 MHz de ancho de banda que se vienen utilizando en la televisión analógica, en donde se busca brindar al usuario: HDTV, multiprogramación, comunicación interactiva y otras características.

El estándar ATSC fue creado y adoptado por primera vez en Estados Unidos, para reemplazar el sistema de televisión análoga NTSC.

### 3.5.1.2 Características técnicas generales.



**Figura III.14:** Sistema ATSC

En la Figura III.14 se muestra con claridad tres etapas:

- Compresión.
- Multiplexación.
- Modulación

La señal de video es una señal de alta definición se comprime con MPEG-2, la señal de audio se comprime con Audio Code 3 AC-3 (Código de audio 3, se compone de 6 canales discretos), existen también servicios interactivos y otras de altas presentaciones denominadas DASE (Digital TV Applications Software Environment).

Asimismo, el estándar de televisión digital ATSC permite transmitir varias señales en definición estándar o combinado con alta definición, es decir el estándar permite multiplexar varias señales en definición estándar o en HDTV.

La modulación utilizada es la 8T-VBS, la cual es una modulación mono portadora e independiente de fase, para evitar muchas distorsiones.

El estándar de televisión digital ATSC tiene la velocidad de datos de 19.4 Mbps, permitiendo múltiples formatos de imágenes y velocidades de trama en HDTV y SDTV.

Transmitir una señal digital ya sea en el formato estándar SDTV o en el estándar de alta definición HDTV, resultaba imposible en el espectro que ocupaba una señal de televisión analógica de 6 a 8 Mhz de ancho de banda, dado que una señal digital estándar ocuparía mas de 70Mhz de ancho de banda (una de HDTV digital ocuparía mas de 420Mhz). Para ello se necesitarían resolver dos problemas: el primero poder comprimir la señal para poder transportarla en un ancho de banda de 6 a 8Mhz y segundo había que diseñar un sistema de modulación adecuado para ese flujo de datos comprimido. Estos problemas se solucionaron mediante la compresión MPEG-2, la cual fue desarrollada y puesta en practica en 1993.

MPEG-2 es una norma técnica internacional de compresión de imagen y sonido, el MPEG-2 especifica los formatos en que deben representarse los datos en el codificador así como el conjunto de normas para la transición de imágenes en video digital. En la codificación se comparan los fotogramas actuales con los anteriores y los futuros para almacenar sólo las partes que cambian de unos a otros. La señal incluye sonido de calidad de CD.

Gracias a este sistema de compresión ahora en el ancho de banda existente para la televisión analógica se pueden transmitir varias señales en estándar SDTV o una señal de alta definición digital HDTV. La TV digital parte en el 5 el ancho de banda actual. Es decir, en el espacio que hoy cabe una sola estación de TV, en el futuro cabrían 5. La norma norteamericana propone usar esos 5 canales enviando una señal de alta definición (HDTV).

En cuánto a capacidad de transportar información dispone de 19 mega bits por segundo. El estándar norteamericano fue exclusivamente creado para la televisión digital terrestre. En la actualidad existen 3 medios para la transmisión de TV digital: Satélite, cable y televisión digital terrestre. Se llama terrestre a la que llega a través de repetidores que envían las ondas, minimizando así la distorsión de la señal.

El sistema ATSC privilegia la alta definición (HDTV), por sobre el multicasting y el datacastign, con una resolución que duplica la de la TV analógica. Sin embargo, prevé incorporar las otras ventajas mencionadas a medida que el proceso de digitalización vaya creciendo.

El sistema de televisión de alta definición HDTV tiene dos modalidades principales: 1080 líneas activas con 1920 píxeles cuadrados por línea, con barridos entrelazado de 59.94 y 60 cuadros por segundo, o, 720 líneas activas con 1280 píxeles por línea con barridos progresivos de 59.94 y 60 cuadros por segundo.

Se requiere contar con aparatos de televisión específicos, de grandes dimensiones y formato distinto (se pasa de una relación 4:3 de pantalla, a una de 16:9). El sistema norteamericano no está diseñado para la recepción de señales en condiciones de movilidad, esto se debe a que la gente en EU se desplaza principalmente en auto o en avión, no como en Europa donde se usa intensivamente el tren para desplazarse de un país a otro.

La interfaz de aire es menos robusta que la del estándar europeo. La señal audiovisual requiere de un 2.5 veces menos de potencia que la europea. Los formatos bajo la norma ATSC también poseen audio con calidad de teatro, porque utiliza el formato Dolby Digital AC-3 que brinda un canal 5.1 de sonido envolvente. El sistema permite el transporte de hasta 5 canales de sonido con un sexto canal para efectos de baja frecuencia.

A su vez, en este momento de transición es posible acceder a este servicio de televisión digital por medio de la utilización de decodificadores, llamados Set-Top-Box.

### 3.5.1.3 Codificación de Video

Se utiliza la codificación de video MPEG-2 (Moving Pictures Experts Group-2), por ser un conjunto de algoritmos de compresión flexible, y está conformado por un sistema de PERFILES, denominados PROFILES los cuales son los encargados de limitar la sintaxis del algoritmo, más un conjunto de NIVELES que se encargan de establecer los límites de velocidad de muestreo y tamaños de tramas, todo esto sumado permiten la interoperabilidad de aplicaciones y equipos.

La lista de formatos de compresión permitida se puede apreciar en la siguiente Tabla

**Tabla III.2:** Resolución de Pantalla

	Numero de Lineas	Pixel/Linea	Razon de Aspecto	Frecuencias de Tramas
<b>HDTV</b>	1080	1920	16:9	60I, 30P, 24P
<b>HDTV</b>	720	1280	16:9	60P, 30P, 24P
<b>SDTV</b>	480	704	16:9	60P, 60I, 30P, 24P
<b>SDTV</b>	480	704	4:3	60P, 60I, 30P, 24P
<b>SDTV</b>	480	640	4:3	60P, 60I, 30P, 24P

El Standard ATSC determina 18 diferentes formatos de display, los cuales están divididos dentro de cuatro combinaciones de vertical y horizontal.

- 1920 x 1080 (Es lo que la industria de la Televisión demanda para la representación de imágenes HDTV )
- 1280 x 720 (Es la sugerencia de la industria del PC para la representación de imágenes HDTV )
- 704 x 480 (Esta combinación corresponde a la equivalencia digital de la señal NTSC de hoy )
- 640 x 480 (Estándar VGA combinación de los monitores de PC)

Los 18 formatos de Display se dividen en 6 formatos para HDTV y 12 para SDTV (Standard Definition Television)

Los distintos perfiles y niveles bajo la norma de compresión MPEG MPEG-2, se muestran en la

**Tabla III.3:** Perfiles y Niveles.

PERFILES							
	Simple	Principal	4:2:2	SNR	Espacial	Alto	
<b>NIVELES</b>	<b>Alto</b>		4:2:0 1920 X 1152 80Mbps			4:2:0 o 4:2:2 1920 X 1152 100Mbps	
	<b>Alto 1140</b>		4:2:0 1440 X 1152 60Mbps			4:2:0 1440 X 1152 60Mbps 4:2:0 o 4:2:2 1440 X 1152 80Mbps	
	<b>Principal</b>	4:2:0 720 X 576 15Mbps	4:2:0 720 X 576 15Mbps	4:2:2 720 X 608 50Mbps	4:2:0 720 X 576 15Mbps		4:2:0 o 4:2:2 720 X 576 20Mbps
	<b>Bajo</b>		4:2:0 352 X 288 4Mbps		4:2:0 352 X 288 4Mbps		

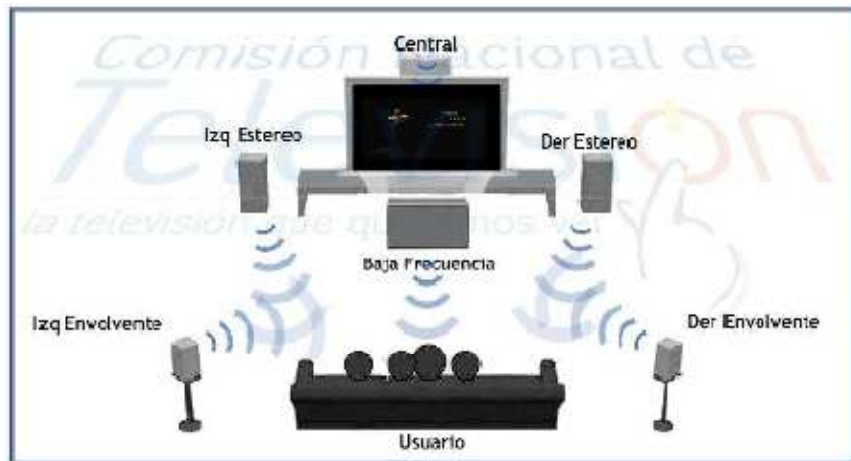
Fuente: Datos tomados de las respuestas al cuestionario sobre la TV Digital

### 3.5.1.4 Codificación de Audio

El estándar ATSC utiliza la norma de compresión de audio digital AC-3, cuyo método es el que actualmente se utiliza en las salas de cine, el Dolby Surround Sound. Este procedimiento brinda 5,1 canales de audio, tal como se aprecia en la Figura III.15.

De acuerdo con la Figura III.15, se puede observar los siguientes canales de audio:

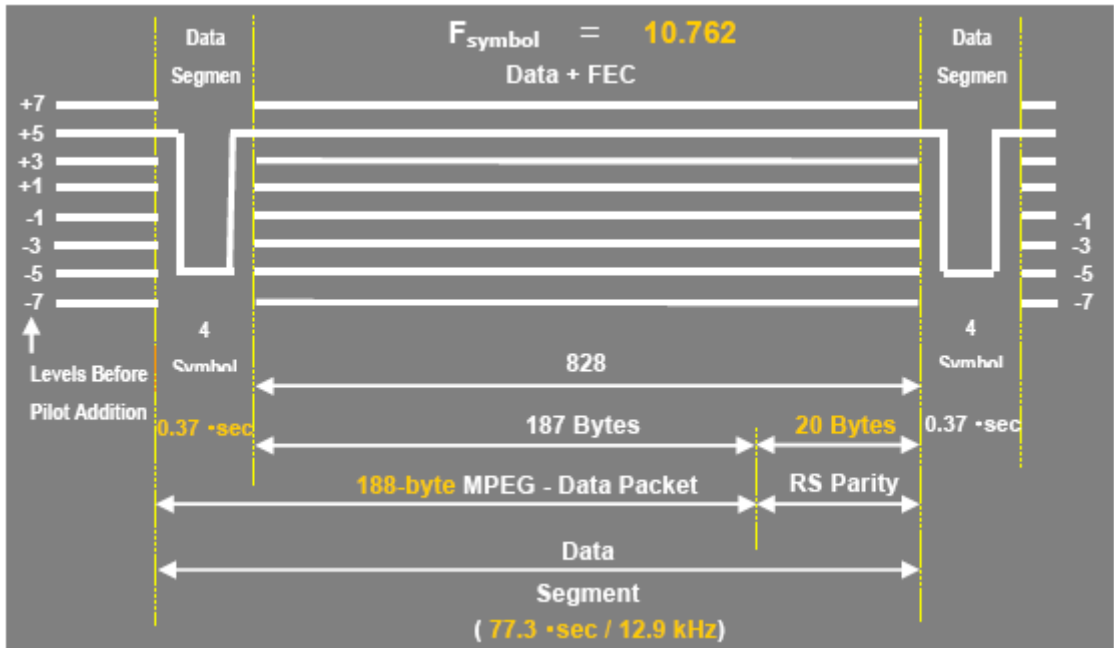
- Canal Izquierdo
- Canal Derecho
- Canal Central ( Middle Channel )
- Canal Surround Izquierdo
- Canal Surround Derecho
- 0,1 Canal para señal de Subwoofer



**Figura III.15:** Sistema de audio

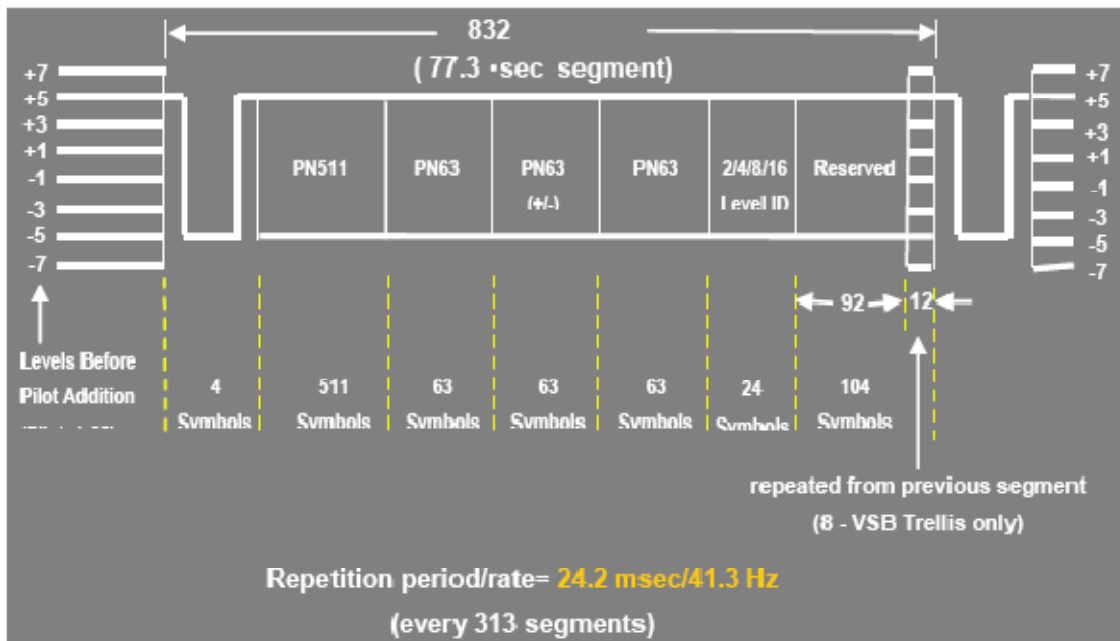
### 3.5.1.5 Transmisión

La transmisión en el sistema ATSC está compuesta por un tren de datos de 312 segmentos de 832 símbolos cada uno, más un segmento de sincronización. Tal como se puede apreciar en las Figuras siguientes.



Fuente: Grafica tomada de las respuestas al cuestionario sobre la TV Digital en Colombia Septiembre 2007.

**Figura III.16: Sistema de transmisión ATSC**



Fuente: Grafica tomada de las respuestas al cuestionario sobre la TV Digital en Colombia Septiembre 2007.

**Figura III.17: Sistema de transmisión ATSC**

A continuación se presenta un resumen de los parámetros de transmisión, en la Tabla III.4.

**Tabla III.4:** Parámetros de Transmisión VSB.

PARAMETRO	MODO TERRESTRE	MODO DE ALTO REGIMEN
Ancho de Banda del Canal	6Mhz	6Mhz
Ancho de Banda excedente	11.5%	11.5%
Régimen de Símbolos	10.76Msimbolos/s	10.76Msimbolos/s
Bits por Símbolo	3	4
CE Trellis	Régimen 2/3	No
CE Reed-Solomon	T=10(207.187)	T=10(207.187)
Longitud de Segmento	832 Símbolos	832 Símbolos
Sincronismo de Segmento	4 Símbolos/Segmento	4 Símbolos/Segmento
Sincronismo de Cuadro	1 cada 313 segmentos	1 cada 313 segmentos
Régimen de Datos (carga)	19.28Mbps	38.57Mbps
Rechazo de NTSC en co-canal	Filtro de rechazo en Receptor	N/A
Potencia del Piloto	0.3dB	0.3dB
Umbral C/N	14.9dB	28.3dB

### 3.5.1.6 Modulación 8T VSB (8 Trellis-Vestigial Side Band).

La modulación se basa principalmente en una Modulación en Amplitud de pulsos de 8 niveles (8-PAM) en banda base. Es así como se logró desarrollar por este estándar la máxima cobertura desde un único transmisor.

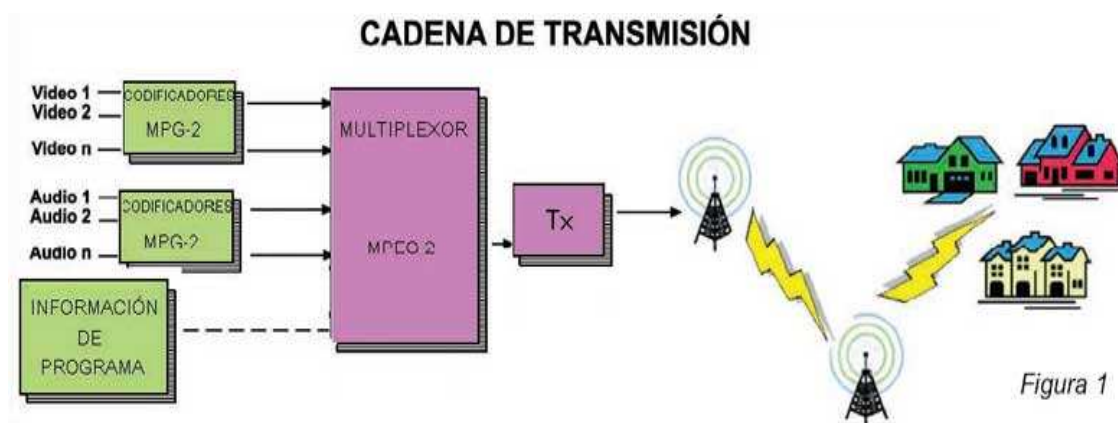
La modulación 8T-VSB siempre utiliza una sola portadora continua, es decir es una modulación mono portadora e independiente de fase y que tiene una transmisión de 19.Mbps.

### 3.5.1.7 Red de frecuencia Única

Con la Redes de Frecuencia Única, se busca el mejor sincronismo entre estaciones transmisoras, en donde las señales de estas estaciones de televisión se ven como ecos de una sola transmisión, y se pueden manejar tres tipos para redes con varios transmisores:

1. Transmisores distribuidos, utilizando redes de frecuencia única, que necesitan estar sincronizados entre ellos, manejando retardos en la señal a emitir en cada transmisor, con el objeto de que las señales recibidas por el receptor puedan ser interpretadas como multi-trayectos de una única señal y así poder ser procesadas.
2. DOCR (Digital On-Channel Repeaters) es la técnica para reforzar zonas sin la necesidad de sincronizar trasmisores.
3. Una tercera opción es utilizar trasladadores distribuidos según el siguiente diagrama. Para este caso no es necesario sincronizar los trasmisores, reduciendo la complejidad de la red.





**Figura III.18:** Redes de múltiples transmisores

### 3.5.1.8 Países que han adoptado el estándar de televisión digital ATSC

A continuación se presenta la lista de países que han adoptado el estándar ATSC, con su población respectiva, a junio de 2008.

**Tabla III.5:** Países que han adoptado el Estándar ATSC

PAIS	POBLACION	TV PENETRACION	
		Hogares con Televisión	Hogares con TV Digital
Canadá	33.052.864		
Honduras	7.106.000		
México	106.535.000	22.368.000	
Puerto Rico	3.991.000		
South Korea	48.512.000		
United States	303.321.825	112.800.000	79.100.000
<b>TOTALES</b>	<b>502.518.689</b>	<b>135.168.000</b>	<b>79.100.000</b>

### 3.5.1.9 Transmisión y recepción a portable y móvil

ATSC ha llamado a proponentes para la estandarización de la norma ATSC M-H (mobile-handheld) y existen dos soluciones completas presentadas por Samsung/Rhode & Schwarz(A-VSB) y LG/Zenith/Harris (MPH-mobile/pedestrian/handheld) que utilizan la misma modulación 8T-VSB y codificación turbo para el tren de datos suplementario. Estas tecnologías que permiten a los radiodifusores usar la norma ATSC para transmitir más de una señal a receptores móviles o portátiles de manera simultánea con señales de recepción fija de alta definición y de definición normal utilizando redes muy simples y de bajo costo.

### *Movilidad*

Todas las normas, incluso ATSC, soportan recepciones fijas y móviles utilizando un mismo canal de TV. Varias compañías miembros de ATSC han presentado soluciones para aplicaciones móviles y portátiles de alta calidad, dentro de la misma transmisión 8T-VSB, utilizando redes muy simples y sin reducir significativamente la carga útil para las señales y servicios de recepción fija, principal sustento de la TV libre y gratuita autofinanciada.

La opción A-VSB de Samsung y Rohde & Schwarz ha demostrado buenos resultados en recepciones a velocidades que superan las 170 mph. Las empresas LG/Zenith y Harris, también miembros de ATSC, han demostrado desempeños similares con su solución MPH utilizando solo el transmisor principal de una emisora digital sin necesidad de instalar repetidoras.

La posibilidad de ofrecer servicios móviles en su mismo canal digital, les permitirá a los radiodifusores tener presencia propia frente a la aparición de plataformas de TV móvil de pago, replicando así la misma relación existente entre la TV Abierta, el Cable y el Satélite. (Presencia propia por fuera de las otras plataformas que los distribuyen, necesaria para que el anunciante acepte quien es su único interlocutor.)

El objetivo principal del ATSC M-H (Mobile-Handheld) es reducir los costos de operación móvil para el radiodifusor de frecuencia única, ya que una infraestructura y operación sofisticada no será fácil de amortizar solo por publicidad, mas aun cuando en algunas ciudades, para evitar accidentes, se está analizando legislar sobre la restricción del uso de dispositivos móviles personales en la vía pública, tanto en trasportes como a pie.

## **3.5.2 DVB-T Digital Video Broadcasting Terrestrial**

### **3.5.2.1 Definición.-**

Es una alianza con más de 280 compañías de difusión, fabricantes, operadores de red, desarrolladores de software, entidades reguladoras y otras instituciones en más de 35 países, comprometido con el diseño de estándares globales para el suministro de televisión digital y servicios de datos. Los estándares DVB abarcan todos los aspectos de televisión digital, desde las transmisiones hasta las interfaces, el acceso condicional y la interactividad del video, audio y datos digitales.

Los estándares propuestos han sido ampliamente aceptados en Europa y casi todos los continentes, con la excepción de Estados Unidos y Japón donde coexisten con otros sistemas propietarios. Todos los procedimientos de codificación de las fuentes de vídeo y audio están basados en los estándares definidos por MPEG. No obstante, hemos visto que los estándares MPEG sólo cubren los aspectos y metodologías utilizados en la compresión de las señales de audio y vídeo y los procedimientos de multiplexación y sincronización de estas señales en tramas de programa o de transporte. Una vez definida la trama de transporte es necesario definir los sistemas de modulación de señal que se utilizarán para los distintos tipos de radiodifusión (satélite, cable y terrena), los tipos de códigos de protección frente a errores y los mecanismos de acceso condicional a los servicios y programas.

Es una alianza con más de 280 compañías de difusión, fabricantes, operadores de red, desarrolladores de software, entidades reguladoras y otras instituciones en más de 35 países, comprometido con el diseño de estándares globales para el suministro de televisión digital y servicios de datos. Los estándares DVB abarcan todos los aspectos de televisión digital, desde las transmisiones hasta las interfaces, el acceso condicional y la interactividad del video, audio y datos digitales.

Los estándares propuestos han sido ampliamente aceptados en Europa y casi todos los continentes, con la excepción de Estados Unidos y Japón donde coexisten con otros sistemas propietarios. Todos los procedimientos de codificación de las fuentes de vídeo y audio están basados en los estándares definidos por MPEG. No obstante, hemos visto que los estándares MPEG sólo cubren los aspectos y metodologías utilizados en la compresión de las señales de audio y vídeo y los procedimientos de multiplexación y sincronización de estas señales en tramas de programa o de transporte. Una vez definida la trama de transporte es necesario definir los sistemas de modulación de señal que se utilizarán para los distintos tipos de radiodifusión (satélite, cable y terrena), los tipos de códigos de protección frente a errores y los mecanismos de acceso condicional a los servicios y programas.

El DVB ha elaborado distintos estándares en función de las características del sistema de radiodifusión. Los estándares más ampliamente utilizados en la actualidad son el DVB-S y el DVB-C que contemplan las transmisiones de señales de televisión digital mediante redes de distribución por satélite y cable respectivamente.

En 1991 se plantea la creación de una plataforma Europea para desarrollar la Televisión Digital (TVD). Esfuerzo cooperativo entre distintos actores, posteriormente en Septiembre de 1993 el denominado Grupo de Lanzamiento Europeo (integrado por difusores, fabricantes y reguladores) firman un MoU que establece el marco de trabajo en el que se desarrollará la TVD, donde se comenzó elaborando informes que anticipaban la situación actual, vinculando TVD con nuevos conceptos (HDTV, recepción en equipos móviles, compatibilidad con otros medios, etc.). Actualmente, los resultados del DVB están maduros y consolidados, y sus especificaciones dan lugar a productos que se están fabricando y utilizando en todo el mundo.

### **3.5.2.2 Aspectos Técnicos**

Dentro de los estándares DVB existentes que más se utilizan en televisión encontramos:

- DVB-S Estándar para Sistemas Digitales de Satélite
- DVB-C Estándar para Sistemas Digitales de Cable
- DVB-T Estándar para Televisión Digital terrestre.

El estándar digital DVB-T, el cual nos interesa está diseñado principalmente para canales de 8Mhz, pero también funciona para canales de 7 MHz y 6 MHz, en donde se utiliza la modulación tipo multiportadora la cual puede ser modulada por QPSK o diferentes niveles de QAM.

Asimismo, el estándar digital DVB utiliza compresión de video MPEG-2 MP@ML (Main Profile at Main Level) y compresión de audio MPEG Layer II (MUSICAM).

La transmisión DVB de TV digital permite un elevado bit rate: hasta 23 mb/seg en 6 MHz, suficiente para transmisión de multicasting en SDTV o una señal de HDTV.

El formato COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing o modulación ortogonal por división de frecuencias) es la técnica de modulación adoptada en Europa, por el European Telecommunications Standards Institute (ETSI) para la transmisión de Television Digital Broadcasting, bajo el estándar DVB-T.

COFDM consta de dos partes:

- La primera consiste en dividir o multiplexar la frecuencia que pasa por la banda del canal en muchas sub frecuencias.

- La segunda parte modula cada sub-frecuencia por un método tradicional, concretamente empleando modulación de fase en cuadratura QPSK, o modulación mixta de amplitud y fase en cuadratura QAM.

### **3.5.2.3 Características de Video**

La compresión de video la realiza en MPEG-2 MP@ML (Main Profile at Main Level), utilizando un muestreo de 4:2:0, con 8 bits de resolución y utilizando los tres tipos de frames I,P,B.

Los formatos compatibles son:

- LDTV (Low Definition Television) 288P
- SDTV (Standard Definition Television) 576i
- EDTV (Enhanced Definition Television) 576P
- HDTV (High Definition Television) 720P
- HDTV (High Definition Television) 1080i

### **3.5.2.4 Características de Audio**

La compresión del audio está dada en MPEG Layer II (Musicam), el cual consiste básicamente en enmascarar un elemento de sonido sobre otro cercano de bajo nivel, descartando así los elementos de sonido que no serían escuchados aun estando presentes. Puede manejar audio mono, estéreo, multilinguaje o surround. Maneja bits de rates desde 32 a 384 Mbps Posteriormente fue incorporado el sonido Dolby AC-3, debido a la popularidad de este.

### **3.5.2.5 Modulación COFDM**

Utiliza la modulación COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing), sistema basado en portadoras que llevan información y todas son ortogonales entre sí, porque cuando pasa una portadora por un máximo la segunda pasa por un cero. Todo esto se crea usando la anti-transformada rápida de Fourier, FFT-1 y es demodulada usando su inversa FFT.

Existen dos modos principalmente que son  $N=2K$  o  $N=8K$ . Se tiene que 2K equivalen a 1705 portadoras, las cuales son adaptadas para Redes Multi-frecuencias (MFN). Lo mismo que 8K es igual a 6817 portadoras, que son adoptadas para Redes de Frecuencia Única.

El estándar DVB-T Permite configurar el sistema con varios intervalos (1/32, 1/16, 1/8, 1/4) con varias modulaciones de portadoras (QPSK, 16QAM, 64QAM), con una corrección de errores convolucional (FEC) (1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8) y Reed-Salomon así como pilotos TPS que permiten al receptor reconocer el modo de funcionamiento.

En realidad, la normativa DVB-T admite su empleo tanto en redes multifrecuenciales (MFN: Multi-Frequency Networks), en las que la planificación es similar a la de los existentes sistemas analógicos, como en redes isofrecuenciales (SFN)

En la Tabla siguiente se presentan las velocidades de información correspondientes a diferentes configuraciones de modulación. Como se puede apreciar en la Tabla III.6, a 6 MHz se alcanzan tasas de 19 Mbps

**Tabla III.6:** Velocidades de Información con diferentes Modulaciones

MODULACION	FEC	BW = 6MHz				BW = 7MHz				BW = 8MHz			
		1/4	1/8	1/16	1/32	1/4	1/8	1/16	1/32	1/4	1/8	1/16	1/32
QPSK	1/2	3,73	4,14	4,39	4,52	4,35	4,84	5,12	5,28	4,98	5,53	5,85	6,03
	2/3	4,97	5,52	5,85	6,03	5,81	6,45	6,83	7,04	6,64	7,37	7,81	8,04
	3/4	5,59	6,22	6,58	6,78	6,53	7,26	7,68	7,92	7,46	8,29	8,78	9,05
	5/6	6,22	6,91	7,31	7,54	7,26	8,06	8,54	8,80	8,29	9,22	9,76	10,05
	7/8	6,53	7,25	7,68	7,91	7,62	8,47	8,97	9,24	8,71	9,68	10,25	10,56
16-QAM	1/2	7,46	8,29	8,78	9,04	8,71	9,68	10,25	10,56	9,95	11,06	11,71	12,06
	2/3	9,95	11,05	11,70	12,06	11,61	12,902	13,66	14,07	13,27	14,75	15,61	16,09
	3/4	11,19	12,44	13,17	13,57	13,06	14,51	15,37	15,83	14,93	16,59	17,56	18,10
	5/6	12,44	13,82	14,63	15,08	14,52	16,13	17,08	17,59	16,59	18,43	19,52	20,11
64-QAM	1/2	13,06	14,51	15,36	15,83	15,24	16,934	17,93	18,47	17,42	19,35	20,49	21,11
	2/3	11,19	12,44	13,17	13,57	13,06	14,515	15,37	15,834	14,93	16,59	17,56	18,10
	3/4	14,92	16,58	17,56	18,09	17,42	19,353	20,49	21,11	19,91	22,12	23,42	24,13
	5/6	16,79	18,66	19,76	20,35	19,60	21,772	23,05	23,75	22,39	24,88	26,35	27,14
	7/8	18,66	20,73	21,95	22,62	21,77	24,191	25,61	26,39	24,88	27,65	29,27	30,16
	7/8	19,59	21,77	23,05	23,75	22,86	25,40	26,90	27,71	26,13	29,03	30,74	31,60

Fuente: Grafica tomada de las respuestas al cuestionario sobre la TV Digital en Colombia Julio de 2007.

### 3.5.2.6 Redes Multi- Frecuencia (MFN) y Redes de Frecuencia Única (SFN)

El estándar de televisión digital DVB, permite una planificación tanto en Redes de frecuencia Única, como en Redes de Multi-Frecuencia , en donde el principio para Redes de Frecuencia Única es lograr un sincronismo entre las estaciones, en base a unas frecuencias idénticas de las portadoras de radiofrecuencia, frecuencias de muestreo idénticas entre los moduladores COFDM, y flujos de datos idénticos, logrando así un ahorro espectral significativo, y las Redes de Multi- Frecuencia facilitan la regionalización de servicios de televisión.

Para facilitar las diferentes tipologías de red, el estándar DVB-T específico 4 posibles intervalos de guarda del periodo de símbolo útil., cuyo fin es determinar las máximas distancias entre transmisores en redes SFN.

**Tabla III.7:** Distancia Máxima entre Transmisores en redes SFN

	8K		2K	
	Tg	L máxima	Tg	L máxima
<b>1/32</b>	28µs	8.4Km	7 µs	2.1Km
<b>1/16</b>	56 µs	16.8Km	14 µs	4.2Km
<b>1/8</b>	112 µs	33.6Km	28 µs	8.4Km
<b>1/4</b>	224 µs	67.2Km	56 µs	16.8Km

Fuente: Grafica tomada de las respuestas al cuestionario sobre la TV Digital en Colombia Julio de 2007.

### 3.5.2.7 Movilidad

DVB-H (Digital Video Broadcasting Handheld) se comienza a desarrollar en el año 2002 como una ampliación de DVB-T, para receptor en vehículos o terminales handheld. La nueva tecnología DVB-H ha incorporado un nuevo modo de modulación el modo 4K que equivale a 4096 portadoras que permiten mejorar la movilidad en medios SFN.

Asimismo, ha introducido el concepto Time Slicing, el cual ha disminuido el consumo de la batería en aproximadamente un 90%.

La clave de una exitosa solución de difusión móvil radica en la combinación de estándares de difusión tradicionales con características específicas de dispositivos portátiles: movilidad, pantallas y antenas más pequeñas, cobertura en interiores y la confiabilidad en la energía de la batería.

La tecnología empleada se denomina Difusión de Datos IP sobre DVB-H (IP Datacasting over DVB-H), una combinación de transmisión digital y protocolo de Internet (IP), donde la TV u otro contenido digital se transmite como paquetes de IP sobre DVB-H. El uso de IP permite la recepción de servicio en dispositivos portátiles con tecnología de software que se utiliza comúnmente en ellos. DVB-H ajusta los pequeños dispositivos portátiles a la tecnología existente en millones de aparatos de TV en todo el mundo.

Los teléfonos con TV Móvil requieren un receptor de radio adicional, separado del aparato celular, con el fin de recibir señal. El receptor DVB-H se integra de una forma similar a la de radios FM en los teléfonos móviles.

Los servicios DVB-H operarían de forma separada de los servicios GSM o 3G debido a que todos los usuarios podrían recibir contenido tal como se envía – como la TV normal – en contraste con el contenido por demanda, el cual se envía por separado a cada destinatario siguiendo una solicitud explícita.

#### *Los beneficios de DVB-H.-*

En Noviembre de 2004, DVB-H fue adoptado por el Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones (ETSI, por sus siglas en inglés) como el estándar para los servicios de TV móvil en Europa y TTA lo seleccionó como el estándar para TV móvil en EUA en 2006. DVB-H ha sido la solución escogida para la mayor parte de las pruebas de TV Móvil con consumidores. Durante los últimos dos años, se han realizado pruebas alrededor del mundo, por ejemplo: en Australia, Asia y China, Europa, África y Norteamérica.

Gracias a que DVB-H puede aprovechar la infraestructura de TV terrestre existente (DVB-T), y utiliza productos similares de redes basadas en DVBT (transmisores, antenas), que son fabricados por más de 100 compañías, se reduce la inversión inicial de establecer los servicios de TV móvil. Esta tecnología brinda la mejor experiencia para el usuario en el entorno móvil con excelente calidad de imagen, reducción del consumo de la batería y una amplia gama de canales (son posibles hasta 50 canales móviles).

#### *Dispositivos.-*



Lanzado en noviembre de 2005, el Nokia N92 el primer dispositivo GSM en el mundo que posee una antena DVB-H integrada.

Introdujo un nuevo factor de forma perfectamente adaptado para ver TV durante desplazamientos. La experiencia visual se optimiza aún más gracias a la amplia pantalla QVGA de 2.8" con 16 millones de colores.

En febrero de 2007, para ampliar su portafolio de dispositivos DVB-H, Nokia anunció el Nokia N77 el cual continúa ofreciendo una experiencia televisiva optimizada pero con un diseño más compacto.

### 3.5.2.8 Países que han adoptado el Estándar de Televisión Digital DVB-T

A continuación se presenta la lista de países que han adoptado el estándar DVB-T, con su población respectiva, a junio de 2008.

**Tabla III.8:** Países que han adoptado el estándar DVB-T

	PAIS	POBLACION	TV PENETRACION	
			Hogares con TV	Hogares con TV Digital
<b>1</b>	Albania	3.190.000	500.000	
<b>2</b>	Andorra	81.200		
<b>3</b>	Australia	21.129.222	7.600.000	4.000.000
<b>4</b>	Austria	8.316.487	3.300.000	
<b>5</b>	Azerbaijan	8.467.000		
<b>6</b>	Belarus	9.714.000	3.500.000	
<b>7</b>	Belgium	10.457.000	4.100.000	
<b>8</b>	Bosnia and Herzegovina	3.935.000	500.000	
<b>9</b>	Brunei	390.000		
<b>10</b>	Bulgaria	7.639.000	2.700.000	
<b>11</b>	Cambodia	14.444.000		
<b>12</b>	Cape Verde	530.000		
<b>13</b>	Croatia	4.555.000	1.500.000	
<b>14</b>	Cyprus	855.000	200.000	
<b>15</b>	Czech Republic	10.325.900	3.700.000	
<b>16</b>	Denmark	5.457.415	2.400.000	
<b>17</b>	Estonia	1.342.409	600.000	

<b>Tabla III.8: Países que han adoptado el estándar DVB-T (Continuación I)</b>				
<b>18</b>	Faroe Islands	48.455	15.000	
<b>19</b>	Finland	5.297.300	2.300.000	975.000
<b>20</b>	France	64.102.140	24.700.000	17.600.000
<b>21</b>	Georgia	4.395.000		
<b>22</b>	Germany	82.314.900	35.020.000	
<b>23</b>	Greece	11.147.000	3.600.000	
<b>24</b>	Greenland	58.000		
<b>25</b>	Hungary	10.030.000	3.900.000	
<b>26</b>	Iceland	312.851	100.000	
<b>27</b>	India	1.169.016.000	70.000.000	
<b>28</b>	Indonesia	231.627.000		
<b>29</b>	Iran	71.208.000		
<b>30</b>	Ireland	4.301.000	1.500.000	
<b>31</b>	Israel	7.197.200	1.800.000	
<b>32</b>	Italy	59.206.382	23.300.000	9.400.000
<b>33</b>	Kenya	37.538.000		
<b>34</b>	Laos	5.859.000		
<b>35</b>	Latvia	2.277.000	803.000	
<b>36</b>	Lithuania	3.372.400	1.300.000	
<b>37</b>	Luxembourg	467.000	200.000	
<b>38</b>	Malaysia	27.377.000		
<b>39</b>	Malta	407.000	200.000	
<b>40</b>	Mauritius	1.262.000	350.000	
<b>41</b>	Moldova	3.794.000	1.200.000	
<b>42</b>	Montenegro	598.000		
<b>43</b>	Morocco	31.224.000	3.000.000	
<b>48</b>	Myanmar	48.798.000		
<b>45</b>	Namibia	2.074.000		
<b>46</b>	Netherlands	16.387.773	7.026.000	2.600.000
<b>47</b>	New Zealand	4.239.600	1500.000	700.000
<b>48</b>	Norway	4.722.676	2.000.000	
<b>49</b>	Poland	38.125.479	13.400.000	

<b>Tabla III.8: Países que han adoptado el estándar DVB-T (Continuación II)</b>				
<b>50</b>	Portugal	10.623.000	3.500.000	
<b>51</b>	Republic of Macedonia	2.038.000	500.000	
<b>52</b>	Romania	21.438.000	6.800.000	
<b>53</b>	Russia	142.499.000	52.500.000	
<b>54</b>	Saudi Arabia	24.735.000		
<b>55</b>	Serbia	9.858.000	2.300.000	
<b>56</b>	Singapore	4.436.000	796.000	
<b>57</b>	Slovakia	5.390.000	1.900.000	
<b>58</b>	Slovenia	2.020.000	700.000	
<b>59</b>	South Africa	48.577.000	7.000.000	
<b>60</b>	Spain	45.116.894	15.600.000	7.200.000
<b>61</b>	Sri Lanka	19.299.000		
<b>62</b>	Sweden	9.150.000	4.100.000	
<b>63</b>	Switzerland	7.508.700	2.700.000	
<b>64</b>	Taiwan	22.925.000	5.210.000	
<b>65</b>	Thailand	62.828.706		
<b>66</b>	Tunisia	10.327.000	2.000.000	
<b>67</b>	Turkey	74.877.000	17.000.000	
<b>68</b>	Ukraine	46.205.000	7.900.000	
<b>69</b>	United Kingdom	60.587.300	25.400.000	21.400.000
<b>70</b>	Uruguay	3.340.000		
<b>71</b>	Vietnam	87.375.000		
<b>72</b>	Colombia	41.662.073		
<b>73</b>	Panamá	3.292.693		
	<b>TOTALES</b>	<b>2.825.721.155</b>	<b>383.720.000</b>	<b>63.875.000</b>

### **3.5.3 ISDB-T Integrated Service Digital Broadcasting**

#### **3.5.3.1 Definición**

ISDB-T surge en Japón desde la propia industria de medios como un desarrollo necesario para mejorar los servicios de cobertura de televisión abierta y gratuita en todo el territorio, desde las grandes concentraciones urbanas hasta cualquier habitante aislado en las montañas. Se consideró como importante en el desarrollo

que el sistema de TV esté centrado en la robustez, movilidad y portabilidad, tanto para imágenes de alta calidad (HDTV) como para baja calidad (SDTV) y pequeñas pantallas como celulares, palms, etc.

La normativa quedo definida en 1999 y desde diciembre de 2003 se iniciaron las transmisiones en tres ciudades, llegando a 2006 con una cobertura del 90% del territorio. Se estima que para julio de 2011 se apaguen los transmisores del viejo NTSC analógico.

El estado japonés está ofreciendo su colaboración a distintos países en la determinación de sus sistemas digitales de televisión y en conjunto a Brasil, que es primer país que ha adoptado el sistema ISDB-T.

Como ejemplo de esta colaboración se destaca la alianza implementada con el gobierno de Brasil, que le permitirá desarrollar una tecnología propia para la fabricación de televisores, capacitación de personal, etc.

El mayor costo de los receptores por la utilización de etapas de decodificación especiales y en comparación a los aparatos de las otras normas, el costo adicional de estos agregados, representan entre el 1% y como máximo el 5% del valor del televisor, lo que en verdad es un monto mínimo considerando que finalmente todos los set-top box y los televisores con sintonizador integrados estarán preparados para la recepción de todas las normas y que la venta masiva terminará reduciendo los costos hasta hacer despreciable esta diferencia.

El sistema ISDB-T utiliza una modulación OFDM (prácticamente igual que el DVB-T), en un canal de 6Mhz, pero las portadoras están agrupadas en segmentos, 13 en total, dando lugar al OFDM Segmentado. El agrupamiento de los segmentos permite transportar distintos servicios, como HDTV, SDTV y LDTV. En particular la utilización de un segmento para servicios de baja velocidad de transferencia se conoce como One-seg y está pensado para transmitir televisión de baja resolución para teléfonos celulares.

Las principales ventajas de éste sistema están en el uso de OFDM Segmentado que permite la recepción de servicios jerárquicos y la Intercalación Temporal, que aleatoriza las variaciones de la señal debido al ruido impulsivo o ruido urbano, logrando una mejora de 7dB de inmunidad en comparación a otros sistemas. En

cuanto al área de cobertura con un único transmisor, el ISDB-T permite lograr la misma área de cobertura con la mitad de potencia que con los otros sistemas.

También permite formar redes de frecuencia única (SFN) con el consiguiente ahorro en el uso del espectro.

En la actualidad en Japón se utiliza en simulcasting con la programación principal para permitir ver televisión en los celulares. El sistema ISDB-T permite incluir hasta ocho programas de SDTV en los 6 Mhz de ancho de banda del canal a una tasa de 2 Mbps, que permite una calidad dinámica aceptable y comparables a las actuales analógicas.

### **3.5.3.2 Generalidades**

El estándar ISDB-T ("Integrated Service Digital Broadcasting – Terrestrial" – Transmisión Digital de Servicios Integrados – Terrestre) ha sido desarrollado y está operando en Japón, y ha sido adoptado por Brasil.

El ISDB-T es promovido por el DiGEB (Digital Broadcasting Experts Group) de Japón, grupo de expertos conformado por las principales transmisoras y fabricantes que trabajan en el medio de la radiodifusión, fundado en septiembre de 1997 para promover el sistema de televisión digital ISDB-T por todo el mundo.

El desarrollo de ISDB comenzó en 1980, pero el estándar fue creado en los años 90. El estándar ISDB comprende la transmisión de video digital por satélite (ISDB-S), por cable (ISDB-C) y terrestre (ISDB-T, incluye terminales móviles). ISDB fue diseñado en torno al estándar de codificación de audio y video MPEG-2 (norma ISO/IEC 13812) y contiene especificaciones para transmisión de televisión de resolución estándar en modo multiplexado y de alta definición (HDTV).

El servicio DTTB comenzó en Japón desde Diciembre del 2003 y se ha podido migrar rápidamente al servicio DTTB debido a sus ventajas y nuevos servicios, como el llamado "One-Seg", que es el servicio de recepción portátil en el mismo canal de transmisión, el cual comenzó en Abril del 2006.

### **3.5.3.3 Especificación Técnica**

ARIB ha desarrollado una serie de sesiones de estructura llamada BSTOFDM. ISDB-T divide la banda de frecuencia de un canal en trece segmentos. El organismo de

radiodifusión puede seleccionar la combinación de los segmentos de usar; elección de la serie de sesiones de esta estructura permite flexibilidad para el servicio. Por ejemplo, ISDB-T puede transmitir tanto LDTV y HDTV usando un canal de TV o de cambio al 3 de SDTV, un conmutador que se pueden realizar en cualquier momento. ISDB-T puede también cambiar el esquema de modulación al mismo tiempo.



FIGURA segmento del espectro de la estructura ISDB-T

**Resumen de la ISDB-T**

Transmisión Codificación de canal	Modulación	64QAM-OFDM, 16QAM-OFDM, QPSK-OFDM, DQPSK-OFDM (Jerárquica transmisión)
	Corrección de errores de codificación	Inner codificación, Convolución 7 / 8, 3 / 4, 2 / 3, 1 / 2 Ultraterrestre de codificación: RS (204,188)
	Intervalo de la Guardia	1 / 16, 1 / 8, 1 / 4
	Intercalación	Tiempo, frecuencia, bits, bytes
	Frecuencia de dominio multiplexación	BST-OFDM (segmentado estructura OFDM)
Acceso condicional	Multi-2	
De radiodifusión de datos	ARIB STD B-24 (BML, ECMA script)	
Servicio de información	ARIB STD B-10	
Multiplexado	MPEG-2 Systems	
Codificación de audio	MPEG-2 audio (AAC)	
Codificación de vídeo	MPEG-2 Video	MPEG-4 AVC / H.264 *

- H.264 utilizado en una serie de sesiones de radiodifusión para portátiles y teléfonos móviles.

**Figura III.19:** Segmento del Espectro de la Estructura ISDB-T

*Compresión de Audio y Vídeo*

ISDB ha adoptado el MPEG-2 de vídeo y sistema de compresión de audio. ATSC y DVB también adoptó el mismo sistema. DVB e ISDB también para otros métodos de compresión de vídeo que se utilizarán, incluyendo JPEG y MPEG-4, JPEG, si bien es sólo una parte obligatoria de la norma MHEG.

*Transmisión*

Los distintos sabores de la ISDB se diferencian principalmente en las modulaciones utilizadas, debido a los requerimientos de las diferentes bandas de frecuencia. La

banda de 12 GHz ISDB-S utiliza la modulación PSK, la banda de 2,6 GHz de radiodifusión sonora digital utiliza MDL y ISDB-T (en VHF y / o UHF banda) utiliza COFDM con PSK / QAM.

### *Interacción*

Además de la transmisión de audio y video, ISDB también define las conexiones de datos (de radiodifusión de datos) con el Internet como un canal de retorno lo largo de varios medios de comunicación (10Base-T/100Base-T, módem de la línea de teléfono, teléfono móvil, Wireless LAN (IEEE 802.11), entre otros) Y con diferentes protocolos. Esto se utiliza, por ejemplo, para las interfaces interactivas, como la radiodifusión de datos (ARIB STD B-24), y guías de programas electrónicos (EPG).

### *Interfaces y Cifrado*

ISDB describe una gran cantidad de interfaces (en la red), pero lo que es más importante la interfaz común para acceso condicional (ARIB STDB25) con el Common Scrambling Algorithm MULTI2 necesarios para (des) codificación de televisión.

La ISDB CAS sistema es operado por una empresa denominada B-CAS en el Japón, la tarjeta CAS se llama B-CAS tarjeta. El japonés ISDB es siempre señal cifrada por la B-CAS sistema, incluso si se trata de un programa de televisión libre. Esa es la razón por la que se denomina "sistema de pago por visión sin cargos". Una interfaz para recepción móvil es objeto de examen.

ISDB apoya PGR (Derechos de Gestión y Protección). Dado que todos los sistemas de DTV llevar digital del contenido de los datos, un grabador de DVD o HD puede copiar fácilmente losslessly contenido, de manera que una gran cantidad de piratas que circulan contenido podría ser el mercado.

Hollywood pidió a la protección de ejemplares, lo que fue la razón principal de PGR. El contenido tiene tres modos: "Copiar una vez", "Copiar libre" y "Copiar nunca". En "Copiar una vez que" el modo de un programa pueden ser almacenados en un grabador de disco duro, pero no se pueden copiar, sólo se trasladó a otro protegido contra copia los medios de comunicación y este movimiento operación marcas de contenido "Copiar una generación", que impide copia permanentemente. "Copiar nunca" programación sólo puede timeshifted y no pueden ser permanentemente almacenados. Actualmente, el gobierno japonés está evaluando la utilización DTCP

de cifrado más no Assertion' mecanismo que permita hacer varias copias de los contenidos digitales entre los dispositivos compatibles.



**Figura III.20:** Esquema de implementación de la Televisión Digital Terrestre en Japón

#### 3.5.3.4 Estructura del estándar ISDB-T

En general un sistema de transmisión digital se compone por tres bloques funcionales,

- 1.- Bloque de código fuente
- 2.- Bloque Múltiplex
- 3.- Bloque de transmisión de código.

En el diseño de un sistema de transmisión digital, se consideran los temas de servicio, configuración para el servicio de transmisión (ejemplo: recepción fija, móvil, y recepción portable), se decide también la estructura tecnológica para el sistema de transmisión como lo son especificaciones y guías técnicas para la transmisión.

En Japón, de acuerdo a la estructura del sistema de transmisión digital, las especificaciones de cada bloque funcional, son estandarizadas como estándar ARIB



(Association of Radio Industries and Business, Asociación de la Industria y Negocios de la radio).

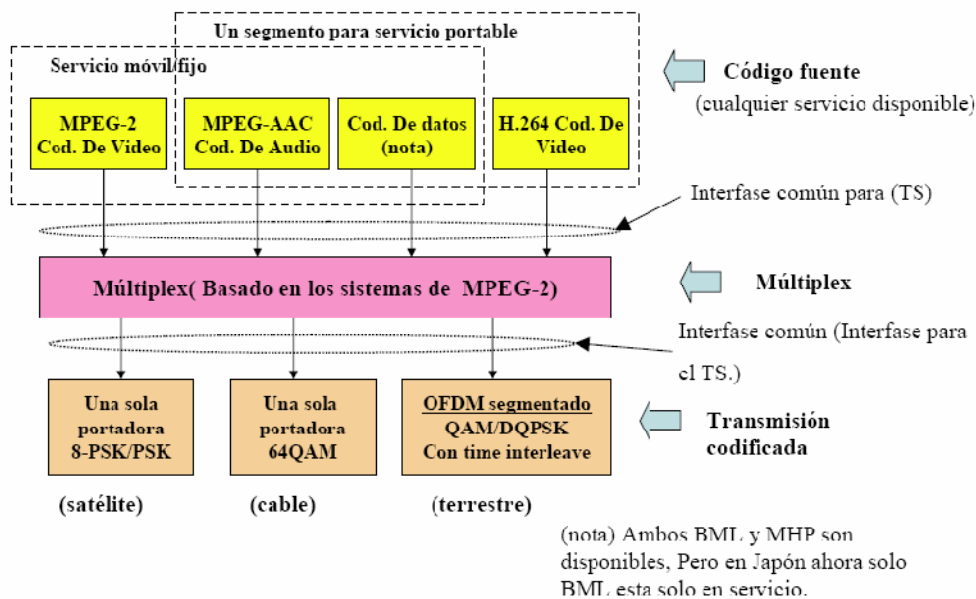
### 3.5.3.5 Características del estándar ISDB-T

Algunas de las características más relevantes del estándar ISDB-T son las siguientes:

Multimedia, Alta calidad / Multicanal, Alta performance, Servicio de recepción móvil y portátil, Simplicidad (Receptor integrado), Utilización efectiva del espectro.

#### 3.5.3.5.1 Calidad y flexibilidad del servicio

Japón comenzó con la investigación y desarrollo de la HDTV hace aproximadamente 30 años, y es un líder mundial en hardware/software de la HDTV. Debido a estos antecedentes, la Alta calidad es el requerimiento más importante para un sistema de transmisión digital.

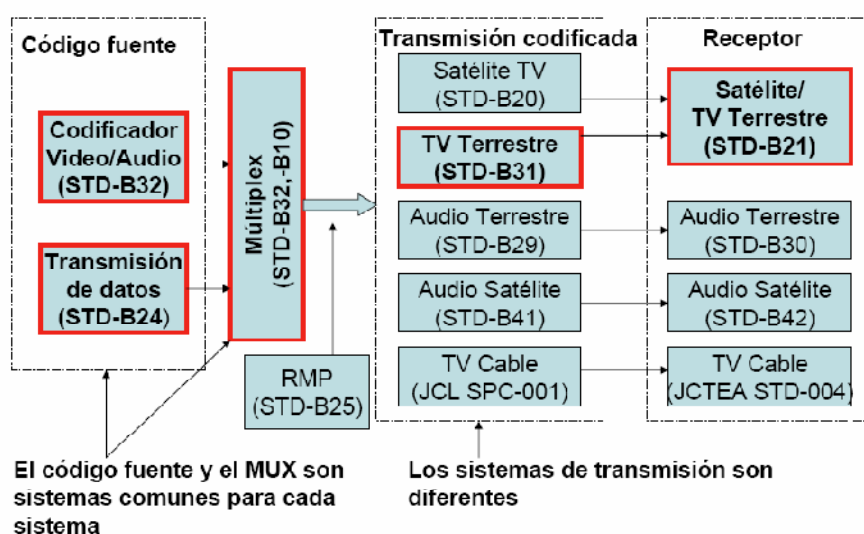


**Figura III.21:** Bloques funcionales del sistema

En el sistema ISDB-T, la flexibilidad del servicio se lleva a cabo por medio de dos técnicas descritas a continuación.

*MPEG-2 tecnología de codificación de video y MPEG-AAC tecnología de codificación de audio.*

MPEG-2 es la tecnología de codificación de video adoptada en el sistema Japonés de transmisión digital, soporta varios tipos de calidad de video/formatos.



**Figura III.22:** Estructura del estándar ISDB-T

Para el sistema de audio, se adopta en Japón, el MPEG-AAC, sistema de alta compresión y calidad en codificación de audio, que también soporta varios tipos de audio calidad/formato.

**Tabla III.9:** Formatos estándar ISDB-T

<b>Numero de líneas</b>		525	525	750	1125
<b>Numero de Líneas Activas</b>		483	483	720	1080
<b>Scanning System</b>		Interlaced	Progressive	Progressive	Interlaced
<b>Frecuencia de Cuadro</b>		30/1.001Hz	60/1.001Hz	60/1.001 Hz	30/1.001 Hz
<b>Frecuencia de Campo</b>		60/1.001 Hz			60/1.001 Hz
<b>Aspect Ratio</b>		16:9 o 4:3	16:9	16:9	16:9
<b>Line Frequency fx</b>		15.750/ 1.001KHz	31.500/ 1.001KHz	45.000/ 1.001KHz	33.750/ 1.001KHz
<b>Sampling Frecuency</b>	<b>Luminance signal</b>	13.5 MHz	27 MHz	74.25/1.001MHz	74.25/1.001MHz
	<b>Color difference signals</b>	6.75 MHz	13.5 MHz	37.125/ 1.001MHz	37.125/ 1.001MHz
<b>Numbers of Samples per line</b>	<b>Luminance signal</b>	858	858	1650	2200
	<b>Color difference signals</b>	429	429	825	1100
<b>Numbers of Samples per active line</b>	<b>Luminance signal</b>	720	720	1280	1920
	<b>Color difference signals</b>	360	360	640	960

*MPEG-2 Sistema para multiplex.*

ISDB-T utiliza el sistema MPEG-2 como tecnología múltiplex. En los sistemas MPEG-2, todos los contenidos transmitidos, video, audio y datos son multiplexados en un paquete llamado Flujo de transporte (Transport stream TS).

Aunque, cualquier tipo de contenido/servicio puede ser multiplexado.

Los contenidos de flujo, tales como video, audio y flujo de datos, son convertidos al formato PES (Packet Elementary Stream) Paquete de Flujo Elemental y finalmente son convertidos al TS y multiplexados; por otro lado, los contenidos que no son del tipo de flujo de datos, son convertidos al formato de Sección y finalmente convertidos al formato TS y multiplexados.

**Tabla III.10:** Formatos de Audio Estándar ISDB-T

PARAMETRO	RESTRICCIONES
Modo de Audio	Monoaural, estéreo, multicanal stereo (3/0, 2/1,3/1, 2/2, 3/2, 3/2+LFE), 2-señales de audio (dual monoaural), multi-audio (3 o mas señales de audio) y combinaciones de lo anterior
Modos posibles de Audio	
Modo de Audio recomendado	Monoaural, stereo, multicanal stereo (3/1, 3/2, 3/2+LFE), 2-audio señales (dual monoaural)
Énfasis	Ninguna

### 3.5.3.5.2 Características del sistema de transmisión

Algunas de las características del sistema de transmisión del estándar ISDB-T son las siguientes:

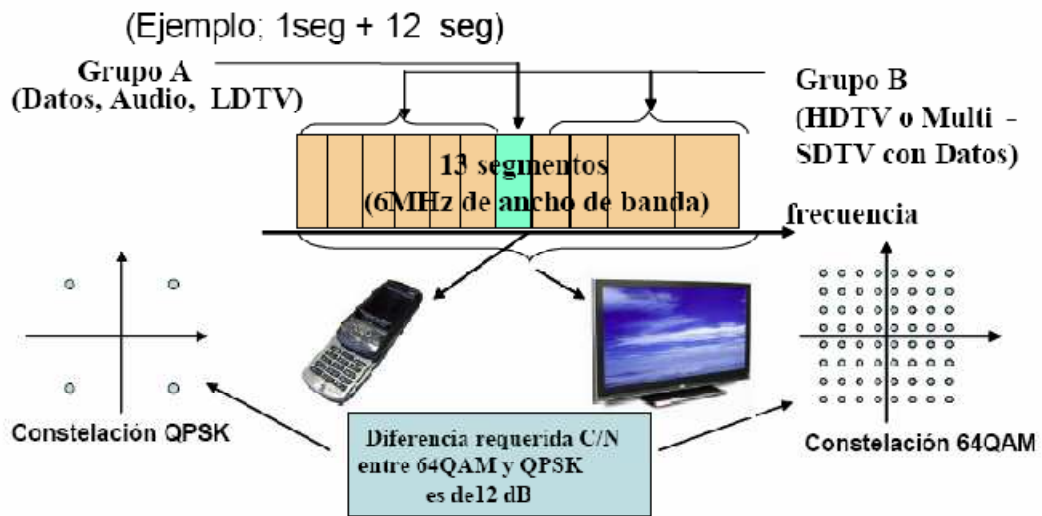
*Tecnología de transmisión OFDM (robustez ante multicamino, SFN).*

El sistema ISDB-T utiliza la tecnología de transmisión OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex), es un sistema de transmisión donde los datos digitales son divididos en multiportadoras y enviados. Como resultado, la longitud del símbolo de transmisión tiene mayor longitud que en un sistema de transmisión de una sola portadora.

*Transmisión OFDM segmentada (servicio portátil en el mismo canal).*

La transmisión segmentada OFDM, es el único sistema de transmisión, que es capaz de transmitir diferentes parámetros de señal en el mismo ancho de banda.

A este sistema de transmisión se le llama "transmisión en modo jerárquico". En un canal de 6Mhz, las portadoras están agrupadas en segmentos, 13 en total, dando lugar al OFDM Segmentado. El agrupamiento de los segmentos permite transportar distintos servicios, como HDTV, SDTV y LDTV.



**Figura III.23:** Sistema de Transmisión en Modo Jerárquico

*Intercalación Temporal (Robustez ante ruido urbano, movilidad & portabilidad)*

En un sistema de transmisión digital, generalmente se adoptan sistemas de corrección de errores para reducir la degradación causada por diferentes tipos de interferencias (Incluyendo ruido térmico). Los sistemas de error de corrección, generalmente, tienen un mejor funcionamiento en contra de los errores aleatorios tales como el ruido térmico. Por lo tanto, se adopta una tecnología para el tratamiento aleatorio del error, a través de un sistema de corrección de errores, a esta tecnología se le llama tecnología "Interleaving".

### 3.5.3.5.3 Servicio one-seg

En particular la utilización de un segmento del canal de 6Mhz para servicios de baja velocidad de transferencia se conoce como "One-Seg" para teléfonos celulares o

receptores de televisión portátil ha sido comercializado a partir de abril de 2006 en Japón.

El servicio de One-Seg consiste en transmitir imágenes en movimiento a teléfonos celulares, TV para autos, computadoras personales etc., por lo que en cualquier lugar y tiempo se puede disfrutar del servicio One-Seg. Una terminal de este tipo con un enlace de comunicaciones podrá también recibir transmisión de datos enlazados con Internet.

### **3.5.4 SBTVD-T Sistema Brasileño de Televisión Digital Terrestre**

#### **3.5.4.1 Antecedentes**

La definición ocurrió a través del Decreto 5.820, en donde los principales puntos definidos en el decreto son:

- El decreto definió que el Sistema Brasileño de Televisión Digital Terrestre (SBTVD-T) adoptará, como base, el estándar de señales del ISDB-T y posibilitará transmisión digital en alta definición (HDTV) y en definición estándar (SDTV); transmisión digital simultánea para recepción fija, móvil y portátil; e interactividad.
- Las emisoras de TV recibirán un canal de radiofrecuencia con anchura de banda de 6 MHz para cada canal analógico que posean.
- La transmisión analógica continuará ocurriendo, simultáneamente a la digital, por un período de 10 años hasta el 29/06/2016. A partir de Jul/2013 solamente serán otorgados canales para la transmisión en tecnología digital.
- Deberán ser consignados por lo menos cuatro canales digitales para la exploración directa por parte de la Unión Federal: como canal de Poder Ejecutivo, Canal de Educación, Canal de Cultura y Canal de Ciudadanía.

En octubre de 2006 fueron definidas las etapas que deben ser cumplidas por cada Emisora de TV analógica para la implantación de la TV Digital en Brasil.

El inicio de las transmisiones de TV Digital tendrá inicio en la ciudad de Sao Paulo y se extenderá después para las demás capitales y principales ciudades, hasta alcanzar todo el país.

En síntesis el SBTVD-T se diferencia de ISDB-T en que utiliza el codec de video H.264/MPEG-4 AVC en vez de MPEG2 de ISDB-T.

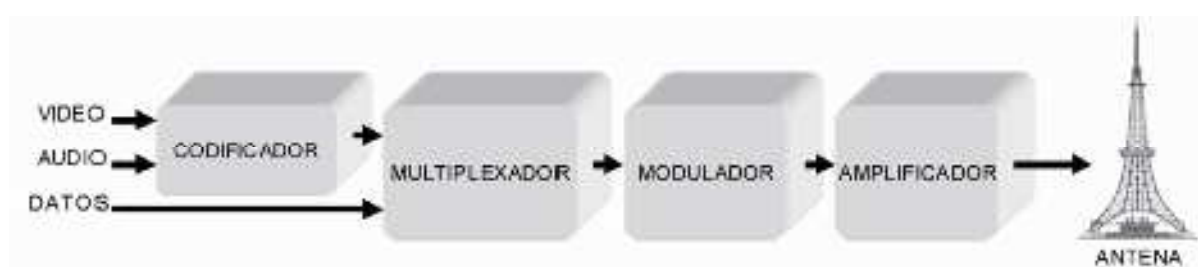
### 3.5.4.2 Descripción del Sistema.

En la transmisión, una o más entradas conteniendo en el haz de datos TS, definidas en el sistema MPEG-2, se deben remultiplexar obligatoriamente para crear un único TS. Ese TS debe obligatoriamente ser sometido a la etapa de codificación de canal múltiple, de acuerdo con la intención de servicio, y debe obligatoriamente ser entonces enviado como una señal OFDM común.

La transmisión digital terrestre debe utilizar obligatoriamente el time interleaving para proveer una codificación con la menor tasa de errores para recepción móvil, en las cuales son inevitables las variaciones de intensidad de campo.

El espectro de la radiodifusión de televisión digital debe obligatoriamente consistir en 13 bloques OFDM sucesivos, con cada segmento ocupando 1/14 del ancho de canal de televisión.

Un segmento OFDM debe obligatoriamente tener una configuración que permita la conexión de múltiples segmentos para abastecer un ancho de transmisión que atienda a la necesidad del medio.



Fuente: Grafica tomada [www.forumsbtvd.org.br](http://www.forumsbtvd.org.br)

**Figura III.24:** Sistema General de Transmisión SBTVD-T

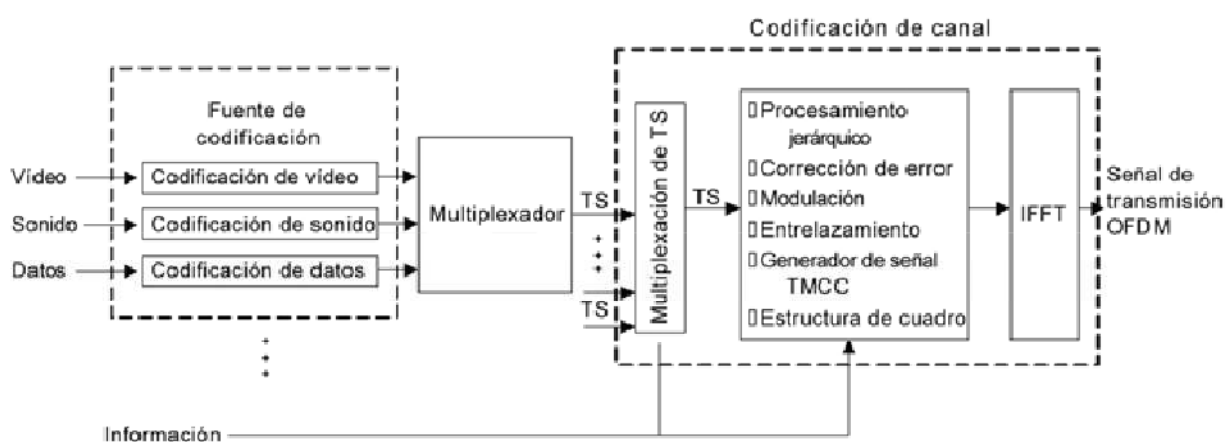
### 3.5.4.3 Transmisión Jerárquica

La codificación de canal debe obligatoriamente ser realizada en unidades de segmento OFDM. Un único canal de televisión debe obligatoriamente ser usado simultáneamente para servicio de recepción fija, recepción móvil y recepción portátil (transmisión jerárquica).

Cada capa jerárquica debe obligatoriamente consistir en uno o más segmentos OFDM.

Parámetros como esquema de modulación de portadoras OFDM, tasa de *inner code* y de *time interleaving* pueden ser especificados para cada capa jerárquica. Pueden ser definidas hasta tres capas jerárquicas, siendo que un segmento puede ser usado para recepción parcial, siendo también considerada una capa jerárquica como en la Figura III.25.

El número de segmentos y el conjunto de parámetros de codificación de cada capa jerárquica pueden ser configurados por el radiodifusor. La señal TMCC debe obligatoriamente contener las informaciones de control e informaciones necesarias para auxiliar al receptor en la identificación de los modos de operación.



**Figura III.25:** Diagrama en Bloques del Sistema de Transmisión SBTVD-T

### 3.5.4.4 Tipos de Modos de Operación

Para permitir la operación de acuerdo con la distancia entre las estaciones de una SFN y garantizar la recepción adecuada ante las variaciones del canal como consecuencia del efecto Doppler de la señal de recepción móvil, debe obligatoriamente ser posible seleccionar entre tres opciones de separación de portadoras OFDM ofrecidas por el sistema brasileño. Ésas tres opciones de separación se deben identificar obligatoriamente como modos del sistema.

### 3.5.4.5 Sistema de Codificación de Video

El estándar japonés adoptó el MPEG-2, pero el estándar brasileño adopta el MPEG 4, que permite transmitir en el mismo canal un programa con calidad de alta definición (HDTV), informaciones de interactividad y programas adicionales con calidad de definición estándar (SDTV).

La herramienta de compresión de video del sistema de televisión digital terrestre brasileño debe estar de acuerdo obligatoriamente con la ITU-T Recommendation H.264.

Los campos definidos como "reservados" o "privados" deben ser descartados. Las herramientas de codificación deben asegurar la interoperabilidad, permitiendo la comunicación entre dispositivos fabricados por diferentes fabricantes. Las estrategias de codificación a ser implementadas por cada fabricante deben ser obligatoriamente compatibles con el estándar de codificación de video especificado en esta Norma.

**Tabla III.11:** Parámetros del Sistema de Transmisión

	PARAMETROS	VALORES
1	Numero de Segmentos	13
2	Ancho del Segmento	$6.000/14 = 428,57$ kHz
3	Banda UHF	Ver 5,575 MHz 1 Ver 5,573 MHz 2 Ver 5,572 MHz 3
4	Numero de Portadoras	1405 (modo 1) 2809 (modo 2) 5617 (modo 3)
5	Método de Modulación	DQPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM
6	Duración de los símbolos activos	252 $\mu$ s (modo 1) 504 $\mu$ s (modo 2) 1.008 $\mu$ s (modo 3)
7	Separación de portadoras	$Bws/108 = 3.968$ kHz (modo 1) $Bws/216 = 1.984$ kHz (modo 2) $Bws/432 = 0.992$ kHz (modo 1)
8	Duración del intervalo d guarda	1/4, 1/8, 1/16, 1/32 de la duración del símbolo activos 63; 31,5; 15,75; 7,875 $\mu$ s (modo 1) 63; 31,5; 15,75; 126 $\mu$ s (modo 2) 63; 31,5; 252; 126 $\mu$ s (modo 3)
9	Duración Total de los Símbolos	315; 283,5; 267,75; 259,875 $\mu$ s (modo 1) 628; 565; 533,5; 517,75 $\mu$ s (modo 2) 1260; 1134; 1071; 1039,5 $\mu$ s (modo 3)



<b>Tabla III.11: Parámetros del Sistema de Transmisión</b> <b>(Continuación I)</b>		
<b>10</b>	Duración del cuadro de Transmisión	204 Símbolos OFDM
<b>11</b>	Codificación de Canal	Código convolucional, tasa 1/2 con 64 estados Punzado para las tasas 2/3, 3/4, 5/6, 7/8
<b>12</b>	Entrelazamiento Interno	Entrelazamiento intra e intersegmentos (entrelazamiento en frecuencia) Entrelazamiento convolucional con profundidad de interleaving 0; 380; 760; 1.520 símbolos (modo 1) 0; 190; 380; 760 símbolos (modo 2) 0; 95; 190; 380 símbolos (modo 3)

### **3.5.4.6 Movilidad y Portabilidad**

La transmisión a terminales portátiles en el estándar brasileiro es una pequeña modificación del estándar japonés, mediante el concepto de recepción parcial de un segmento ("1seg").

El sistema "1seg" utiliza codificación de video H.26418 y audio AAC encapsulado en un flujo de transporte MPEG-2. La modulación del segmento es 64-QAM, el código convolucional opera con tasa 1/2 y el intervalo de guarda para la modulación OFDM es 1/8 (los demás parámetros OFDM son impuestos por la transmisión completa de 13 segmentos). La resolución de video máxima es 320x240 pixeles, y la tasa de bits máxima del video es 128 kbps. La tasa máxima admisible para el audio AAC es 64 kbps.

Los restantes 60 kbps están reservados para transmisión de datos y servicios interactivos.

Finalmente, 1seg no implementa funciones de acceso condicional ni protección de copia del contenido.

A pesar de la norma brasileña ser una versión modificada de la ISDB-T, la transmisión para dispositivos móviles es igual al estándar japonés. Pero hay cambios introducidos en el estándar brasileño. Aunque el 1seg japonés tiene los ritmos de cuadros máximos a 15fps, la norma 1seg brasileña los tiene a 30fps.

### 3.5.4.7 Países que han adoptado el estándar de televisión digital ISDB-T o SBTVD-T

A continuación se presenta la lista de países que han adoptado el estándar ISDB-T o SBTVD-T, con su población respectiva, a junio de 2008.

**Tabla III.12:** Adopción del estándar ISDB-T o SBTVD-T

PAIS	POBLACION	HOGARES CON TELEVISIÓN	ESTÁNDAR DE TV DIGITAL ADOPTADO	
<b>1</b>	Japan	127.718.000	ISDB-T	
<b>2</b>	Brasil	187.521.914	40.480.000	SBTVD
<b>3</b>	Venezuela	24.654.694		
<b>4</b>	Perú	28.409.897		
<b>5</b>	Chile	15.665.216		
<b>6</b>	Argentina	38.740.807		
	<b>TOTALES</b>	<b>422.710.528</b>	<b>40.480.000</b>	

### 3.5.5 DTMB Digital Terrestrial Multimedia Broadcasting

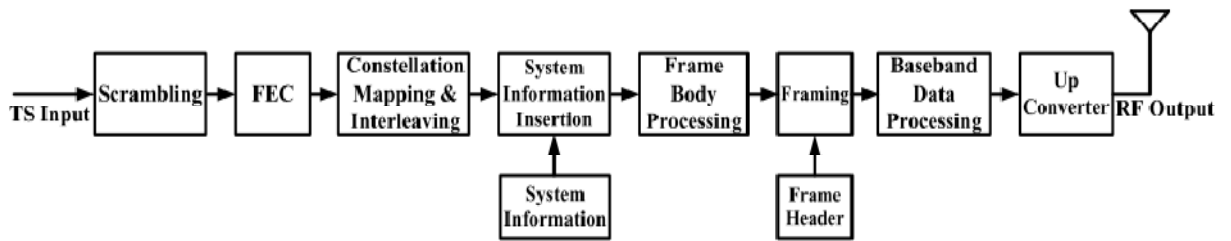
#### 3.5.5.1 Generalidades

En el año de 1994 el gobierno chino fundó el grupo de Expertos Ejecutivos Técnicos de Televisión de Alta Definición (TEEG), cuyos miembros vinieron de varias universidades e institutos de investigación a trabajar en el desarrollo de la televisión digital. Después de que tres años de esfuerzo, el grupo desarrollaría la primera televisión de alta definición/prototipo de DTTB, y fuera aplicado satisfactoriamente para transmisión en vivo del 50 aniversario del Día Nacional en 1999.

En 2001, China hizo un llamado para recibir propuestas para un estándar terrestre digital de la transmisión de televisión. DMBT (Digital Multimedia Broadcasting – Terrestrial), ADBT (Advanced Digital Television Broadcasting – Terrestrial) y TIMI (Terrestrial Interactive Multiservice Infrastructure).

La norma china fue definida en 2006 y recibió la aprobación final de la República Popular China en Agosto 2007, comenzando transmisiones en Hong Kong el 31 de Diciembre 2007. Su definición estuvo a cargo de la Universidad Jiaotong en

Shanghai y la Universidad Tsinghua en Beijing. DTMB es una fusión de varias tecnologías e incluye derivaciones de la norteamericana ATSC y la europea DVB-T.



**Fuente:** Tomado de School of electronic engineering, Behang University, Beijing 100083, China, Chao Zhang.

**Figura III.26:** Diagrama del estándar DTMB

### 3.5.5.2 Características Técnicas Generales

El estándar de televisión chino DTMB posee un gran alcance de cobertura, al parecer mayor de los demás estándares existentes. Es capaz de transmitir HDTV de calidad aceptable a vehículos en movimiento a velocidades de hasta 350 Km/h. También permite la transmisión de varios canales por una misma frecuencia. Está diseñado para redes de frecuencia única y redes de multifrecuencia. Es un estándar que incluye desde sus inicios soporte para dispositivos móviles, como celulares y reproductores multimedia.

Este estándar deja la decisión de la compresión (MPEG-4 y MPEG-2), a discreción del transmisor y trabaja en anchos de banda de 6 y 8 MHz

### 3.5.5.3 Características del Video.

Las normas de compresión utilizada en el estándar de televisión DTMB son compresión MPEG-4 y MPEG-2, siendo la compresión y descompresión diferentes en el MPEG-4, debido a que las imágenes vienen separadas en componentes de video-objetos (VOC) y componentes de audio-objetos(AOC), mejorando la compresión y descompresión del MPEG-2, cuando se presentan objetos en movimiento con una gran velocidad.

### 3.5.5.4 Características el Audio

El estándar DTMB utiliza la compresión en MPEG2 y AVS (Audio Video Estándar).

### 3.5.5.5 Modulación.

El estándar de televisión chino utiliza dos tipos de modulación como son el TDS-OFDM (Time Domain Synchronous OFDM) - 8VSB, el primero para modulación en definición estándar y el segundo para alta definición (HDTV).

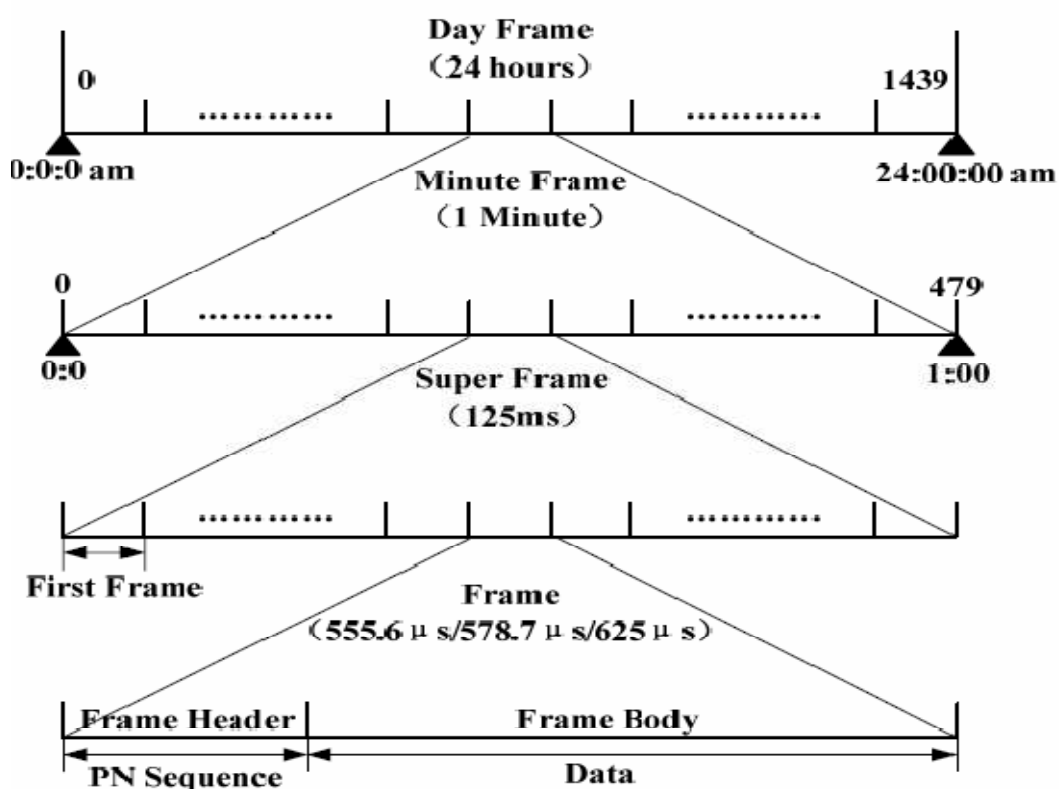
**Tabla III.13:** Parámetros del sistema DTMB

PARAMETRO	DEFINICION	
<b>Interfaz de datos</b>	Soporta estándar GB/T17975.1, soporta MPEG-2	
<b>Interfaz RF</b>		De acuerdo con el Estándar SJ / T 10351
<b>Codificación FEC</b>	Outer Coding	BCH (762, 752)
	Inner Coding	LDPC (7488, 3008), (7488, 4512), (7488, 6016)
<b>Mapa de Constelación</b>	64QAM, 32QAM, 16QAM, 4QAM, 4QAM-NR	
<b>Convolutacional Interleaving</b>	Modo 1: B=52, M=240 / Modo 2: B=52, M=720	
<b>Frame Header Length</b>	PN420, PN595, PN945	
<b>System Information Length</b>	36 símbolos, 4QAM	
<b>Frame Body Length</b>	3780 símbolos, 500 $\mu$ s	
<b>Signal Frame Length</b>	4200, 4375, 4725 símbolos	
<b>Signal Bandwidth</b>	7.56 MHz	
<b>Shaping Filter</b>	Square root raised cosine filter, roll-off factor $\alpha=0.05$	
<b>Baseband Data Payload</b>	4.813 Mbps ~ 32.486 Mbps	

**Fuente:** Tomado de School of electronic engineering, Behang University, Beijing 100083, China, Chao Zhang.

### 3.5.5.6 Movilidad

CM-MB (China Multimedia Mobile Broadcasting), codificación de imagen MPEG4 H264/AVS y codificación de audio DRA, se considera la TV móvil como una extensión de televisión radiodifundida, a diferencia de los demás estándares es una norma híbrida Terrestre- Satelital.



Fuente: Tomado de School of electronic engineering, Behang University, Beijing 100083, China, Chao Zhang.

**Figura III.27:** Estructura de trama

### 3.5.5.7 Países que han adoptado el estándar de televisión digital DTMB

A continuación se presenta la lista de países que han adoptado el estándar DTMB, con su población respectiva, a junio de 2008.

**Tabla III.14:** Adopción del estándar DTMB

PAIS	POBLACION	HOGARES CON TELEVISIÓN	ESTÁNDAR DE TV DIGITAL ADOPTADO	
1	Hong Kong	7.206.000	DMB-T/H	
2	People's Republic of China	1.321.847.351	380.000.000	DMB-T/H
<b>TOTALES</b>		<b>1.329.053.351</b>	<b>380.000.000</b>	

### **3.4 Ventajas y desventajas de cada estándar**

#### **3.4.1. Ventajas**

##### **3.4.1.1 ATSC**

Las ventajas del estándar son:

- Garantizar una real inclusión social, al prever receptores de bajo costo para usarse en los receptores de TV analógica. La capacidad de cubrir mayor distancia con un solo transmisor, además, garantiza la recepción de la TV cuando sea únicamente digital en zonas más alejadas de los centros urbanos.
- Los receptores llegarán a un valor de 50 dólares, en oposición a valores muchos más altos que se plantean desde el mercado europeo, sumando a esto la posibilidad de exportación de contenidos al mercado norteamericano que se abriría a las iniciativas de la industria, que consisten en transferencia de diseños de base para el armado de transmisores, a cambio de tomar el estándar.

##### **3.4.1.2 ISDB-T**

Las ventajas del estándar son:

- ISDB-T se destaca por ser un sistema robusto y flexible. Es importante resaltar que HDTV ó SDTV y la recepción por celular ( One-Seg Service) puede ser transmitido simultáneamente en un canal.
- El estándar presenta una flexibilidad de servicios con el OFDM Segmentado, el cual permite la coexistencia de servicios con esquemas de modulación independientes en el mismo ancho de banda y usando un solo transmisor.
- El sistema ISDB-T permite incluir hasta ocho programas de SDTV en los 6 Mhz de ancho de banda del canal a una tasa de 2 Mbps, que permite una calidad dinámica aceptable y comparables a las actuales analógicas.

- El estándar provee el sistema de "EWS" (Emergency warning system), el cual es un sistema de alerta de radiodifusión que activa los receptores digitales y permite una solución eficaz, adicionalmente transmite informaciones sobre desastres sin congestión.
- ISDB-T ofrece EPG (Electronic Program Guides).

### **3.4.1.3 DVB-T**

Las ventajas del estándar europeo son:

- El estándar europeo permitirá el acceso a través de televisores y teléfonos celulares a un amplio abanico de servicios interactivos similares a los que se brindan vía Internet.
- Bajo costo – DVB es el estándar más utilizado mundialmente, lo que origina economías de escala que redundan en menores costos para los usuarios.
- Flexibilidad – DVB es un estándar abierto que permite una mayor diversidad de modelos de servicio posibles (definición estándar calidad DVD, alta definición, interactividad, recepción en dispositivos móviles, transmisión de múltiples señales en un mismo canal, Red de Frecuencia Única a nivel nacional. Generación de Inversiones y Empleo.
- Inserción mundial – DVB permitirá a las empresas exportar equipamientos, software y contenidos a un amplio mercado y sumarse al desarrollo de la TV Digital a través de su participación en el DVB Project.
- Movilidad – DVB-T es el único estándar que facilita la TV digital móvil en forma sinérgica con GSM y 3G, a través de DVB-H.
- En términos de número de países, el estándar de transmisión más adoptado para la transmisión digital terrestre es el DVB-T.

#### **3.4.1.4 DTMB**

Las ventajas del estándar son:

- Tiene un alcance 10 Km mayor a la norma DVB-T y es capaz de transmitir HDTV de calidad aceptable a vehículos en movimiento a velocidades de hasta 200 Km/h.
- Permite la transmisión de varios canales por una misma frecuencia.
- Es uno de los pocos estándares que incluye desde sus inicios soporte para dispositivos móviles, como celulares y reproductores multimedia.
- Se destaca la robustez del estándar, como el poder refrescar la pantalla más rápido al necesitar menos cuadros de imagen y se puede corregir errores de imagen y sonido.
- Mejor recepción en los teléfonos móviles y mayor cubrimiento.

#### **3.4.1.5 SBTVD-T**

Las ventajas del estándar son:

- Una distancia importante del estándar ISDB-T es el uso de un entrelazamiento, que puede configurarse para un intervalo más largo que el del estándar DVBT, eliminando una de las debilidades de la norma europea, sensibilidad al ruido impulsivo. ISDB-T no tiene ningún equivalente en la norma DVB-T en la banda segmentada de transmisión (BST) que consiste en dividir la banda del canal de radio frecuencia en 13 segmentos, permitiendo que múltiples segmentos de datos puedan ser configurados.
- Cada segmento de datos puede tener sus propios esquemas de codificación y modulación (la modulación puede ser DQPSK, 16-QAM o 64-QAM), en un canal de 6MHz, la tasa de transmisión puede variar entre 3.65Mbps y 23.23Mbps.
- El ISDTV es un sistema basado en el padrón japonés ISDB-T, donde las mayores diferencias son el uso de tecnologías de compresión de video y audio más avanzadas (H.264 / HE-AAC) que las utilizadas en Japón (MPEG-2 / MPEG L2), el middleware totalmente innovador y desarrollado en Brasil, y la parte de protección del contenido.



- El sistema Brasileño de televisión presenta mayor rendimiento en cuanto a inmunidad al ruido impulsivo que los demás sistemas, lo cual ofrece alta flexibilidad para nuevas aplicaciones de servicio de televisión transmitida al aire, incluyendo recepción portable y móvil.
- El sistema ISDTV, permite realizar varias combinaciones de sus parámetros técnicos (intervalo de guarda, la tasa de código, y modulación) para obtener el mejor rendimiento, tanto para televisión fija, móvil y portátil.
- El sistema ISDTV tiene una característica importante que ayuda en la recepción de televisión en vehículos en movimiento. La vibración de periodos largos de tiempo causa una reducción en la señal ocasionando un error de ráfaga. Lo que ayuda a superar este fenómeno es el entrelazado temporal ya que con este entrelazado, el error de ráfaga lo convierte en aleatorio que es más sencillo corregir.

### **3.4.2 Desventajas**

#### **3.4.2.1 ATSC**

- El sistema ATSC actualmente está implementando el servicio de recepción en dispositivos móviles. Esto es una desventaja frente a los demás sistemas por que ya tiene este servicio.

#### **3.4.2.2 ISDB-T**

- La desventaja de este estándar de televisión digital de gran calidad radica en lo económico ya que precisamente por ser de gran calidad técnicamente hablando sus costos son un poco elevados y en Ecuador un gran punto a considerar es su situación económica.

#### **3.4.2.3 DVB-T**

- DVB se puede ver en movimiento solo con DVB-H (osea moviles y muy baja resolución), en cambio con DVB-T se aprecia hasta los 40Km aprox. y luego cae la señal.

#### **3.4.2.4 DTMB**

- Si bien es cierto que el estándar propuesto por la comunidad china presenta al igual que todos grandes ventajas, también hay que recalcar que a excepción de Hong Kong y La Republica Popular de China ningún otro estado a adoptado este estándar, lo que significa que el estándar es muy poco difundido lo cual si representa una desventaja porque no permite tener muchas referencias de este estándar.
- Una de las desventajas es que no define códecs de compresión (como MPEG-4 y MPEG-2), dejando esa decisión a discreción del transmisor.

#### **3.4.2.5 SBTVD-T**

- Inicialmente el sistema de televisión brasileño no estaba muy difundido, solo estaba circunscrito en Japón y en Brasil con su modificación, por lo tanto, se podría considerar que la inversión inicial sería un tanto elevada frente a DVB-T ya que éste abarca un 70% de la población mundial, pero en los actuales momentos éste estándar o el Japonés que son casi los mismos por las razones antes analizadas y mencionadas, está siendo acogido por la mayoría de países sur americanos –salvo Uruguay y Colombia- razón por el cual ésta observación ya no se la podría considerar como una desventaja.

## **CAPITULO IV**

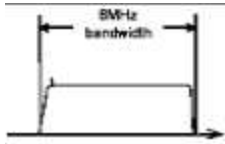
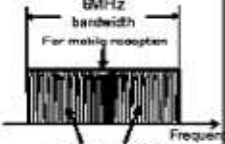
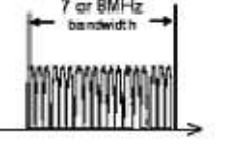
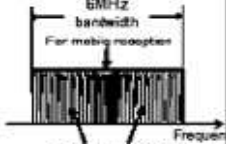

### **TABLAS COMPARATIVAS ENTRE ESTÁNDARES.**

Una vez que se describió todas las características de cada uno de los estándares en el capítulo anterior, en este capítulo se presentará las características de los estándares en forma de tablas lo que nos permitirá realizar comparaciones entre los estándares de una forma más fácil y específica para la posterior recomendación del estándar que deberá adoptarse para la transmisión de televisión abierta en forma digital en Ecuador.

**Tabla IV.1:** Comparación Técnica entre Estándares.

	ATSC	ISDBT	DVB-T/H	SBTVD-T	DMB-T
<b>Compatibilidad con cable y satelital</b>	NO	SI	SI	SI	NO
<b>Codificación</b>	MPEG-2	MPEG-2 MPEG-4 en desarrollo	MPEG-2 / MPEG-4	MPEG-2 / MPEG L2 MPEG-4	MPEG-2 MPEG-4
<b>Interactividad Desarrollada</b>	NO	NO	SI	SI	SI
<b>Movilidad</b>	No Implementada	SI	SI	SI	SI
<b>Tipo de terminales en entorno móvil</b>	No Implementada	Portables (con alimentación externa)	Portables Celular	Portables (con alimentación externa) Celular	Portables Celular Reproductores multimedia.
<b>Consumo de batería en aparatos celulares</b>	N/A	N/A	Bajo	N/A	Medio
<b>Compatibilidad con GSM / WCDMA</b>	NO	NO	SI	NO	
<b>Canales de TV en celulares</b>	0	1	Hasta 30	1	15
<b>Carga Digital</b>	Fija 19Mbps	En DVB-T el flujo binario es variable entre 4.98 y 31.67 Mb/s.	Variable 3-23 Mbps	En un canal de 6MHz, la tasa de transmisión puede variar entre 3.65Mbps y 23.23Mbps	Variable de 4-28 Mbps en canal de 8MHz

**Tabla IV.1:** Comparación Técnica entre Estándares. (Continuación ...I)

	ATSC	ISDBT	DVB-T/H	SBTVD-T	DMB-T
<b>Redes de Frecuencia Única</b>	Solución Propietaria en Experimentación	SI	Si, varias Implementaciones	SI	SI
<b>Canales de Alta Definición</b>	1	½	½	1	1
<b>Sistema de Transmisión</b>					
<b>Recepción HDTV mientras se está en movimiento</b>	Imposible	Posible	Imposible (Solo con SDTV)	Posible	Posible
<b>Recepción Portátil utilizando el mismo sistema que recepción fija</b>	Imposible	Posible	Imposible	Posible	-
<b>Sistema de alerta de Radiodifusión</b>	Imposible	Posible	Imposible	Posible	-
<b>Ancho del Canal</b>	Diseñada para un canal de 6 MHz de ancho de banda - No restrictivo-	Cualquier servicio es posible en 6MHz de ancho de Banda.	Diseñada para canales de 8 MHz (Aplicable también a 7 y 6 MHz)	Diseñada para un canal de 6 MHz de ancho de banda	Trabaja en anchos de banda de 6 y 8 MHz

<b>Modulación</b>	8-VSB para transmisión por aire (bit rate neto: 19,3Mbps)	Los varios aspectos de ISDB difieren principalmente en las modulaciones usadas ISDB-T (en bandas VHF y/o UHF) utiliza COFDM con PSK/QAM	Modulación QPSK o diferentes niveles de QAM 2k: 1705 portadoras para operaciones con transmisor único y redes SFN pequeñas con potencia de transmisor limitada. 8k. 6817 portadoras. Adecuado tanto para operaciones con único transmisor como grandes redes SFN.	DQPSK QPSK 16-QAM 64-QAM	El estándar de televisión chino utiliza dos tipos de modulación como son el TDS-OFDM (Time Domain Synchronous OFDM) - 8VSB, el primero para modulación en definición estándar y el segundo para alta definición (HDTV).
<b>Video</b>	Muestreo 4:2:0 8bits de resolución Tipo de frames: I, P, B MP@ML (Main Profile at Main Level) para SD MP@HL (Main Profile High Level) para HD. Formatos SD y HD	El estandar ISDB ha adoptado el sistema de compresión de video MPEG-2	Compresión MPEG-2 MP@ML (Main Profile at Main Level) Muestreo 4:2:0 8 bits de resolución Tipo de frames: I, P, B Variedad de resoluciones para elegir.	H.26418 encapsulado en un flujo de transporte MPEG-2.	Compresión MPEG-4 y MPEG-2, siendo la compresión y descompresión diferentes en el MPEG-4, debido a que las imágenes vienen separadas en componentes de video-objetos (VOC).

**Tabla IV.1:** Comparación Técnica entre Estándares. (Continuación ...II)

	ATSC	ISDBT	DVB-T/H	SBTVD-T	DMB-T
<b>Audio</b>	<p>Sonido multicanal: 1,2,3,4 o 5.1 canales</p> <p>Formato 5.1: 6 canales en total</p> <p>Canal 0.1 es un canal opcional LFE (Low Frequency Enhancement) con ancho de banda muy reducido sobre el extremo de las bajas frecuencias.</p> <p>Tamaño de palabra 16 a 24 bits</p> <p>Frecuencia de muestreo: 48KHz</p> <p>Bit rates desde 32 a 640 Kbps por cada trama elemental</p>	<p>El estandar ISDB ha adoptado el sistema de compresión de Audio MPEG-2</p>	<p>Compresión MPEG Layer II (MUSICAM)</p> <p>Puede manejar audio mono, estereo, multilinguaje surround</p> <p>Bit rates de 32 a 384 Mbps.</p> <p>Fue incorporado el Dolby AC-3 con posterioridad debido a su creciente aceptación mundial.</p>	<p>AAC encapsulado en un flujo de transporte MPEG-2.</p>	<p>El estándar DTMB utiliza la compresión en MPEG2 y AVS (Audio Video Estándar).</p>

<b>Servicios en la modulación</b>	<p>1 Canal de alta definición (HD) de 18 Mbps</p> <p>1 Canal HD de 14 Mbps más uno de definición estándar (SD) de 4 Mbps</p> <p>3 Canales SD de 6Mbps</p> <p>4 Canales SD de 4.5 Mbps</p> <p>6 Canales SD de 3 Mbps</p> <p>Servicios de audio y video más servicios de datos.</p>	<p>El flujo de transporte se vuelve a multiplexar y se agrupan en trece segmentos de datos, luego estos son numerados del 0 al 12 y transformados en segmentos OFDM, el número de segmentos que componen el espectro de transmisión es el mismo para 6, 7 o 8 MHz.</p>	<p>Transmisión en un canal actualmente libre o un canal adyacente</p> <p>Transmisión en pequeñas redes SFN</p> <p>Transmisión en grandes redes SFN</p> <p>Bit rate disponible depende de parámetros de modulación elegidos</p>	<p>Numero de segmentos: 13</p> <p>Ancho del segmento: <math>6.000/14 = 428,57</math> KHz</p>	<p>En aplicaciones sobre canales de 6 Mhz de ancho de banda, el espectro se divide en tres secciones de 1,2 Mhz aproximadamente cada una.</p>
<b>Máxima resolución vertical</b>	1080 líneas	1152 líneas	1152 líneas	1152 líneas	720p o 1080i
<b>Máxima resolución horizontal</b>	1920 Pixeles	1920 Pixeles	1920 Pixeles		

**Fuentes Parciales:**

- <http://www.chiletelevisiondigital.com/t-dmb-corea-impulsa-en-la-region-su-formato-de-tv-digital-movil/>
- <http://personales.unican.es/perezvr/pdf/Tercera%20sesion.pdf>



**Tabla IV.2:** Otras Comparaciones de Aspecto Técnico entre los tres Estándares reconocidos

ASPECTO	ATSC	ISDB-T	DVB-T
<b>Calidad de recepción</b>	Problemas para recepción con antenas internas	Probado únicamente en el mercado de Japón; SBTVD-T está siendo introducido en Brasil	Ampliamente probado en los mercados de decenas de países muy diversos en varios continentes
<b>Optimización del espectro radioeléctrico</b>	No permite transmisión simultánea de HDTV, SDTV y TV móvil en el mismo canal de 6MHz	No permite transmisión simultánea de HDTV, SDTV y TV móvil en el mismo canal de 6MHz	Permite transmisión simultánea de HDTV, SDTV y TV móvil en el mismo canal de 6MHz, así como transmisión de rangos variables de flujos de datos
<b>Alta definición</b>	Implementada en EE.UU., Canada, Corea y México	Implementada en Japón (y SBTVD-T en Brasil)	Implementada en Australia, Singapur, Taiwán, y próximamente en Francia, Noruega y Nueva Zelanda
<b>Interactividad</b>	No está desarrollada	No está desarrollada	Desarrollada en varios países (España, Italia, Reino Unido, Austria, etc.), con foco en aplicaciones sociales
<b>Recepción de TV móvil gratuita/paga</b>	Ninguna	Solamente en simulcast con la misma programación de televisión fija	Tanto gratuita como paga, en el mismo canal de 6 MHz a través de modulación jerárquica (todavía no implementada comercialmente) o en canales separados
<b>Compatibilidad de TV móvil con celular</b>	No	No (las frecuencias usadas por celulares en los mercados japonés y brasileño son incompatibles con las de los otros países latinoamericanos)	Si (Nokia, el mayor fabricante mundial, ya está integrando el receptor DVB-H en sus celulares 3GSM)

**Tabla IV.3:** Comparaciones de Carácter Económico.

ASPECTO	ATSC	ISDB-T	DVB-T
<b>Adopción en cantidad de países</b>	5	1 + versión modificada en Brasil (SBTVD-T)	119
<b>Población mundial cubierta</b>	7,6 %	2 % 2.8% (SBTVD-T)	53,5 %
<b>Costo mínimo de descodificadores</b>	40 – 70 US\$	180 US\$ actualmente 50 US\$ prometidos 250 US\$ (SBTVD-T)	Inferior a 30 US\$ (ya ampliamente disponibles en el mercado)
<b>Subsidios gubernamentales para adquisición de descodificadores para apagado de TV analógica</b>	Existentes: 1.5 mil millones de US\$ en EE.UU. (2 cupones de 40 US\$ por hogar)	Probables (por no existir mercado de descodificadores en Japón)	No están previstos
<b>Continuidad del mercado de decodificadores baratos</b>	No estará garantizado después del apagado de la TV analógica en EE.UU.	No estará garantizado después del apagado de la TV analógica en Japón	Garantizado por el mercado global de DVB-T, dado que no existe una fecha única para el apagado internacional de la televisión analógica
<b>Costos para los radiodifusores</b>	Más elevados en zonas urbanas y montañosas (propagación multitrayecto)	Más elevados por menor número de fabricantes	Menores por mayor competencia entre fabricantes, menor período de simulcast por transición más rápida para la TV digital y posibilidad de transmitir rangos variables de flujos de datos

Fuente: [http://www.delper.ec.europa.eu/es/whatsnew/2008/Mitos%20y%20Realidades\\_Est%C3%A1ndaresTV\\_Digital\\_Per%C3%BA\\_v1%2000.pdf](http://www.delper.ec.europa.eu/es/whatsnew/2008/Mitos%20y%20Realidades_Est%C3%A1ndaresTV_Digital_Per%C3%BA_v1%2000.pdf)



**Tabla IV.4:** Características de los Estándares de Televisión Digital Terrestre

<b>CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTÁNDARES DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE</b>			
<b>DVB-T</b>	<b>ATSC</b>	<b>ISDB-T</b>	<b>CHINO - DTMB</b>
El enfoque del estándar es orientado a la movilidad y convergencia multimedial.	El enfoque del estándar es dirigido a la difusión de la televisión de alta definición y recepción fija.	El enfoque del estándar es dirigido a la robustez de la señal, la movilidad y la portabilidad, tanto para imágenes de alta calidad (HDTV) como para baja calidad (SDTV) y pequeñas pantallas como celulares, palms, etc.	El enfoque del estándar es combinar la propagación de espectro de frecuencia ortogonal y la división de tecnologías de transmisión múltiple. DTMB es una fusión de varias tecnologías e incluye derivaciones del estándar norteamericano ATSC y del europeo DVB-T.
La normativa DVB-T admite su empleo tanto en redes multifrecuenciales (MFN: Multi-Frequency Networks), como en Redes de Frecuencia Única (SFN, Single Frequency Networks), donde todos los transmisores están sincronizados en términos de bit, frecuencia y tiempo, es decir, todos emiten lo mismo a la vez y en la misma frecuencia, lo que trae como ventaja mayor eficiencia en el espectro.		El estándar ISDB-T utiliza redes de frecuencia única (SFN), que permite la utilización eficiente del espectro radioeléctrico.	El estándar utiliza redes de frecuencia única (SFN) y de MFN.

DVB-T	ATSC	ISDB-T	CHINO - DTMB	
<p>Las características del estándar permiten al DVB-T ofrecer un elevado grado de inmunidad frente a las señales reflejadas o la propagación multitrayecto. El sistema DVB garantiza explícitamente la robustez de la señal transmitida. Esto es cierto por el uso de la banda de guarda para combatir los efectos de la multitrayectoria.</p>	<p>La más importante fuente de controversia del sistema ATSC ha sido su capacidad de recepción bajo difíciles condiciones de multitrayectoria, particularmente en el centro de las ciudades con muchos edificios altos que obstruyen a la antena transmisora. Bajo estas condiciones la respuesta del canal de comunicación, que idealmente debería ser plana, llega a ser altamente distorsionada, requiriendo el uso excesivo de filtros ecualizadores en los receptores.</p>	<p>El estándar a través de la modulación OFDM permite mayor robustez contra multitrayecto causado por montañas, edificios, etc. Adicionalmente proporciona robustez a múltiples interferencias ("fantasma").</p>	<p>El estándar ofrece una señal más robusta y mediante la integración de las señales de control en los datos sincronizados, enviado por separado con las emisiones digitales mediante difusión de la tecnología de espectro, los consumidores pueden, por ejemplo, utilizar dichas señales para ajustar una antena para recibir imágenes.</p>	173
<p>El estándar adopta para la compresión y multiplexión MPEG2, para audio y para video utiliza el MPEG-1 Layer 2, Además permite la recepción móvil de televisión.</p>	<p>El estándar adopta para la compresión y multiplexión MPEG-2, para video y Dolby Digital AC-3 para audio que permite la transmisión de sonido envolvente en 5 canales (surround).</p> <p>La interfaz de aire es menos robusta que la del estándar europeo. La señal audiovisual requiere de un 2.5 veces menos de potencia que la europea.</p>	<p>El estándar ISDB adopta para el sistema de compresión de audio y video MPEG-2</p>	<p>El estándar no define codecs de compresión (como MPEG-4 y MPEG-2), dejando esa decisión a discreción del transmisor. Eso significa que los receptores tendrán que ser capaces de descifrar múltiples formatos, lo que los haría más costosos.</p>	

DVB-T	ATSC	ISDB-T	CHINO - DTMB	
<p>Se utiliza el DVB-MHP (The Multimedia Home Platform) que es el estándar definido por el Digital Video Broadcasting (DVB) para ofrecer servicios interactivos. Es una versión reducida de la máquina virtual de Java, donde se añaden un conjunto de funcionalidades extras para la adaptación al entorno de la TDT. Los perfiles son:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Enhanced Broadcast Profile: las aplicaciones interactivas se descargan vía broadcast. No incorpora canal de retorno en el Set Top Box (STB).</li> <li>2. Interactive Broadcast: incorpora comunicaciones bidireccionales vía canal de retorno IP hacia el servidor, permitiendo la descarga de aplicaciones.</li> </ol>	<p>La interactividad en los televisores ATSC se realiza utilizando una plataforma denominada ACAP (Advanced Common Application Platform), que como un sistema operativo, está disponible para los televisores de venta libre, y permite tanto a los Canales de TV como a los Operadores de Cable enviar, cada uno por separado, datos que serán interpretados por los televisores como textos, gráficos, símbolos, imágenes, juegos, entre otras aplicaciones. Estos datos son transmitidos conjuntamente con las imágenes y sonidos y se pueden almacenar en el televisor para interactuar en forma local o utilizar cualquier canal de retorno bajo protocolo IP para interactividad remota. Las aplicaciones son muy variadas, tanto para los servicios como para el entretenimiento y abren un abanico de oportunidades para desarrolladores locales de software.</p>	<p>Para la interactividad, el estándar ISDB-T define las conexiones de datos (de radiodifusión de datos) con el Internet como un canal de retorno a lo largo de varios medios de comunicación (10Base-T/100Base-T, módem de la línea de teléfono, teléfono móvil, Wireless LAN (IEEE 802.11), entre otros) Y con diferentes protocolos.</p>	<p>El estándar proporciona la capacidad para la televisión interactiva a través de la utilización de IP multicast y unicast en la parte superior de MPEG-2, que sienta las bases de los servicios interactivos, lo que permite que los dispositivos pueden usar la red IP para multidifusión y unicasting.</p>	174

DVB-T	ATSC	ISDB-T	CHINO - DTMB
<p>El estándar permite la inclusión social en los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Conducirá a los precios más bajos, tanto para los consumidores como para los radiodifusores.</li> <li>➤ El DVB-T permite el menor costo de equipamiento de recepción para los televidentes gracias a sus mayores economías de escala mundiales.</li> <li>➤ Con este estándar los ciudadanos podrán adquirir decodificadores baratos ya existentes en el mercado a menos de US\$35, que permitirán el acceso a una amplia gama de nuevos servicios y mayor variedad de contenidos que contribuirían a reducir la brecha digital.</li> <li>➤ El DVB-T fue concebido</li> </ul>	<p>El estándar permite la inclusión social en los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La Alta Definición para la TV Abierta, Libre y Gratuita no es un lujo, como lo ven otras normas de TV digital por aire más orientadas a plataformas de pago, como la norma de origen europeo DVB-T, sino una herramienta estratégica que le permite al radiodifusor mantener el autofinanciamiento necesario a través de la publicidad para seguir ofreciendo acceso gratuito de sus contenidos a los televidentes, hoy disponible en la TV analógica.</li> <li>➤ Las características de ATSC permiten mayor inclusión social ya que, al cubrir mayor distancia con un solo transmisor, garantiza la recepción de la TV Digital Libre y Gratuita también en el segundo y tercer cordón urbano, sin la necesidad de</li> </ul>	<p>El estándar permite la inclusión social en los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ El estándar permite ofrecer ventajas sustanciales en cuanto a servicios, cobertura, robustez y mejor aprovechamiento del espectro.</li> <li>➤ El estándar ISDB-T, presenta mayor costo en la adquisición de los receptores comparado con los otros estándares, esto se debe a la utilización de etapas de decodificación especiales.</li> <li>➤ Para la movilidad, el estándar ofrece un chip decodificador de One-Seg que actualmente cuesta menos de US \$10 y puede ser fácilmente incorporado a cualquier dispositivo portátil con pantalla.</li> <li>➤ Es importante resaltar que</li> </ul>	<p>El estándar permite la inclusión social en los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La oferta al país se traduce en las economías de escala y las garantías de cubrir el territorio nacional, además de la transferencia de tecnología.</li> <li>➤ DTMB, es capaz de proporcionar los servicios con alta velocidad de transmisión de datos y movilidad.</li> <li>➤ Una de las bondades de la norma China, es su capacidad para la televisión interactiva, la transmisión de señal en alta definición o de definición estándar, en ambientes fijos y móviles, así como otros servicios multimedia; todo, según sus promotores con bajo consumo de energía y sin pérdida de calidad de la señal.</li> </ul>

<p>para permitir todos los modelos de televisión digital: definición con calidad DVD (o estándar) o alta definición, mayor oferta de señales en un mismo canal, mejor calidad de imagen y sonido, movilidad, interactividad y convergencia multimedial.</p> <p>➤ La interactividad del estándar DVB-T y sus menores costos ampliarán las posibilidades de brindar soluciones a amplios sectores de la población de teleeducación, gobierno electrónico, acceso a Internet, entre otras aplicaciones, promoviendo la inclusión social y democratizando el acceso a las comunicaciones de la población menos favorecida.</p>	<p>instalar retransmisores reforzadores de señal, ahorrando así costos de locación, energía, conectividad mantenimiento y seguridad.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Promueve una constante baja de precios en los receptores.</li> <li>➤ Permiten recibir las señales ATSC de la TV de aire, tanto conectados a una antena de aire, a un Cable Analógico, o a un Cable que ya digitalizó sus señales, sin la necesidad de disponer de un dispositivo extra provisto por el Operador de Cable.</li> <li>➤ ATSC, a diferencia de otras normas, postula que todas las evoluciones tecnológicas no pueden dejar sin servicio a los receptores de generaciones anteriores, garantizando y protegiendo la inversión de los radiodifusores y de los televidentes</li> </ul>	<p>los únicos aspectos que realmente hacen diferencia son: la cantidad de transmisores y el precio de suscripción para la movilidad.</p>		
--	--	--	--	--



DVB-T	ATSC	ISDB-T	CHINO - DTMB
<p>Las ventajas del estándar europeo son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ El estándar europeo permitirá el acceso a través de televisores y teléfonos celulares a un amplio abanico de servicios interactivos similares a los que se brindan vía Internet.</li> <li>➤ Bajo costo – DVB es el estándar más utilizado mundialmente, lo que origina economías de escala que redundan en menores costos para los usuarios.</li> <li>➤ Flexibilidad – DVB es un estándar abierto que permite una mayor diversidad de modelos de servicio posibles (definición estándar calidad DVD, alta definición,</li> </ul>	<p>Las ventajas del estándar son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Garantizar una real inclusión social, al prever receptores de bajo costo para usarse en los receptores de TV analógica. La capacidad de cubrir mayor distancia con un solo transmisor, además, garantiza la recepción de la TV cuando sea únicamente digital en zonas más alejadas de los centros urbanos.</li> <li>➤ Los receptores llegarán a un valor de 50 dólares, en oposición a valores muchos más altos que se plantean desde el mercado europeo, sumando a esto la posibilidad de exportación de contenidos al mercado norteamericano que se abriría a las iniciativas de la industria, que consisten en transferencia de diseños de base para el armado de transmisores, a cambio de tomar el estándar.</li> </ul>	<p>Las ventajas del estándar son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ISDB-T se destaca por ser un sistema robusto y flexible. Es importante resaltar que HDTV ó SDTV y la recepción por celular (One-Seg Service) puede ser transmitido simultáneamente en un canal.</li> <li>➤ El estándar presenta una flexibilidad de servicios con el OFDM Segmentado, el cual permite la coexistencia de servicios con esquemas de modulación independientes en el mismo ancho de banda y usando un solo transmisor.</li> <li>➤ El sistema ISDB-T permite incluir hasta ocho programas de SDTV en los 6 Mhz de ancho de banda del canal a una tasa de 2 Mbps, que permite una calidad dinámica aceptable y</li> </ul>	<p>Las ventajas del estándar son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tiene un alcance 10 Km mayor a la norma DVB-T y es capaz de transmitir HDTV de calidad aceptable a vehículos en movimiento a velocidades de hasta 200 Km/h.</li> <li>➤ Permite la transmisión de varios canales por una misma frecuencia.</li> <li>➤ Es uno de los pocos estándares que incluye desde sus inicios soporte para dispositivos móviles, como celulares y reproductores multimedia.</li> <li>➤ Se destaca la robustez del estándar, como el poder refrescar la pantalla más rápido al necesitar menos cuadros de imagen y se puede corregir errores de imagen y sonido.</li> </ul>

<p>interactividad, recepción en dispositivos móviles, transmisión de múltiples señales en un mismo canal, Red de Frecuencia Única a nivel nacional. Generación de Inversiones y Empleo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Inserción mundial – DVB permitirá a las empresas exportar equipamientos, software y contenidos a un amplio mercado y sumarse al desarrollo de la TV Digital a través de su participación en el DVB Project.</li> <li>➤ Movilidad – DVB-T es el único estándar que facilita la TV digital móvil en forma sinérgica con GSM y 3G, a través de DVB-H.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ En términos de población, el número de personas atendidas por TDT es actualmente equivalente en ambos estándares ATSC y DVB-T.</li> <li>➤ Esta norma fue diseñada con una orientación a la alta definición HDTV, más no es restrictiva con los otros formatos.</li> </ul>	<p>comparables a las actuales analógicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ El estándar provee el sistema de “EWS” (Emergency warning system), el cual es un sistema de alerta de radiodifusión que activa los receptores digitales y permite una solución eficaz, adicionalmente transmite informaciones sobre desastres sin congestión.</li> <li>➤ ISDB-T ofrece EPG (Electronic Program Guides).</li> <li>➤ El organismo de radiodifusión puede seleccionar la combinación de los segmentos de usar; elección de la serie de sesiones de esta estructura permite flexibilidad para el servicio.</li> <li>➤ Adicionalmente, cuenta con una mayor inmunidad a las señales provenientes de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mejor recepción en los teléfonos móviles y mayor cubrimiento.</li> </ul>
--	--	--	---

<ul style="list-style-type: none"><li>➤ En términos de número de países, el estándar de transmisión más adoptado para la transmisión digital terrestre es el DVB-T.</li> <li>➤ Está diseñado principalmente para canales de 8Mhz, pero también funciona para canales de 7 MHz y 6 MHz, en donde se utiliza la modulación tipo multiportadora la cual puede ser modulada por QPSK o diferentes niveles de QAM.</li> <li>➤ Adicionalmente, cuenta con una mayor inmunidad a las señales provenientes de multitrayectoria como son los ecos.</li></ul>		multitrayectoria como son los ecos.		
---	--	-------------------------------------	--	--



## **CAPITULO V**

### **LA RADIODIFUSIÓN DIGITAL EN AMÉRICA Y SU CONDICION ACTUAL**

#### **5.1 MODELOS DE TRANSICIÓN DE LA TELEVISIÓN**

En sus algo más de 50 años de historia, la televisión ha pasado por tres modelos, basados en las transiciones tecnológicas, cada una de ellas caracterizada por servicios, modelos de negocio y esquemas de regulación específicos (Tabla VI.1) Desde sus comienzos hasta aproximadamente los años '70, los servicios de televisión consistían básicamente en un número limitado de canales terrestres de programación masiva financiados por publicidad (en los EUA y América Latina) y/o subsidios estatales (en la mayor parte de Europa y Asia). El modelo de regulación estaba basado, tanto para operadores privados como públicos, en la idea del "servicio público": el estado otorgaba un número limitado de concesiones para el uso del espectro radioeléctrico a cambio de una serie de obligaciones formales respecto a la programación (programas educativos, de información, espacios de publicidad política, etc.). El resultado fueron mercados de televisión oligopólicos, de programación poco diferenciada y, por lo general, altamente rentables para los pocos concesionarios privados.

Durante los años '70 una serie de cambios tecnológicos y regulatorios abrió las puertas al rápido desarrollo de la televisión por cable y, una década más tarde, de servicios de satélite directo al hogar. Además, el desarrollo de tecnologías de control de acceso permite el desarrollo de un nuevo modelo de negocios basado en el abono por parte del usuario a distintos paquetes de programación, lo que ha hecho viables canales segmentados de audiencia reducida (de ahí el nombre postfordista). El modelo de regulación de la TV postfordista añade al modelo de servicio público ciertos elementos, que otorga ciertos derechos de acceso a la infraestructura de transmisión a programadores independientes y no comerciales.

La tercera generación tecnológica comienza a principios de los '90 con el desarrollo de la transmisión digital de señales audiovisuales. A decir verdad, los principios técnicos de la TV digital ya existían hace algún tiempo, pero lo que permite la implementación comercial de los servicios es la caída significativa en los costos de los microprocesadores necesarios para codificación digital y posterior decodificación de las señales audiovisuales en tiempo real. La televisión digital presenta una serie de ventajas en términos de calidad, cantidad, y funcionalidad tanto para los radiodifusores como para el público usuario, así como también para el gobierno en su rol de administrador del espectro radioeléctrico y de promotor de espacios de difusión de información y entretenimiento. Sin embargo, la transición a la TV digital ha demostrado ser mucho más compleja. En primer lugar, se requieren inversiones tanto de radiodifusores como de usuarios en la reconversión de los estudios, transmisores, y el parque de receptores. En segundo lugar, al alterar los parámetros económicos del sector, la TV digital presenta una serie de desafíos al modelo de regulación de la TV analógica. Pues, se hace cada vez más difícil mantener la distinción entre servicios de radiodifusión y de telecomunicaciones. Por último, surgen nuevos problemas de competencia y estrategias de control del mercado, en particular referidos a normas propietarias de acceso condicional y otras aplicaciones del decodificador, que exigen la adecuación del aparato jurídico a fin de que los entes reguladores puedan responder adecuadamente.

**Tabla V.1:** Modelos de transición de la televisión

MODELO	SERVICIOS	MODELO DE NEGOCIOS	ESTRATEGIAS DE NEGOCIO	MODELO DE REGULACIÓN
1 <sup>er</sup> Modelo: TV Fordista	Limitada cantidad de servicios unidireccionales de radiodifusión masiva	Publicidad masiva y/o subsidio gubernamental	Derechos de propiedad sobre el espectro radioeléctrico	Servicio público con protección a los concesionarios

2 <sup>do</sup> Modelo: TV post-Fordista	Gran cantidad de servicios unidireccionales de radiodifusión segmentada	Publicidad segmentada y abonos	Integración vertical entre distribuidores y programadores	Servicio privado con ciertas obligaciones públicas
3 <sup>er</sup> Modelo: TV Digital	Servicios personalizados e interactivos de radiodifusión y telecomunicaciones	Publicidad segmentada, abonos, y comisiones por transacción	Control de acceso y normas propietarias en el decodificador	(por definirse)

## 5.2 OPORTUNIDADES Y RETOS DE LA RADIODIFUSIÓN DE TELEVISIÓN TERRENAL DIGITAL (TTD)

Los países de América, se hallan frente al reto que representa la llamada sociedad de la información. En un contexto en el que el desarrollo económico y cultural de los países depende cada vez más de su capacidad de producir y diseminar conocimiento de manera inclusiva, el debate sobre la evolución de una de las principales y más efectivas plataformas de transmisión de información (la televisión) adquiere una importancia que va más allá de mejorar la imagen en pantalla. Es importante recordar que, en contraste con la baja penetración de las computadoras personales y la telefonía fija en América Latina, la TV abierta tiene una alta penetración en el continente (Tabla V.2). Esto hace de la infraestructura de televisión terrestre una vía de acceso privilegiada para que la población del continente pueda acceder a las nuevas aplicaciones ligadas a la sociedad de la información, sean éstas educativas, informativas, de entretenimiento y otras aplicaciones que tratan necesidades sociales apremiantes.

Las decisiones sobre cómo implementar la nueva tecnología de TTD son por lo tanto clave para definir cómo se repartirá el control sobre los flujos de conocimiento en la sociedad de la información en Ecuador y el resto del continente, ya que en la arquitectura técnica de la red se reparte el poder para decidir quiénes tendrán acceso a qué tipo de información y en qué condiciones. La

transición a la TTD es un cambio revolucionario que nos ofrece la oportunidad de replantear el modelo existente y alcanzar objetivos de larga data en materia de comunicación, como ser el pluralismo, la democratización del acceso, y la apertura del mercado a nuevos programadores públicos y privados.

**Tabla V.2:** Penetración de las tecnologías de la Información y la Comunicación

PAIS	Penetración de la TV (%)	TV de pago (%)	Telefonía (líneas c/100 hab.)	Teléfonos Celulares (%)	Conexión a Internet (c/100 hab.)
México	96	20	44,8	65	2,0
Brasil	88	12	50,4	52	4,5
Argentina	98	54	39,6	45	3,9
Colombia	98	4	34,1	41	1,7
Ecuador	96	6,4	33,1	58	1,68

A continuación se presenta un panorama de la situación de algunos países de América, destacando los casos donde han asumido oficialmente la norma para TTD y los países que ya han emprendido esfuerzos significativos en esta área. En especial se hará referencia a: Estados Unidos, Canadá, México, Brasil, Argentina y Colombia. Además el inicio del estudio de este tema en el Ecuador.

En **Estados Unidos**, cuando este proceso se inició en 1987, el tema no era el de la televisión digital sino el de "Servicio de Televisión Avanzado" (servicio de ATV). La Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) estableció un comité asesor llamado "Comité Asesor de Servicio de Televisión Avanzado (ACATS)", que estaba conformado por 30 miembros líderes de radiodifusión de televisión, televisión por cable, productos electrónicos, producción de programas y empresas de la industria de la computación.

El ACATS reviso cinco sistemas candidatos, luego exhortó a los proponentes de los sistemas digitales para que trabajasen juntos en la elaboración de una propuesta de un único sistema que reuniera los mejores elementos. En respuesta a esta sugerencia, los proponentes formaron la "Gran Alianza de HDTV Digital", y bajo la dirección del ACATS se desarrolló un único sistema digital. La FCC



supervisó el proceso de prueba, así como el desarrollo subsiguiente del sistema de la Gran Alianza a través de su personal. El Comité de Sistemas de Televisión Avanzados (ATSC), es una entidad que trabajó muy de cerca con el ACATS, documentó el sistema de la Gran Alianza. La norma de TV digital del ATSC resultante fue adoptada por los miembros del ATSC en septiembre de 1995. En noviembre de 1995, el mismo ACATS aprobó la norma del ATSC y recomendó al FCC que fuera obligatorio para la radiodifusión de TTD en los Estados Unidos.

El inicio del proceso de transición se produjo en diciembre de 1996, cuando la FCC publicó formalmente la decisión donde se establece al sistema ATSC como la norma de TV digital de EUA. Actualmente, se encuentra en las etapas finales de su transición a la TTD, La FCC ha dado diversos pasos para lograr una conclusión rápida a la transición para asegurar que los beneficios y servicios de la radiodifusión de TTD estén disponibles para todos los americanos. El Congreso de los Estados Unidos también ha promulgado legislación que ordena el fin de las transmisiones de televisión analógica el 17 de febrero de 2009.

En **Canadá**, en 1997 se definió que el estándar para la transmisión de TV digital sería el HDTV (High Digital TV), siguiendo el modelo estadounidense. A cargo estuvo un comité intersectorial con la participación del Consejo de la radiodifusión y telecomunicaciones canadienses (CRTC), el Ministerio de la Industria y la Asociación Canadiense de Broadcasters entre otros. Si bien se desarrolló un plan de desarrollo técnico para la transición, no se ha establecido una fecha para el apagón analógico.

Para regular el cambio de televisión análoga a digital existe en Canadá el Plan de Adjudicaciones de Transición DTV (Digital Televisión), que fue adoptado a fines de 1997 y del que fue publicada una tercera versión en abril del 2005. El plan fue construido en base a las conclusiones del Grupo Ad Hoc del Comité Técnico Conjunto de Difusión Avanzada sobre Parámetros de Planificación de DTV (JTCAB Ad Hoc Group on DTV Planning Parameters) que estipulaban que "el servicio de TV digital debería ser comparable al servicio NTSC existente y debería replicar a su vez la actual área de cobertura en la medida de lo posible". La radiodifusión

por televisión se está volviendo digital gradualmente. Aún si la mayor parte de lo que es transmitido por canales de TV digital sea programación convertida de televisión analógica, existen claras señales que indican que esta transición estaba bastante adelantada en Canadá.

En **México**, el proceso de implementación de la TV digital se pone en marcha en Julio de 1999 con la creación del Comité Consultivo de Tecnologías Digitales para la Radiodifusión (CCTDR), compuesto por representantes de la industria y del gobierno, y la habilitación de canales experimentales. En Octubre de 2003, luego de realizar extensas pruebas con las tres normas disponibles entonces, el CCTDR presentó sus conclusiones; entre las cuales figuraban la adopción de la norma ATSC, la asignación de un canal adicional para los radiodifusores existentes a fin de replicar la programación analógica durante el período de transición, y el establecimiento de un calendario para la implementación de servicios digitales. En base a las recomendaciones del CCTDR, en Julio de 2004 el gobierno estableció las bases para la transición. En primer lugar, se adoptó la norma ATSC para las transmisiones de la televisión digital terrestre, una elección que se justificaba en la probada capacidad de dicha norma para transmitir señales de Televisión de Alta Definición (HDTV) en canales de 6MHz y en la oportunidad de generar economías de escala en la producción de equipos receptores. En segundo lugar, se asignó un canal adicional a los radiodifusores existentes. Se habilitó además a los radiodifusores a prestar servicios de telecomunicaciones sobre la plataforma digital. En cuanto al período de transición, se estableció un calendario inicial de 18 años dividido en seis períodos, que van de la puesta en funcionamiento de servicios digitales en las principales ciudades (a fines del 2006) hasta la réplica total de todos los canales analógicos en el territorio mexicano (a fin del 2021). Sin embargo, no se fijó una fecha precisa para la finalización de las transmisiones analógicas. La decisión de México de adoptar oficialmente la Norma ATSC para la transmisión de televisión digital ratificó a ATSC como la norma de televisión digital para América del Norte.

**Brasil**, es el país sudamericano que más ha debatido en torno a la televisión digital. En 1994 la Asociación Brasileña de Emisoras de Radio y Televisión y la

Sociedad de Ingeniería de Televisión (ABERT y SET respectivamente) formaron un grupo técnico para analizar la posible adopción de un sistema de TV digital. A partir de Marzo de 1998 el nuevo ente regulador de las telecomunicaciones ANATEL (Agencia Nacional de Telecomunicaciones) pasó a coordinar el proceso de selección. A fines de 1998 ANATEL definió el plazo y las condiciones en que se llevarían a cabo las pruebas (de laboratorio y de campo) de los distintos sistemas de TV digital. Estas pruebas se realizaron entre Octubre de 1999 y Abril del 2000, además de las pruebas técnicas, ANATEL realizó entrevistas cualitativas y cuantitativas entre el público televidente. A mediados del 2000 se hizo público el resultado de las pruebas técnicas realizadas sobre los tres sistemas, que reveló una leve ventaja del sistema Japonés ISDB. Con estos resultados en mano, en Abril de 2001 ANATEL lanzó una consulta pública que procuraba abrir el debate no sólo sobre los aspectos técnicos de los distintos sistemas sino también sobre su posible evolución tecnológica, el impacto sobre la industria nacional de equipos receptores y de transmisión, y la posibilidad de coordinar la elección de la norma con los países de la región.

En noviembre de 2003 un decreto presidencial creó el llamado Sistema Brasileño de Televisión Digital. Aunque no se explicitaba el rechazo de los estándares mundiales (ATSC, DVB y el japonés ISDB), lo que se buscaba era la generación de un nuevo sistema desarrollado por un consorcio de centros de investigación y la industria electrónica doméstica. Finalmente y luego de muchos análisis y controversias, el gobierno brasileño adoptó un sistema para la televisión digital terrestre. Según el decreto No. 5820 publicado en Junio de 2006 por el gobierno, se adoptó el estándar japonés ISDB como el estándar base para el desarrollo del nuevo estándar Brasileño, denominado Sistema Brasileiro de Televisión Digital Terrestre (SBTVD).

Mientras que el estándar ISDB es la base del SBTVD, el sistema final tendría que ser adaptado a los requerimientos especiales de Brasil. Es decir, el objetivo del Brasil es contar con una solución propia para el sistema de TTD a partir del estándar japonés.

En **Argentina**, el proceso se inició en julio de 1997, con la creación de una comisión que estudiaría y aconsejara al Gobierno en materia de radiodifusión digital. Esta instancia se creó bajo expresa petición del sector privado y contó con el apoyo de la Secretaría de Comunicaciones. Asimismo, el gobierno de Carlos Menem autorizó a las principales emisoras de televisión para que experimentaran con los distintos sistemas de televisión digital terrestre. En una resolución de 1998, la Secretaría de Comunicaciones adoptó el sistema ATSC para la TV digital terrestre en Argentina, aún cuando no se había concluido la experimentación con los otros sistemas existentes. En el siguiente gobierno se manifestó la intención de revisar esta resolución, aludiendo a que la decisión de adoptar la norma ATSC se hizo bajo concepciones erróneas del sistema europeo DVB y sin una coordinación con Brasil.

El actual Gobierno ha sido claro en que los pasos en lo que a TV digital se refiere deben ser dados en un contexto regional y teniendo en cuenta los esfuerzos de Brasil para desarrollar un sistema alternativo de TV digital terrestre.

En **Colombia**, la Comisión Nacional de Televisión (CNTV) como ente rector del servicio público de televisión en Colombia, tenía como objetivo liderar la implementación, en coordinación con los demás agentes del sector, del servicio de TV digital en el país. Desde la formulación del Plan de Desarrollo de la Televisión 2004-2007, la Comisión planteó la conformación de grupos de concertación interinstitucional para estudiar, analizar y proponer el estándar de transmisión por el que el país debía optar, las políticas de producción de programas en formatos digitales y los alcances del sistema de televisión digital. Dada la existencia de tres sistemas para difundir la televisión digital, y la importancia de tomar decisiones al respecto, la CNTV ha participado en seminarios internacionales sobre el tema y ha realizado consultas con expertos de los sistemas DVB y ATSC, Argentina y Brasil con el fin de analizar la situación de la televisión digital en América Latina y su implementación en Colombia.

Así mismo, la Asociación Colombiana de Ingenieros (ACIEM) ha recomendado el diseño de una ruta crítica para que el país adquiriera un conocimiento más profundo de los formatos digitales, realizar demostraciones y pruebas de propagación, analizar y comparar los criterios de escogencia del sistema más apropiado a las necesidades del país y determinar, entre otros, el período de transición para la implementación del formato seleccionado.

En **Ecuador**, la adopción de la tecnología digital para la televisión ecuatoriana es un tema que empezó a ser estudiado por parte del Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión (CONARTEL), y otros organismos vinculados a los sectores de las comunicaciones y de la electrónica. El Grupo Técnico de TV DIGITAL, conformado mediante Resoluciones Nº 3501 y 3502, adoptadas por el Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión, en junio de 2006, tenía como fin el establecer la agenda para la adopción de la guía de implementación de la TV digital en el Ecuador y hacer las recomendaciones al Consejo; así como coordinar las acciones dentro del proceso de introducción de la tecnología Digital en el Ecuador. La conformación de este Grupo de Estudio, fue la primera actividad oficial de parte del Estado Ecuatoriano con el fin de fomentar la implementación de la tecnología de TV digital en el Ecuador, por lo que la posición que se adoptara en el seno del Grupo, permitiría establecer una posición a nivel de Estado Ecuatoriano en las diferentes instancias de Regulación Internacional.

Existe la propuesta de establecer claramente los objetivos del Grupo de Estudio en base a tres ejes principales como son el aspecto técnico, el aspecto social y el aspecto de negocios.

Dentro del enfoque que tiene Ecuador en cuanto a la Televisión Digital se estableció que el objetivo principal del Grupo Técnico de TV DIGITAL sería: Promover la introducción de la tecnología Digital en la Televisión ecuatoriana, a través del estudio de los aspectos técnicos de las tecnologías existentes, los aspectos sociales y económicos del país, con el fin de promover la generación de negocios, sin descuidar la difusión gratuita y masiva de la televisión ecuatoriana;

considerando el universo de receptores existentes, a fin de minimizar el impacto de la migración de televisión analógica hacia la televisión digital.

El primer paso fue el constituir el Comité Técnico para implementación de la Televisión Digital en Ecuador, se inició la planificación de las pruebas de los 5 estándares conocidos: ISDB-T, DVB-T, SBTVD-T, DTMB y ATSC. De acuerdo a ésta planificación y con un ligero margen de retraso, las pruebas se dieron inicio a principios del presente año, desde los meses de marzo hasta las últimas que se llevaron a cabo en agosto. El lugar seleccionado para estas pruebas fue la ciudad de Quito ya que por las características de su geografía, era la ciudad que mejor reflejaba las duras condiciones geográficas de nuestro país en general, por lo tanto el comportamiento que presentaren los diferentes estándares en zona sería muy semejante al resto de nuestro suelo patrio.

Los parámetros con los que se llevaron a cabo las pruebas fueron los siguientes: La potencia transmitida desde los equipos transmisores instalados en el cerro Pichincha para todos los estándares de TDT (excepto ATSC) fueron en iguales condiciones para todos, siendo ésta 500W, en relación a los 5000W con los que estaba transmitiendo el canal analógico RTU con su transmisor ubicado en el mismo lugar, canal con el que se llevaba la comparación con el propósito de apreciar las diferencias.

Se realizaron pruebas fijas y móviles, en ambientes externos e internos, además de la portabilidad.

Se establecieron 82 puntos de prueba en toda la periferia de la ciudad, incluidas los valles aledaños, en estos puntos fueron evaluados todos los estándares, los cuáles fueron previamente establecidos siguiendo las recomendaciones y parámetros señalados por la UIT.

## **CAPITULO VII**

### **RECOMENDACIÓN DEL ESTÁNDAR DE TELEVISIÓN DIGITAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN EN EL ECUADOR.**

#### **7.1. PROMOCIÓN DEL USO EFICIENTE DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO**

##### **7.1.1 Dividendo Digital**

Debido a la transición hacia televisión digital y al óptimo uso del espectro radioeléctrico que los diferentes estándares de televisión digital logran, el espectro que actualmente utiliza la televisión analógica se reduce en el momento en que esta señal deje de transmitirse (apagón analógico) y se implemente definitivamente la televisión digital.

Esta reducción de espectro conlleva a la liberación del espectro que ya no es necesario para el servicio de televisión. La realización del apagón analógico y la liberación del espectro mencionado, es conocida como el "Dividendo Digital" –DD–. En consecuencia, la televisión digital, a través de un uso más eficiente del espectro radioeléctrico, permite la utilización de este espectro liberado, en mayores y mejores servicios a la sociedad. A continuación se presenta un breve resumen de los posibles servicios en los cuales se utiliza este espectro.

Servicios de telecomunicaciones a través de Telecomunicaciones Móviles Internacionales "IMT".

- Nuevos servicios móviles con alta calidad de video y contenidos interactivos.
- Servicios de banda ancha inalámbrica, alta velocidad en servicios de datos y voz.
- Mayor cobertura para nuevos servicios en áreas rurales y apartadas.
- Servicios de atención de emergencias y desastres.
- Seguridad nacional
- Entre otros.

De acuerdo con la Resolución 224 de la UIT, la banda de 698 a 806 MHz, conocida como la banda de 700 MHz ha sido identificada para las IMT sin excluir que se utilicen para otras aplicaciones de servicios ya atribuidos. Esta banda corresponde a los canales de TV del 52 al 69, por lo cual los canales del 21 al 37 de UHF continuarían siendo utilizados para el servicio de televisión.

Así mismo, la Resolución 646 de la UIT, atribuyó la banda de 746 a 806 MHz (60 MHz) para dedicación a los servicios para la Protección Pública y las Operaciones de Socorro, para salvaguarda de la vida humana. Esta banda corresponde a los canales de TV del 60 a 69.

La experiencia internacional ha evidenciado el uso de ésta banda de 700 MHz para servicios de telecomunicaciones. En Estados Unidos por ejemplo, esta banda será utilizada para servicios de banda ancha y de seguridad nacional. Recientemente se realizaron subastas en parte de las frecuencias superiores de la banda de 700 MHz, recaudando más de 19 billones de dólares.

En Europa, aún cuando la banda identificada para IMT ha sido la banda entre 790 y 862 MHz (esto se debe a la diferente canalización para el servicio de televisión la cual es de 8 MHz y no de 6 MHz como sucede en Ecuador), la tendencia de los países que conforman la Unión es a liberar dichas bandas y reservarlas para



servicios de telecomunicaciones. La televisión digital se prestaría en las bandas restantes de VHF y UHF.

En conclusión, las bandas liberadas, una vez realizado el apagón analógico, serán utilizadas para las IMT así como para otros servicios de telecomunicaciones, lo cual redundará en la maximización de los beneficios para la sociedad, quienes tendrán acceso a mayores y mejores servicios.

### **7.1.2 Situación para el Organismo Regulador.**

El CONATEL, conjuntamente con el CONARTEL (u organismo alternativo que lo sustituya en sus funciones) organismos de regulación del Ecuador, deberán tomar las riendas sobre esta nueva tecnología de televisión digital para lograr la convergencia de todas las plataformas: PC, teléfono celular.

Se revisarán los contratos de concesión: principalmente se deben revisar las tarifas que tendrán cada uno de los 4 canales que forme el canal múltiple, o en su defecto se deberá establecer un precio para todo el canal múltiple. Una de las principales ventajas de este sistema es el ahorro del espectro radioeléctrico. Los nuevos servicios generarán un lucro y el ente regulador deberá buscar la manera de que el canal entregue al estado un porcentaje de los ingresos recibidos por los nuevos servicios.

El ente regulador deberá facilitar frecuencias, para que los canales comiencen su operación y luego definir su situación y otorgar los permisos necesarios para que puedan transmitir definitivamente. A todos nos dará múltiples beneficios, que estarán orientados hacia una convergencia de las telecomunicaciones. Además el gestor Múltiple, deberá tener un valor que podrá ser cada uno de los canales o programas, es muy importante poner valores o porcentajes de referencia sobre los cuales deberán tener entendimientos los canales y el gestor múltiple.

## **7.2 PROMOCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN, DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO, DE LA INNOVACIÓN, DE LAS CAPACIDADES HUMANAS Y COOPERACIÓN ECONÓMICA EN EL CAMPO DE LA TDT.**

A continuación se presenta la descripción de cada una de las propuestas de cooperación con el Ecuador de cada uno de los Estándares.

### **Estándar Japonés ISDB- T**

#### **Propuesta para la innovación, desarrollo e investigación tecnológica**

- Apoyo por parte de expertos para la Digitalización para conocer las actuales condiciones de transmisión y necesidades de la TDT.
- Expertos investigarán las necesidades del Gobierno y de los transmisores y suministrarán asesoría.
- Analizarán la situación actual de los transmisores, para identificar las áreas de cooperación.

#### **Propuesta Económica**

- Reducción de pagos de Propiedad Industrial respecto de las patentes de tecnología de transmisión ISDB-T para la producción de transmisores y receptores.
- Apoyo financiero por el Banco Estatal JBIC Banco del Japón para la cooperación Internacionales
- Créditos y una Garantía del Gobierno y/o compañías privadas Japonesas y Ecuatorianas.
- Facilidades de crédito para la Asistencia Oficial al Desarrollo o crédito en Yenes disponible para los países en Desarrollo a bajas tasas de Interés.

- Adicionalmente el Gobierno de Japón otorga una herramienta financiera denominado Special Term for Economic Partnership a través de la utilización de tecnologías y conocimiento práctico de las compañías Japonesas.
- Una empresa manufacturera de equipos aportará un punto porcentual del margen de cada uno de sus sintonizadores Digitales Set up Boxes y de sus aparatos de Grabación que se vendan en el mercado.
- Las Compañías de la coalición DVB-T que contribuyan a este fondo tendrán acceso libre a las Regalías de los resultados de los desarrollos y las aplicaciones generadas por esos aportes.
- US \$40. Centavos de Dólar por cada terminal DVB-T vendido por un período de tres años. Estos Recursos están destinados exclusivamente para fines de Investigación y desarrollo.

### **Propuestas capacitación**

En las siguientes áreas:

- Métodos de producción de programas.
- Técnicas de Estudio
- Técnicas de Edición
- Técnicas de Transmisión.
- Planeación de redes.
- Producción y emisión de datos Data – casting.
- Producción de Interactividad.
- Aplicaciones para el sistema.
- Emisión del sistema de Alerta de Emergencias el cual hace posible la activación de los equipos automáticamente.
- Planeación para remodelación de instalaciones.
- Planeación de Cadenas.
- Nuevos modelos de negocio basados en la implementación de la TDT.

- Sistemas de transmisión de avisos de prevención de emergencias lo que hace posible la activación del equipo automáticamente así como las aplicaciones del sistema.
- Invitación para estudiar y realizar investigaciones en Japón.

### **Estándar Europeo DVB-T**

#### **Propuesta de Innovación Desarrollo e Investigación Tecnológica**

Uno de los aportes más importantes para el desarrollo de las tecnologías *DVB* y otras tecnologías clave de la información y comunicación resulta del trabajo de proyectos conjuntos de investigación y desarrollo dentro de los programas marco de la UE financiados por la Comisión Europea. Estos proyectos son esencialmente llevados a cabo conjuntamente por actores de diferentes países europeos con el apoyo financiero de dichos programas marco (a través de subvenciones). Estos programas están abiertos también a la participación de socios procedentes del exterior de Europa.

Además, existen proyectos de apoyo específicos ("Support Actions") de este programa en los que podrán participar las entidades Ecuatorianas. Dichos proyectos incluyen la organización de seminarios de difusión y de capacitación sobre los programas europeos de I+D, de manera que las entidades Ecuatorianas estén preparadas para una participación efectiva en los proyectos europeos, ya sea mediante la formación de consorcios, la inclusión de entidades Ecuatorianas en consorcios europeos, así como la participación de expertos independientes Ecuatorianos como evaluadores para los proyectos europeos, entre otras acciones.

La Comisión Europea propone igualmente reforzar dichos proyectos de apoyo mediante la organización de acciones específicas a cargo directamente de miembros de sus servicios, que se desplazarían hasta Ecuador para asegurar un grado óptimo de información de los actores Ecuatorianos sobre las oportunidades de financiación del 7PM y el contenido específico de sus Programas de Trabajo adoptados por la Comisión. De igual manera la Comisión Europea trabajaría conjuntamente con las entidades Ecuatorianas interesadas, para facilitar los

contactos con entidades europeas que puedan conducir a la formación de consorcios o a la inclusión de entidades Ecuatorianas en consorcios europeos.

Dicha acción de cooperación podría igualmente ser apoyada por la organización de una **Cumbre sobre Televisión Digital** con la participación de expertos de relevancia europeos y latinoamericanos, así como representantes de la Comisión Europea y de los Estados Miembros europeos. Uno de los aspectos que esta Cumbre podría explorar son las múltiples oportunidades que las tecnologías DVB ofrecen para el desarrollo de aplicaciones y servicios que favorezcan la inclusión social y la competitividad (acceso a zonas rurales, educación, salud, administración pública, etc) gracias tanto a su interactividad como a la multiplicación de canales.

➤ *Asesoría en implementación de TDT.*

Con el fin de promocionar la implementación de la Televisión Digital Terrestre en Ecuador, diversos entes Europeos ofrecen servicios de asesoría en el campo de la innovación el desarrollo y la investigación tecnológica.

➤ *Creación de un parque o polo tecnológico para el desarrollo de las aplicaciones y servicios.*

La creación de un polo tecnológico en Ecuador es indispensable para realizar una implantación eficaz del estándar en el país y más si cabe si está especialmente dedicado al desarrollo de aplicaciones y servicios que serán difundidos en la plataforma.

➤ *Asistencia y asesoría a operadores y concesionarios de radiodifusión en el proceso de migración e implementación del estándar.*

➤ *Estudio y ejecución de un plan piloto para implementación de TDT y servicios sobre esta plataforma en ciudades definidas por el país.*

- *Estudio e implementación de laboratorios para investigación y desarrollo de TDT y Tics en Centros de Educación y/o Centros de Investigación que defina el país.*
- *Creación de laboratorios en el Organismo de control, para investigación y desarrollo (I+D), verificación de calidad de servicio de TDT y Tics, pruebas de operatividad de nuevos servicios o aplicaciones mediante TDT Investigación en materia de Contenidos, técnicas y tecnologías de televisión y medios de Comunicación, transmisión y difusión.*

**Requerimiento de Desarrollo y Producción de Contenidos**Financiamiento para creación y funcionamiento permanente de grupo de trabajo para coordinación del estándar

- Financiamiento con subvenciones no reembolsables para desarrollo de proyecto.
- Asesoría y asistencia para el desarrollo de aplicaciones y servicios sobre la plataforma digital

**Requerimiento de Cooperación Económica.**

- Participación en proyectos y consorcios tecnológicos entre entidades Ecuatorianas y extranjeras.
- Apoyo técnico y económico a empresas e instituciones Ecuatorianas dedicadas al desarrollo de contenidos digitales.
- Apertura de líneas de crédito, en condiciones blandas, para operadores de Radiodifusión.
- Cooperación económica para instituciones Ecuatorianas para investigación y Desarrollo

**Capacitación.**

- Capacitación en nuevos modelos de negocios tecnológicos.
- Cooperación industrial y científica a empresas desarrolladoras de software.
- Capacitación en sistemas multimedia e interactivos.
- Establecer convenios con Universidades y/o Centros de Investigación y desarrollo para capacitación, asesorías, cooperación en desarrollo de proyectos pilotos, investigación en aplicación de nuevas tecnologías, instalación de equipamiento, etc.
- Capacitación en la planificación del espectro radioeléctrico, control de contenidos y esquemas de concesión de los nuevos modelos de negocios.
- Capacitación, asesoramiento para la creación del Foro de TDT en Ecuador.
- Capacitación de profesionales en TDT, Tics, servicios convergentes, tecnología de transmisión y fabricación de equipos (mínimo 100 en un período de 5 años a nivel de pasantías, postgrados, maestrías y doctorados).
- Capacitación en producción, edición, gestión y distribución de contenidos Interactivos

**Requerimiento de apoyo a la estandarización de TDT.**

- Participación permanente y con plenos derechos en el Foro Internacional de TDT.
- Participación en el desarrollo e innovaciones del estándar.
- Asesoramiento en el proceso de implementación del estándar en el país.

## **Requerimiento de patentes industriales incorporadas dentro de los equipos**

- *Las patentes y derechos intelectuales del estándar deben ser sin costo Económica.*

La elección del estándar de televisión digital es de fundamental importancia para el desarrollo de una política de comunicaciones auto-sostenible en Ecuador en las próximas décadas. El DVB es un estándar global, totalmente abierto a la participación de la comunidad científica y de empresas nacionales, no controlado por titulares de patentes o derechos de propiedad intelectual, sean industrias o países, y cuyas características permiten el acceso efectivo a toda la población.

El DVB ha sido ya implementado en muchos países con características sociales y económicas totalmente diversas, posibilitando una adaptación ideal a las circunstancias locales. Ello ofrece a Ecuador, y a otros países latinoamericanos, una oportunidad de incorporar sus propias innovaciones exportando sus desarrollos al resto del mundo, reflejar sus características propias en dicho desarrollo, haciendo de la norma *DVB* una verdadera norma latinoamericana, así como la obtención de sus propios derechos de propiedad intelectual (royalties) mediante patentes para aquellas innovaciones que sean adoptadas a escala global.

### **Estándar Chino DTMB**

#### **Ingeniería de diseño, equipamiento y sistema software**

- Garantizan la seguridad de despliegue técnico y de los productos.
- Aseguran el mejor precio del mercado

#### **Patentes – Derechos de Propiedad Intelectual**

Proveen los mejores términos en derechos de propiedad intelectual: Los derechos de propiedad de PI pertenecen al Gobierno Chino.

#### **Garantía de transferencia tecnológica, ayuda a la industrialización**



- Cooperación para el desarrollo de sistemas de TDT en educación, tratamientos médicos y Gobierno en línea.
- Fabricación Local de base: transferencia técnica y de diseños.
- Cooperación para que se establezca manufactura local en la producción y aplicación del estándar.

### **Capacitación**

- Capacitación para ingenieros.
- Transferencias de Software.
- Asignación de expertos para participar en los planes y estrategias para el desarrollo de la TDT.
- Planes de Cooperación Universitaria.

### **7.3 VIABILIDAD ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS EN ECUADOR.**

Ecuador siendo un país latinoamericano debe estar pendiente de lo que ocurra a su alrededor. Sería de gran ayuda para todos los países de Latinoamérica, escoger un mismo estándar ya que los fabricantes de equipos producirían regionalmente y los equipos tendrían un valor más conveniente. Sin embargo, no se podrá llevar una decisión conjunta ya que algunos países ya tomaron la decisión por un sistema de televisión digital, como es el caso de Argentina que tomó el ATSC (pero que posteriormente ratificó adoptando el Estandar SBTVD-T) y Brasil que ha partir del sistema japonés (ISDB-T), creó su propio estándar el SBTVD-T, Brasil es unos de los países que más receptores de TV tiene en el mundo, 95 millones de personas acceden a la televisión. Para abastecer este mercado, es necesario crear industrias locales para la fabricación de receptores en forma masiva: fabrica decodificadores (Set Top Box) y se estima que estos decodificadores, costaran inicialmente de 35 a 150 dólares dependiendo de las funciones, y los equipos tienen compatibilidad con MPEG-2. El Ecuador debería aprovechar decisiones conjuntas y optar por decisiones similares con el propósito de generar las economías de escala que en buena medida pueden beneficiar a la economía del país y al mismo tiempo llevar a cabo una exitosa implementación de esta tecnología en el país.

Se debe indicar que en los sistemas de televisión digital, las principales diferencias que en su momento son debilidades de uno u otro sistema, con el avance de la tecnología son superadas rápidamente y día a día crecen sus beneficios.

Para tomar la decisión de un sistema de televisión en el Ecuador no sólo se debe tomar en cuenta las ventajas y desventajas de uno u otro, debe ser orientado también a mercados de equipos, ya sea la creación de industrias en países vecinos o por compras masivas para el mercado latinoamericano reduciendo los costos para el usuario, significa que él pueda tener acceso a variedad de modelos y de bajo costo, si sucediera lo contrario la transición sería más difícil y se estancaría. Además, existen otros factores que influirán en el desarrollo y evolución de la transmisión digital de televisión tales como: el apoyo que reciba por la sociedad, o por el ente regulador; las inversiones que sean realizadas por los operadores o concesionarios para brindar una cobertura similar a la que se tiene con las señales analógicas, la creación de un mercado masivo de receptores con variedad técnica y económica, las nuevas industrias que se involucren en el desarrollo de los nuevos servicios.

También se debe tomar en cuenta que la población en general, inicialmente se vea atraída por esta tendencia tecnológica, esto va a depender mucho del nivel de "aislamiento tecnológico" que tengan ciertos sectores de la población, de la situación económica para adquirir un equipo digital y acceder a servicios interactivos (ciertamente también influye la edad de los televidentes). Es conocido que son los jóvenes quienes más rápido aceptan y utilizan un nuevo dispositivo electrónico.

### **7.3.1 Concesionarios.**

En el mediano y largo plazo es altamente probable que la televisión digital cree nuevas condiciones y mercados para todos los agentes. Si ponemos de ejemplo lo que hicieron Estados Unidos y Europa la adopción de la televisión digital ha sido conducida de modo que pueda competir con la televisión por

pago y con los nuevos medios electrónicos. La televisión digital permite más capacidad de transmisión de información que la TV analógica.

La consolidación total de la televisión digital terrestre es un proceso que necesita tiempo. Requiere de varias etapas de implementación y cobertura para alcanzar la misma penetración que ha logrado la actual televisión analógica. Esta lentitud en el proceso hará que, en principio, las estaciones que inicien a transmitir en digital cuenten con un reducido número de receptores y probablemente operen y den mantenimiento al sistema con sus propios recursos. Este panorama resulta difícil para los concesionarios en los inicios de la televisión digital terrestre en el país.

Para los concesionarios, la televisión de alta definición es una opción natural por cuanto no requiere cambios organizacionales mayores. Se trata de un servicio de televisión convencional pero de mejor calidad de video y sonido.

El multicasting, sería, la única manera de competir con los otros servicios y así mantener una gran audiencia.

Los concesionarios también deben tomar en cuenta las transmisiones simultáneas es decir que se debe ofrecer paralelamente la programación en el sistema actual analógico y también en la nueva tecnología digital. Esto involucra un gasto mayor dentro de las radiodifusoras ya que la edición del programa no es la misma y se debe invertir en las dos.

***Costo por la concesión de un canal.***

En la Tabla VII.1, se refleja las tarifas vigentes para la concesión de un canal y de conformidad con lo establecido en los Registros Oficiales N° 224 de 1 de julio de 1999 y N° 66 de 27 de abril de 2000.

**Tabla VII.1:** Tarifas de Concesión de Frecuencias para VHF y UHF

<b>TELEVISIÓN ABIERTA VHF – VALOR POR CANAL EN USD</b>		
<b>Servicio</b>	<b>Concesión</b>	<b>Tarifa Mensual</b>
Quito y Guayaquil	4000	40
Capital de provincia	1500	15
Cabecera Cantonal	1000	10
Los demás	500	5
<b>TELEVISIÓN ABIERTA UHF - VALOR POR CANAL EN USD</b>		
<b>Servicio</b>	<b>Concesión</b>	<b>Tarifa Mensual</b>
Quito y Guayaquil	2000	40
Capital de provincia	750	15
Cabecera Cantonal	500	10
Los demás	250	5

### **Costo de un estudio de televisión.**

Un estudio de televisión requiere de varios equipos para su normal funcionamiento: cámaras, un "switcher" para realizar efectos de audio y video, equipos de monitoreo para audio y video, etc. La Tabla VII.2 ofrece valores aproximados en relación a algunos de estos dispositivos.

**Tabla VII.2:** Equipos para un estudio de televisión

<b>ITEM</b>	<b>VALOR USD.</b>	
	<b>HDTV</b>	<b>SDTV</b>
<b>Cámara</b>	65.000,00	45.000,00
<b>Switcher</b>	200.000,00	150.000,00

Si se considera que en un estudio de televisión existen entre 3 y 4 cámaras, esto sumado al costo del "switcher", puede estimarse que el equipamiento de audio y video para un estudio que origina programación de alta definición es de alrededor de 460.000 USD (4 cámaras) y para SDTV resulta aproximadamente 330.000 USD (4 cámaras).

Hay que mencionar que en el costo de los equipos aparte de la definición, influye también la relación de aspecto que se piensa ofrecer. A esto hay que sumarle los costos de las obras civiles para la adecuación de las instalaciones. Dependiendo del número de estudios con los que un operador de televisión digital cuente, el valor mencionado irá creciendo. Si consideramos canales a nivel local y nacional por lo menos tienen dos estudios en todo el

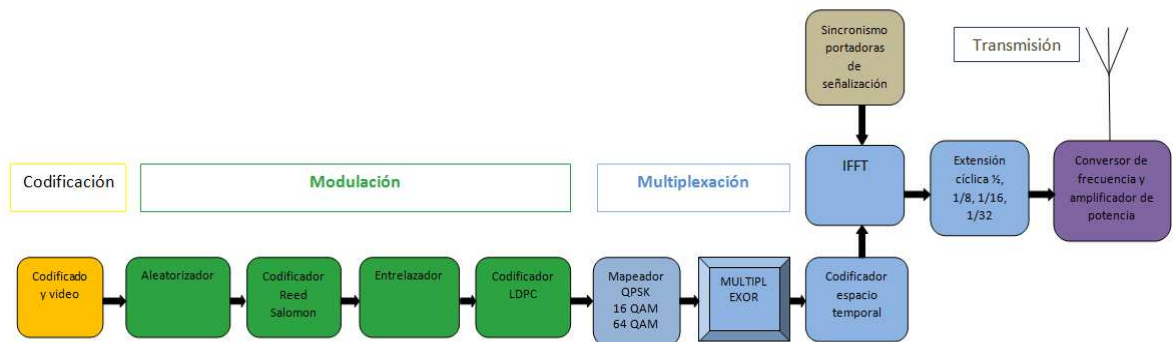
territorio, entonces la inversión quedaría de la siguiente forma como se muestra en la Tabla VII.3. Se suma un 10% adicional para cualquier otro equipo o infraestructura que se considere necesaria.

**Tabla VII.3:** Costo de tener dos estudios a nivel local y nacional

Tipo de Canal	SDTV	HDTV
<b>Local</b>	\$ 363.000,00	\$ 506.000,00
<b>Nacional</b>	\$ 726.000,00	\$ 1.012.000,00

### Costo de la red.

En la distribución de la red tenemos cuatro partes fundamentales (Figura VII.1) luego que el programa sale del estudio este se dirige al encoder MPEG-2 / MPEG-4 donde se forma el flujo de transporte TS, que posteriormente pasa al modulador el que se encarga de la codificación del canal para que luego ingrese al multiplexador que finalmente pase a un transmisor y su respectivo filtro y pueda viajar a través del aire a nuestros hogares.



**Figura VII.1:** Diagrama general de la red.

Presentamos en las tablas siguientes (VII.4 – VII.7) los valores de los equipos necesarios en TDT, como un ejemplo nos referiremos para el estándar ISDTV tomados de la página [www.tvglobo.com.br](http://www.tvglobo.com.br).

**Tabla VII.4:** Costo del Codificador MPEG-4.

<b>Encoder MPEG-4</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Valor Aproximado USD.</b>
Entradas análogas o digitales de audio o video Salida: MPEG-4 TS	56.000,00

**Tabla VII.5:** Costo del Modulador ISDTV

<b>Modulador ISDTV</b>	
<b>Características</b>	<b>Valor Aproximado USD.</b>
Modulador Digital profesional COFDM Opera en MFN o SFN Entrada serial para MPEG-2 y MPEG-4 TS	26.000,00

**Tabla VII.6:** Costo Multiplexador ISDTV.

<b>Multiplexador ISDTV</b>	
<b>Características</b>	<b>Valor Aproximado USD.</b>
Multiplexador	100.000,00

**Tabla VII.7:** Costo Transmisor ISDTV.

<b>Transmisor ISDTV</b>	
<b>Características</b>	<b>Valor Aproximado USD.</b>
Transmisor de 1 Kw.	500.000,00

**Tabla VII.8:** Costo de transmisores normales

Precio aproximado de transmisor fabricante italiano			
Potencia	Banda VHF I	Banda VHF II	Banda UHF IV/V
1Kw.	30.700,00	30.300,00	31.900,00
5 Kw.	77.300,00	81.200,00	95.800,00
10Kw	138.000,00	170.000,00	173.900,00
Excitador para condiciones digitales MEX	ISDB-T 3.000,00	ATSC 3.000,00	DVB-T 3.000,00

En la Tabla VII.8 se presenta los precios de los transmisores de INTELCO que es un fabricante Italiano (equipos que son importados al país por ECUATRONIX); están en modalidad analógica. Si se requiere de un transmisor digital, el excitador MEX vendría con la tarjeta para cualquiera de los sistemas, el costo se incrementaría en 3.000,00.

### ***Ingresos por publicidad.***

Este es básicamente el único ingreso que tiene inicialmente un canal con la transmisión de televisión digital. Cuando se logre liberar el espectro radioeléctrico con el apagón analógico se tendrá más ventajas.

### **7.3.2 Análisis Costo Beneficio.**

Se puede decir que, en el Ecuador el primer paso que se empezó a dar fue por parte del Ente Regulador. Este comenzó realizando pruebas pilotos con los distintos sistemas y después llevar a cabo un estudio y análisis minucioso y por tanto la elaboración de un completo informe en el que se tomará una decisión en cuanto al sistema que mejor se adapte para ser utilizado en nuestro país. Posterior a las pruebas y la decisión que se tome a futuro, posconcesionarios de frecuencia podrán optar por implementar



dicho sistema en forma masiva. Inicialmente esta implementación será limitada en cuanto a servicios y sólo permitirá transmisiones digitales de televisión con las ventajas ya conocidas para el televidente: formato 16:9, imagen y audio de alta calidad, este será un paso muy grande para reducir la brecha tecnológica.

Debemos tener presente que la inversión más fuerte es para un canal de televisión, en el corto plazo esta inversión no es recuperable, sin embargo a medida que la acogida aumente en el televidente y con el pasar de unos años, planificando ahora correctamente los servicios que se desea prestar podrá ser una fuente que genere ingresos altos para el radiodifusor con todos los servicios que se pueden ofrecer a través de esta nueva tecnología, que está enfocada en el futuro a la convergencia de las telecomunicaciones, tanto en plataformas como en equipos; donde por medio del mismo equipo PC, televisor, teléfono celular, podremos recibir voz, video y datos; para que esto sea posible los radiodifusores deben pensar en alianzas en especial con proveedores de datos, como pueden ser empresas celulares, y enfrentar al televidente, de esta manera no se quedará sin los servicios de la televisión digital terrestre y sus servicios de valor agregado; esta es la causa que al inicio origina un desembolso fuerte, pero un futuro no lejano se puede sacar un excelente provecho con la utilidad de los nuevos servicios, donde también se podrá cobrar valores por la prestación de otros servicios.

### 7.3.3 Resumen Económico.

A continuación se presentará un resumen económico de la implementación de una estación difusora de televisión digital, de cobertura de área local en una ciudad típica.

**Tabla VII.9:** Costos de inversión inicial de un canal de televisión.

Cantidad	Descripción	V. Unitario	V. Total
	<b>Estudio</b>		
1	Switcher	200.000,00	200.000,00

4	Cámaras HDTV	65.000,00	260.000,00
	<b>Red</b>		
3	Encoder MPEG-4	56.000,00	168.000,00
3	Modulador	26.000,00	78.000,00
1	Multiplexador ISDB-T	100.000,00	100.000,00
1	Transmisor UHF 1Kw.	500.000,00	500.000,00
	<b>Instalación Eléctrica</b>		
1	Accesorios de instalación: Tablero eléctrico trifásico con breakers térmicos. Acometida eléctrica interna.	5.438,00	5.438,00
1	Regulador de voltaje de 45KVA	9.799,00	9.799,00
1	Sistema radiante de patrón omnidireccional ganancia 12,5 dB. Capacidad de potencia de arreglo 12KW.	33.775,00	33.775,00
40	MTS. Cable coaxial Andrew de 3 1/8", con conectores y kit de accesorios de instalación	6.400,00	256.000,00
1	Rack de 1,60 m para montaje de los equipos	420,00	420,00
1	Dirección técnica del proyecto, transporte interno, instalación de los equipos y puesta de operación.	4.500,00	4.500,00
	<b>Subtotal</b>		1.615.932,00
	Sistema, equipos de transmisión.		1.615.932,00

	Valor de transporte, aranceles, impuestos, seguros, gastos varios de importación 26%		
	IVA 12%		193911,84
	<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>		<b>2.229.986,16</b>

#### **7.4 FACTORES DE RIESGO DE CAMBIO TECNOLÓGICO**

Como factor principal de riesgo de cambio tecnológico se ha identificado en el análisis la parte correspondiente a la codificación de video, la cual se entenderá en este estudio como el estándar utilizado para representar las señales de video digital. Esta codificación comprime la información mediante el aprovechamiento de la redundancia que tienen las secuencias de video en las dimensiones espacial y temporal, con el fin de que pueda ser almacenada, editada y transmitida, ocupando el menor ancho de banda posible.

A continuación se resume el análisis realizado en este importante tópico.

##### ***MPEG-2 VS. MPEG-4***

Tradicionalmente, los tres estándares analizados han utilizado la codificación MPEG-2, al igual que ha sido el caso en televisión por satélite directa al hogar y televisión por cable.

Sin embargo, últimamente se ha venido impulsando el cambio de la codificación a MPEG-4, motivado principalmente por el ahorro en ancho de banda, en especial en aplicaciones vía satélite, y también para HDTV. Su principal ventaja es la mejor utilización del ancho de banda, de manera que se pueda disponer de un mayor número de canales.

En este sentido, el estándar DVB-T ha avanzado en dicha modificación, permitiendo la codificación en MPEG-4. Adicionalmente el estándar DVB-H (televisión móvil) codifica en MPEG-4. Igualmente ha sucedido con el estándar ISDB-T en versión brasilera, quienes adaptaron el

estándar modificándolo para codificar en MPEG-4. Sin embargo, el estándar ISDB-T actualmente codifica en MPEG-2. Por último, el estándar ATSC, actualmente utiliza codificación MPEG-2.

**Tabla VII.10:** Comparación MPEG-2 VS MPEG-4

CARACTERISTICA	MPEG2	MPEG4
<b>Compresión de Video</b>	MPEG Layer 2	H.264
<b>Compresión de Audio</b>	ACC	ACC
<b>Costo Promedio STB Gama Baja</b>	USD 40	USD 130. Humax DVB Gama Media
<b>Costo Promedio TV Gama Baja</b>	USD 300	USD 4200 Sólo Gama Alta DVB. USD 5200 Modelo Gama Alta ISDB con adaptación Brasileira
<b>Implementación ATSC</b>	Sí	No
<b>Implementación DVB</b>	Sí	En Desarrollo
<b>Implementación ISDB</b>	Sí	Si en adaptación Brasileira

Por último, a medida que pasa el tiempo de transición y el formato MPEG-4 se masifica con la adopción de algunos países europeos en el 2010, y posiblemente también en los otros estándares (no confirmado a la fecha) seguramente los precios se reducirán de manera sustancial.

### **7.5 RECOMENDACIÓN DE ADOPCIÓN DEL ESTÁNDAR.**

Finalmente para concluir el estudio de carácter investigativo en cuanto a la adopción de un estándar de Televisión Digital Terrestre para el Ecuador y de acuerdo al análisis realizado sobre cada uno de los estándares de TDT y luego de haber sido parte del equipo de las pruebas de televisión digital que se desarrollaron en la ciudad de Quito, capital de la República, nuestra posición frente al tema es que a Ecuador le convendría seleccionar el estándar Japonés en su variación Brasileira SBTVD-T, el cual fue concebido para permitir implementar todos los modelos de servicio de televisión digital, como son:

- Definición con calidad estándar o alta definición.
- Gran oferta de señales en un mismo canal (anchoa de banda segmentado según necesidades).
- Gran calidad de Audio y Video (Audio: Sorround, Dolby, cine en casa).
- Movilidad, portabilidad.
- Interactividad.
- Convergencia multimedial.
- Servicio One-Seg
- La mayoría de países de Sudamérica lo adoptó.

Este estándar permite ampliar la gama de nuevos servicios y una mayor variedad de contenidos que contribuirán a reducir la brecha digital del país. La interactividad de la norma ampliará las posibilidades de brindar soluciones a amplios sectores de la población de tele-educación, gobierno electrónico, acceso a Internet, entre otras aplicaciones, promoviendo la inclusión social y democratizando el acceso a las comunicaciones de la población menos favorecida.

Ecuador al tomar la decisión de adoptar este estándar se beneficia de economías de escala, de perspectivas de inversión y generación de empleo.

Es importante resaltar que SBTVD-T ha sido adoptado en la mayoría de países de América del Sur (Figura VII.2). Además también debemos destacar que Japón y Brasil desarrolladores de sus propios sistemas y pioneros en el campo tecnológico, son países con grandes poblaciones y gran porcentaje de penetración de la televisión lo que implica que la Televisión Digital va a difundirse a gran escala dando lugar de esta manera a la fabricación de gran cantidad de equipos e implementos para TDT permitiendo reducir los costos de distribución. El nivel de producción masiva es lo que asegura la reducción de los costos para los usuarios. Se conoce que el decodificador llegó a superar los doscientos dólares en un primer momento, para luego ir bajando de precio hasta posicionarse en alrededor de ochenta dólares

de acuerdo a la condición actual del mercado, sin embargo estos costos pueden ir disminuyendo a medida que el estándar se expanda como ya se ha señalado anteriormente.

Al adoptar este estándar, no se deberán hacer pagos por la producción de bienes industriales en todos los países que adoptaron el estándar de TDT ISDB-T, esta exención es aplicada a las patentes que han sido reportadas a ARIB, es decir, Los países de Sur América que han adoptado el estándar están exentos del pago de patentes apropiadas al ARIB que en total son 139 patentes.

Este compromiso promueve y refuerza las actividades de las empresas manufactureras en Ecuador y contribuye a la industria.

Japón comenzó con la investigación y desarrollo de la HDTV hace aproximadamente 30 años, y es un líder mundial en hardware/software de la HDTV. Debido a estos antecedentes, la Alta calidad es el requerimiento más importante para un sistema de transmisión digital.

Otro de los grandes beneficios que posee SBTVD-T es el servicio de One-Seg que consiste en transmitir imágenes en movimiento a teléfonos celulares, TV para autos, computadoras personales etc., por lo que en cualquier lugar y tiempo se puede disfrutar del servicio One-Seg. Una terminal de este tipo con un enlace de comunicaciones podrá también recibir transmisión de datos enlazados con Internet. Recepción estable en un ambiente de movilidad. HDTV puede disfrutarse aun en un vehículo en movimiento. Robustez en contra de ruido y efectos multitrayectoria.

Tomando también en cuenta que en la actualidad el índice de penetración de la telefonía celular en el país es bastante alta que supera ya el 80% así como el acceso a Internet a través del celular que es aproximadamente el 5%, ratifica un alto uso de los servicios que provee el teléfono móvil. Por lo tanto, elegir una norma de Televisión Digital que no permita brindar TV Digital Móvil implica limitar *a priori* las posibilidades de la población e incrementar los costos sociales del país.

El estándar SBTVD acompaña todas las modalidades de Televisión Digital: la transmisión de video digital por satélite (SBTVD -S), por cable (SBTVD -C) y terrestre (SBTVD -T, incluye terminales móviles).

Una distancia importante del estándar ISDB-T es el uso de un entrelazamiento, que puede configurarse para un intervalo más largo que el del estándar DVBT, eliminado una de las debilidades de la norma europea, sensibilidad al ruido impulsivo. ISDB-T no tiene ningún equivalente en la norma DVB-T en la banda segmentada de transmisión (BST) que consiste en dividir la banda del canal de radio frecuencia en 13 segmentos, permitiendo que múltiples segmentos de datos puedan ser configurados.

El estándar japonés adoptó el MPEG-2, pero el estándar brasileño adopta el MPEG-4, que permite transmitir en el mismo canal un programa con calidad de alta definición (HDTV), informaciones de interactividad y programas adicionales con calidad de definición estándar (SDTV).

Sin embargo es muy importante señalar que la decisión final depende del Gobierno, quien debería analizar la situación Político-económica y además "diplomática" y realizar una negociación apropiada sobre los beneficios y ventajas que ofrecería el país dueño del estándar que se adopte, lo cual es muy importante para una mejor adaptabilidad de ésta tecnología debido a que el Ecuador debería contar con el stock necesario de equipos y repuestos, capacitación y asesoramiento técnico, es decir que la transferencia de tecnología sea abierta y de ser posible se "negocie" la implementación de fabricas en nuestro país para que sea el productor local o regional quien proporcione la mayoría de equipos requeridos para la transmisión y recepción del estándar adoptado, de modo que se favorezca el desarrollo tecnológico y económico del país brindando oportunidades a profesionales en ésta área y por tanto beneficiando el crecimiento comercial y económico de nuestro país.





Fuente: Elaboración Propio

**Figura VII.2:** Adopción de Estándares de TDT en América del Sur.

**CONCLUSIONES**

- En el Ecuador, para la transmisión de televisión se tiene un ancho de banda de 6MHz por canal, igual que el sistema de televisión digital brasileño y de los demás estándares estudiados, sin embargo el estándar "SBTVD-T" es el que mejores prestaciones presenta y además se ha comprobado su correcto funcionamiento según los resultados obtenidos en las pruebas de TDT realizadas en nuestro país y en base al análisis y estudio que hemos realizado en el presente documento, es el estándar que mejores características técnicas presenta y el que más flexibilidad de adaptación presenta para implementarse en el Ecuador, además rápidamente podría comenzarse a utilizar sobre la distribución actual del espectro radioeléctrico en VHF y UHF que tiene el CONARTEL para la televisión analógica.
- El cambio de televisión analógica a digital nos permitirá un mejor aprovechamiento del espectro radioeléctrico y nos brindará la posibilidad de ver más canales de televisión y con mayor calidad de sonido e imagen. Esto ha creado nuevas expectativas respecto a la televisión digital sobre todo en las zonas en las cuales la transmisión analógica se recibe con muchos problemas (dobles imágenes, salto de cuadro, malla, interferencias, etc.), además permitirá una recepción en dispositivos móviles mejor que la actual.
- En el Ecuador es necesario hacer un uso más eficiente del espectro radioeléctrico, tomando en cuenta que las frecuencias de televisión están actualmente saturadas. Gracias a las nuevas técnicas de compresión que brinda el sistema de televisión brasileño, se abre la posibilidad de que en un canal de 6 MHz podamos enviar hasta 4 canales con calidad similar a la actual SDTV o 1 canal con calidad HDTV. Se puede en el mismo ancho de banda, transmitir para receptores celulares.

- En televisión digital, la potencia de emisión se reduce entre 50% y 75% (depende de los parámetros con que haya sido codificado el canal de transmisión) para obtener la misma cobertura que un canal analógico.
- Con televisión digital los bordes de las áreas de cobertura son delimitados de mejor manera debido a que la calidad del servicio no decae mientras se mantenga el nivel mínimo de campo eléctrico requerido para la recepción. Desde otro punto de vista, decimos que con la misma potencia podemos alcanzar mayores áreas de cobertura, esto es una ventaja para un canal de televisión, en el aspecto económico, porque genera ahorro de equipos y de energía eléctrica.
- El sistema ISDB-T es gratuito (recepción libre), tiene una alta robustez, mayor flexibilidad de aplicaciones, alta inmunidad al ruido impulsivo, y alta confiabilidad para recepción fija y móvil. Contribuirá a mejorar la calidad de cobertura de estaciones de televisión; su resultado impactará en la reducción de la brecha informativa en el país.
- Lo que antes se consideraba como una desventaja del sistema de televisión brasileño con respecto a que no era muy difundido, hoy podemos señalar que éste estándar está siendo adoptado por la mayoría de países de Sudamérica gracias a las prestaciones y servicios que presenta, sin embargo habría que considerar que inicialmente su implementación tendría un ligero margen económico superior frente a DVB-T ya que éste abarca un 70% de la población mundial.
- El sistema ATSC actualmente está implementando el servicio de recepción en dispositivos móviles. Esto es una desventaja frente a los demás sistemas por que ya tiene este servicio.
- Con la transmisión digital de televisión, los receptores se convertirán en terminales activos, adquirirán características bidireccionales, permitiendo de esta manera que el televidente interactúe.

- El sistema Brasileño de televisión presenta mayor rendimiento en cuanto a inmunidad al ruido impulsivo que los demás sistemas, lo cual ofrece alta flexibilidad para nuevas aplicaciones de servicio de televisión transmitida al aire, incluyendo recepción portable y móvil.
- Resulta beneficioso para ciudades grandes como Quito, Guayaquil u otras y además para ubicaciones estratégicas como son los cerros donde estén situados la mayoría de estaciones retransmisoras y por lo tanto su gran número de frecuencias de enlace, a libre de transmisores para cobertura y por lo tanto su grave congestionamiento y consecuentemente las interferencias producidas, donde ya no hay frecuencias de televisión libres, de allí la utilización de varios canales adyacentes gracias a la TDT no produce interferencias en las transmisiones digitales ya que las señales digitales son más robustas que las señales analógicas.
- El sistema ISDTV, permite realizar varias combinaciones de sus parámetros técnicos (intervalo de guarda, la tasa de código y modulación) para obtener el mejor rendimiento, tanto para televisión fija, móvil y portátil.
- El sistema ISDTV tiene una característica importante que ayuda en la recepción de televisión en vehículos en movimiento. La vibración de periodos largos de tiempo causa una reducción en la señal ocasionando un error de ráfaga. Lo que ayuda a superar este fenómeno es el entrelazado temporal ya que con este entrelazado, el error de ráfaga lo convierte en aleatorio que es más sencillo corregir.
- El Ecuador y varios países en vías de desarrollo han visto la necesidad de reducir la brecha tecnológica; esto podría ser conseguidos por medio de la convergencia de contenidos y también de plataformas (PC, televisión, teléfono celular).
- Mediante todo el estudio y análisis que hemos realizado podemos concluir que el sistema de televisión digital brasileño técnicamente es viable y la ventaja es que opera en el mismo ancho de banda.

- En relación a los aspectos económicos los operadores recuperarían su inversión en un mediano plazo lo cual es muy adecuado. Respecto a los televidentes el desembolso puede hacerse a precios competitivos con otras normas.
- Hemos mencionado en lo referente a lo legal lo que necesitará una regulación extra para las nuevas transmisiones; y socialmente todos los televidentes podrán aprovechar las ventajas que esta nueva tecnología nos brinda.
- Los cuatro estándares demostraron su capacidad de operación en un ancho de banda de 6MHz y su capacidad para transmitir contenidos en alta definición (HDTV).
- En el caso de las mediciones realizadas para movilidad, el desempeño fue positivo para los estándares que poseen modulación OFDM (DVB e ISDB). Sin embargo el desempeño fue superior en el estándar japonés con el empleo del dispositivo móvil One Seg.

## RECOMENDACIONES

- Independientemente de la elección del sistema, el Ecuador deberá pasar en una etapa progresiva de simulcast. Deben convivir las dos transmisiones, analógica y digital, durante un periodo de tiempo de acuerdo a lo que establezca el CONARTEL (u organismo que lo sustituya en sus funciones).
- El CONARTEL (u organismo que lo sustituya en sus funciones) deberá permitir a los concesionarios de televisión digital extender sus planes de negocios con otras operadoras que brinden servicios de telecomunicaciones con la finalidad de que exista una convergencia de los diferentes estos servicios y para que de esta manera el usuario final sea el beneficiado al estrechar las brechas tecnológicas, aprovechar sus beneficios y al mismo tiempo favorecer al nacimiento de nuevos modelos de negocios que vayan en beneficio de la economía ecuatoriana.
- La transición de televisión analógica a digital trae consigo consecuencias tanto en las estaciones de televisión como en el televidente. Una estación de televisión necesitará cambiar o actualizar las antenas, sobre todo equipos amplificadores. En lado del televidente, deberá adquirir los receptores digitales o un set top box que adapte la señal a las televisiones tradicionales. Para que se justifique tales inversiones, la calidad y la confiabilidad técnica debe ser mejor a la televisión actual.
- Los entes reguladores serán responsables de la transición en forma equitativa y transparente además deberían garantizar que la televisión abierta sea gratuita y continúe brindando su servicio en forma masiva y popular. Para ello deberán prever un cronograma que se ajuste a la realidad del país.
- Sería muy importante tener en cuenta que antes de tomar una decisión sobre qué sistema de televisión adoptamos para el país, se deba efectuar un análisis situacional de los países vecinos para hacer una investigación de mercado, estudios técnicos y determinar los

beneficios de un sistema de televisión para Latinoamérica, en cuanto a un intercambio regional.

- En el momento que se haya elegido oficialmente el sistema de televisión digital a adoptarse en el país, se deberá establecer un acuerdo con los fabricantes de los equipos de ese estándar para que provean de un amplio stock tanto en televisores como en las cajas decodificadoras y así el televidente tenga la libertad de escogerlos de acuerdo a sus necesidades o a su vez lo más recomendable sería que en nuestro mismo país se estableciera una industria para la elaboración y ensamblaje de todos los equipos necesarios para la recepción de la televisión digital con la finalidad de fomentar y promover las economías de escala.
- Independientemente del estándar que se escoja, desde el punto de vista técnico se recomienda adoptar el sistema de compresión de video MPEG-4 el cual amplía la capacidad de manejo de contenidos en alta definición, optimiza la utilización del espectro radioeléctrico y disminuye los costos de inversión y operación en las redes de transmisión.

## **RESUMEN**

Se realizó el análisis y estudio de ingeniería para la selección del estándar de televisión digital más apropiado para el Ecuador bajo la supervisión de la superintendencia de Telecomunicaciones "SUPERTEL" con el objetivo de comprobar que el estándar denominado Sistema Brasileño de Televisión Digital Terrestre "SBTVD-T" es el más idóneo para ser adoptado e implementado en el país y a la vez que sirva como elemento de apoyo para SUPERTEL al momento de emitir un informe técnico final (2009).

Se aplicó métodos analíticos y técnicas de observación, investigación de campo y experimentación, analizadores de espectro, equipos decodificadores, equipos de medición, interfaces multimedia de alta de alta definición y demás elementos de radiodifusión y televisión.

Fueron comparadas características, ventajas y desventajas de los estándares Europeo (DVB-T), Japonés (ISDB-T), Americano (ATSC), Brasileño (SBTVD-T), Chino (DMB-T) y al realizar un consolidado de todas las pruebas se obtuvo un margen de calificación del 87% para el sistema brasileño en los parámetros movilidad, portabilidad, fijos exteriores e interiores y peatonal según la recomendación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), lo que debería ser considerado por la SUPERTEL para su informe.



## ANEXO 2.- EVALUACIONES SUBJETIVAS PEATONAL

SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES



### REGISTRO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS ESTÁNDARES DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE MODO PEATONAL

DATOS GENERALES		UBICACIÓN					COMPORTAMIENTO SISTEMA		DATOS EVALUADOR		
FECHA	HORA	N° DE CIRCUITO	SECTOR	CIUDAD	DIRECCIÓN	COORDENADAS	ISDB-T		INSTITUCIÓN	NOMBRE	C.I.
							CA	CV			
09/03/2009	10:15	1	Parque de Carcelén	Quito	República Dominicana y Rodrigo de Sama	05°12.2" S	5	4	Universidad Nacional de Chimborazo	Jorge Jiménez Romero	0603206517
						78°28'11" O	5	5	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	Carlos Villacrés Ramos	0603253774
						2751 m	5	4	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	Antonio Calero Guerrero	1715815732
09/03/2009	10:42	2	Condado Shopping	Quito	Av. Manuel Córdova Galarza y John F. Kennedy	06°14.1" S	4	4	Universidad Nacional de Chimborazo	Jorge Jiménez Romero	0603206517
						78°29'24.3 O	4	4	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	Carlos Villacrés Ramos	0603253774
						2731 m	5	4	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	Antonio Calero Guerrero	1715815732
09/03/2009	11:20	3	Parque Inglés	Quito	Vicente A. Aguirre y Pedro de Mendoza	07°53.5" S	4	4	Universidad Nacional de Chimborazo	Jorge Jiménez Romero	0603206517
						78°29'56.7" O	5	5	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	Carlos Villacrés Ramos	0603253774
						2860 m	5	5	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	Antonio Calero Guerrero	1715815732

09/03/2009	11:55	4	Aeropuerto	Quito	Av. La Prensa y Tnte. Homero Salas	08'44.1" S	3	3	Universidad Nacional de Chimborazo	Jorge Jiménez Romero	0603206517
						78'29'31.3" O	3	4	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	Carlos Villacrés Ramos	0603253774
						2832 m	3	3	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	Antonio Calero Guerrero	1715815732
09/03/2009	12:20	5	El Bosque	Quito	Av. El Parque	09'38.5" S	5	5	Universidad Nacional de Chimborazo	Jorge Jiménez Romero	0603206517
						78'29'53.6" O	5	5	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	Carlos Villacrés Ramos	0603253774
						2946 m	5	5	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	Antonio Calero Guerrero	1715815732
09/03/2009	12:47	6	Plaza de Las Américas	Quito	Av. Naciones Unidas y Av. América	0°10'28.6" S	5	5	Universidad Nacional de Chimborazo	Jorge Jiménez Romero	0603206517
						78'29'32.8" O	5	5	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	Carlos Villacrés Ramos	0603253774
						2871 m	5	5	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	Antonio Calero Guerrero	1715815732

### ANEXO 3.- MODO FIJO-EXTERIOR ESTÁNDAR BRASILEIRO

SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES



#### REGISTRO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS ESTÁNDARES DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE MODO FIJO - EXTERIORES

FECHA	HORA	UBICACIÓN					COMPORTAMIENTO O SISTEMA			DATOS EVALUADOR		
		PUNTO DE MEDICIÓN	SECTOR	CIUDAD	DIRECCIÓN	COORDENADAS	ISDB-Tb			INSTITUCIÓN	NOMBRE	C.I.
							CA	CV	RUIDO			
23/04/2009	16:00	35	La Carolina	Quito	Av. Shyris y Portugal	00°11'4.1" S	5	5		EPN	Jenny Sandoval Córdor	1718418336
						78°28'59.2" O	5	5		ESPOCH	José Luis Morales Gordón	1803219540
						2794 m	5	5		ESPOCH	Antonio Neptalí Calero Guerrero	1715815732
						<b>PROMEDIO</b>	5	5				
23/04/2009	16:22	74	CONARTEL	Quito	Av. Amazonas e Inglaterra	00°11'6.8" S	5	5		Instituto Tecnológico Superior Central Técnico	Cristian Cañar Erazo	1722715396
						78°29'12" O	5	5	NO	EPN	David Antonio Segura Briones	1715826044

						2801m	5	5	NO	EPN	Giovanny Santiago Guamilama Pazmiño	1712937547
						<b>PROMEDIO</b>	5	5				
23/04/2009	13:47	40	Colegio San Gabriel	Quito	Av. Mariana de Jesús y Martín de Utreras	00°11'06.2" S	5	5	NO	EPN	David Antonio Segura Briones	17158826044
						78°29'56.5" O	5	5	NO	EPN	Giovanny Santiago Guamilama Pazmiño	1712937547
						2891m	5	5		Instituto Tecnológico Superior Central Técnico	Cristian Cañar Erazo	1722715396
						<b>PROMEDIO</b>	5	5				

## ANEXO 4.- PARÁMETROS TÉCNICOS, PUNTOS EXTERIORES

INTENDENCIA REGIONAL NORTE

REGISTRO DE MEDICIONES OBTENIDAS EN LAS PRUEBAS DE CAMPO DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE MODO FIJO - EXTERIORES

UNIDAD DE RADIODIFUSIÓN Y TELEVISIÓN NORTE



PUNTO DE MEDICIÓN	CIUDAD	SECTOR	DIRECCIÓN	FECHA	HORA	ESTANDAR TDT (CH: 45 y CH: 47)															TV ANALOGICA (CH: 46)						Observaciones
						DVB-T HD					ISDB-T HD					SBTVD HD					Portadora de Video (663,25 MHz)			Portadora de Audio (667,75 MHz)			
						Campo Eléctrico			Relación Señal/Ruido	Ancho de Banda	Campo Eléctrico			Relación Señal/Ruido	Ancho de Banda	Campo Eléctrico			Relación Señal/Ruido	Ancho de Banda	Campo Eléctrico			Campo Eléctrico			
						dBμv	Cálculo E=Vr+K	dBμV/m	dB	MHz	dBμv	Cálculo E=Vr+K	dBμV/m	dB	MHz	dBμv	Cálculo E=Vr+K	dBμV/m	dB	MHz	dBμv	Cálculo E=Vr+K	dBμV/m	dBμv	Cálculo E=Vr+K	dBμV/m	
35	Quito	Carolina	Shyrís y Portugal	20/02/2009	11:53	36,62	61,19770829	65,9	29,5	4,800	34,12	58,8544504	64,6	27,5	5,660	32,21	56,78770829	60,1	27,1	5,509	55,74	80,37354517	85,1	49,33	74,02227793	80,2	.....
74	Quito	CONARTEL	Amazonas e Inglaterra	20/02/2009	12:48	32,15	56,72770829	59,3	24,6	5,834	33,28	58,0144504	63,7	27,2	5,650	36,51	61,08770829	66,3	29	5,440	55,35	79,98354517	83,5	40,76	65,45227793	72,5	.....
40	Quito	Colegio San Gabriel	Mariana de Jesus y America	20/02/2009	14:53	21,88	46,45770829	46,9	14,1	.....	26,36	51,0944504	55,1	22,9	.....	20,82	45,39770829	47,1	14,5	5,490	55,02	79,65354517	84,2	49,82	74,51227793	82,7	En este punto no se puede medir BW, señal débil. Estándar europeo sin audio.
34	Quito	Mañosca	Manuel Obregoso y Mañosca	20/02/2009	15:39	32,77	57,34770829	62,4	27,8	5,814	31,2	55,9344504	60,5	25,8	5,640	28,16	52,73770829	57,4	23,6	5,335	55,74	80,37354517	85,1	49,33	74,02227793	80,2	.....
43	Quito	La Granja	Nuño de Valderrama y Manuel Casales	20/02/2009	16:36	25,86	50,43770829	50	18,3	.....	23,75	48,4844504	54,1	22	.....	32,31	56,88770829	60,2	30,8	5,470	56,16	80,79354517	89,1	49,75	74,44227793	82,1	En este punto no se puede medir BW, señal débil.
81	Quito	Mitad del Mundo	Av. Manuel Córdova Galarza, monumento a la Mitad del Mundo	25/02/2009	15:00	.....	#IVALOR!	24	.....	.....	.....	#IVALOR!	28,5	.....	.....	6,93	31,50770829	43,2	0,7	5,978	.....	#IVALOR!	50,2	.....	#IVALOR!	39,6	No se recepta la señal de los estándares de TDT. Señal ruidosa en el canal analógico.
11	Quito	CEMEXPO	Av. Manuel Córdova Galarza, parqueadero CEMEXPO	25/02/2009	15:37	.....	#IVALOR!	36,4	.....	.....	.....	#IVALOR!	37,3	.....	.....	8,45	33,02770829	43,5	5,8	5,970	.....	#IVALOR!	53,5	.....	#IVALOR!	50,8	No se recepta la señal de los estándares de TDT. Señal ruidosa en el canal analógico.

## **ANEXO 5.- MEDICIONES DE ANCHO DE BANDA FIJO-EXTERIORES (PARÁMETROS TÉCNICOS)**

### **SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES**



#### **REGISTRO DE MEDICIONES OBTENIDAS EN LAS PRUEBAS DE CAMPO DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE MODO FIJO - EXTERIORES**

##### **ANCHO DE BANDA**

<b>MEDICIÓN</b>			<b>Ancho de Banda [MHz]</b>		
<b>NÚMERO</b>	<b>PUNTO Nº</b>	<b>SECTOR</b>	<b>DVB-T HD (Ch 45)</b>	<b>ISDB-T HD (Ch 47)</b>	<b>ISDB-Tb HD (Ch 47)</b>
1	35	Carolina	4,800	5,660	5,509
2	74	CONARTEL	5,834	5,650	5,440
3	40	Colegio San Gabriel	.....	.....	5,490
4	34	Mañosca	5,814	5,640	5,335
5	43	La Granja	.....	.....	5,470
6	81	Mitad del Mundo	.....	.....	5,978
7	11	CEMEXPO	.....	.....	5,970
8	10	Pomasqui	5,978	5,978	5,607
9	20	Marianitas	5,880	5,690	5,607
10	3	La Roldos	5,900	5,700	5,651
11	1	Mena del Hierro, Enrique Velasco	5,978	5,978	5,978

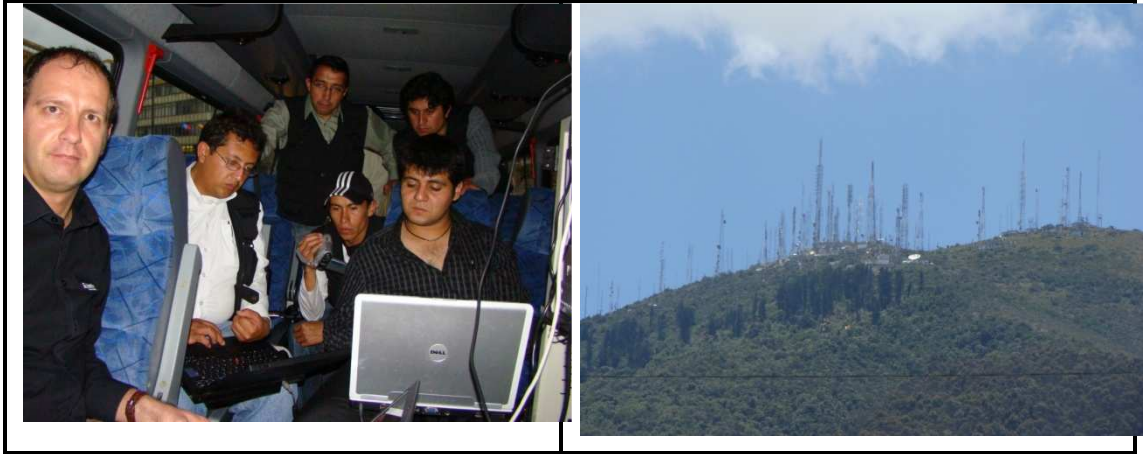
12	<b>5</b>	Mena del Hierro	5,970	5,970	5,640
13	<b>2</b>	San José	5,978	5,970	5,978
14	<b>6</b>	Cordillera	5,970	5,716	5,662
15	<b>12</b>	San Carlos	5,970	5,978	5,662
16	<b>7</b>	La Delicia	5,880	5,710	5,607
17	<b>8</b>	La Floresta de Carcelén	5,850	5,670	5,629
18	<b>9</b>	La Josefina	5,860	5,716	5,607
19	<b>14</b>	Santa Lucia Bajo	5,978	5,978	5,673
20	<b>13</b>	Ofelia	5,880	5,970	5,607

**ANEXO 6.-** Fotografías tomadas en las pruebas de Televisión Digital Terrestre realizadas por la Superintendencia de Telecomunicaciones "SUPERTEL" en la ciudad de Quito (Marzo-Julio 2009).













## **BIBLIOGRAFIA**

### **LIBROS**

- RAZAVI, B. RF Microelectronics. Prentice Hall, Quebec 2008. Pp.16 - 167
- BENDIT, HERVE. Television Digital. Michigan EE.UU. 2007. pp. 56 - 98.
- FERNADEZ JOSÉ LUIS, LOIS SANTOS RAMÓN MARÍA Sistemas para  
Recepción  
de Televisión Analógica y Digital. México Televes 2005 pp. 131 - 223.
- HOWARS W. Handbook for Sound Engineers. England Glen Ballow. 2006 pp.  
65 - 374.
- GLENN M. GLASFORD, Fundamentals of Televisión Engineering, Mc Graw-Hill.  
Madrid 2005 pp.342-398.
- MICHAEL ROBIN, Digital Television Fundamentals. Toronto Canadá. 2004  
pp.  
123 - 652

### **INFORMES UIT**

- Sistemas de televisión analógicos utilizados actualmente en el mundo.  
INFORME  
UIT-R 2043. (Documento)
- Directrices y técnicas para la evaluación de sistemas de radiodifusión de  
televisión digital terrenal. UIT-R BT.2035-1. (Documento)

### **RECOMENDACIONES UIT**

- Sistemas de televisión analógica convencional RECOMENDACIÓN UIT-R BT.  
470.  
(Documento)

- Métodos de corrección de errores, de configuración de trama de datos, de modulación y de emisión para la radiodifusión de televisión digital terrenal. RECOMENDACIÓN UIT-R BT.1306-3. (Documento)
- Subjective quality of television pictures in relation to the main impairments of the analogue composite television signal ITU, Geneva, 1986. CCIR RECOMMENDATION 654 (I.E. ITU-R REC. BT.654). (Documento)

## **BIBLIOGRAFIA INTERNET**

### **Televisión Digital Terrestre**

- <http://www.televisiandigital.electronicafacil.net/>  
2009/06/22

### **TDT en Ecuador y organismos de control**

- <http://www.infodesarrollo.ec/noticias/politicas/874-en-abril-de-2009-la-television-digital-entrara-en-el-pais.html>  
2009/05/18
- <http://www.supertel.gov.ec/>  
2009/07/12
- <http://www.conatel.gov.ec/>  
2009/05/04

### **NORMA EUROPEA**

- <http://www.rt-a.com/116/116-08.htm>  
2009/07/12
- <http://www.dvb.org/about/index.html>  
2009/07/14
- <http://es.dtvstatus.net/>  
2009/09/25

### **NORMA BRASILEIRA**

- [http://www.accessmylibrary.com/coms2/summary\\_0286-32015912\\_ITM](http://www.accessmylibrary.com/coms2/summary_0286-32015912_ITM)

2009/08/02

- <http://es.dtvstatus.net/>  
2009/10/08

#### **NORMA AMERICANA**

- <http://www.atsc.org>  
2009/04/18
- <http://es.dtvstatus.net/>  
2009/06/30

#### **NORMA JAPONESA**

- <http://es.dtvstatus.net/>  
2009/07/12
- <http://www.isdbt.org/>  
2009/07/12
- <http://www.cl.emb-japan.go.jp/doc/2008%2009%20tvd>  
2009/08/15

#### **NORMA CHINA**

- [http://www.tecnologiahechapalabra.com/tecnologia/glosario\\_tecnico/articulo.asp?i=3710](http://www.tecnologiahechapalabra.com/tecnologia/glosario_tecnico/articulo.asp?i=3710)  
2009/07/12
- <http://www.enensys.com/>  
2009/09/21
- <http://www.computer.org/portal/web/csdl/doi/10.1109/MMUL.2009.7>  
2009/09/16