

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

“Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones”

TRABAJO DE GRADUACION

Estudio de factibilidad para la implementación de un canal de televisión en la UNACH.

Richard Eduardo Luna Castro

E-Mail: e_du_2807@hotmail.com

Director: Ing. Aníbal Llanga

E-Mail: ing_anibal_llanga@hotmail.com

Riobamba, Octubre de 2011

CALIFICACIÓN

Los miembros del tribunal, luego de haber receptado la Defensa de trabajo escrito, hemos determinado la siguiente calificación.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Yesenia Cevallos
Presidente

Firma

Ing. Aníbal Llanga
Director

Firma

Ing. Daniel Santillán
Miembro

Firma

DERECHO DE AUTOR

Yo, Richard Eduardo Luna Castro soy responsable de las ideas, doctrinas, resultados y propuestas expuestas en el presente trabajo de investigación, y los derechos de autoría pertenecen a la Universidad Nacional de Chimborazo.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre quien siempre ha estado a mi lado en las buenas y en las malas, a mis abuelitos y a toda mi familia quienes de una u otra forma me han apoyado. A las personas que me colaboraron en la elaboración de este trabajo directa e indirectamente.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todo el personal que labora en la escuela de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones. A mi novia la cual me ha dado ánimos y me ha compartido conocimientos. A mis ex compañeros los cuales durante el transcurso de nuestra carrera nos hemos apoyando.

INDICE GENERAL

INDICE DE TABLAS.....	I
INDICE DE FIGURAS.....	II
RESUMEN.....	III
SUMMARY.....	IV

INTRODUCCIÓN.....	16
-------------------	----

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL	18
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.2. OBJETIVOS.....	19
1.2.1. OBJETIVOS GENERALES.....	19
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	19

CAPÍTULO II

2. TECNOLOGÍAS DE TRANSMISIÓN DE TV.....	21
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	21
2.2 FUNDAMENTACIÓN TEORICA.....	22
2.2.1. Nacimiento de la Televisión en el Ecuador.....	22
2.2.2. PRINCIPIOS BÁSICOS DE TV.....	24
2.2.2.1. Sistema RGB.....	24
2.2.2.2. Criterios para la reproducción de la imagen.....	25
2.2.2.3. Compatibilidad.....	28
2.2.2.4. Retrocompatibilidad o compatibilidad inversa.....	28
2.2.2.5. La Cámara de Color.....	29
2.2.2.6. Corrección de gamma.....	30
2.2.2.7. Inserción de la crominancia en la señal de video.....	30
2.2.2.8. Figuras y aperturas de exploración.....	31
2.2.2.9. Número de líneas de exploración.....	32
2.2.3. SISTEMAS DE TELEVISIÓN ANALÓGICA.....	32
2.2.3.1. Estaciones de televisión abierta VHF Y UHF.....	33
2.2.3.2. El área de cobertura	34
2.2.3.3. Intensidad de campo eléctrico mínima a proteger.....	36
2.2.3.4. Área de cobertura principal	37
2.2.3.5. Área de cobertura secundaria	37
2.2.3.6. Área de protección.....	38
2.2.3.7. Relaciones de protección señal deseada/señal no deseada	39

2.2.3.8. Potencia radiada máxima.....	41
2.2.3.9. Asignación actual de canales de televisión.....	41
2.2.4. Sistema NTSC.....	44
2.2.4.1. Características principales del sistema NTSC.....	45
2.2.4.2. Inconvenientes del Sistema NTSC.....	47
2.3 FORMAS DE TRANSMISIÓN DE TELEVISIÓN ANALÓGICA.....	48
2.3.1. Ubicación de las antenas transmisoras.....	48
2.3.2. Frecuencias auxiliares.....	48
2.3.3. TELEVISIÓN POR CABLE.....	51
2.3.3.1. Arquitectura de una Red CATV.....	51
2.3.4. TELEVISIÓN VÍA SATÉLITE.....	53
2.3.4.1. Sistema Satelital.....	53
2.3.4.2. Transmisión de Televisión por Satélite.....	54
2.3.4.3. Infraestructura de un sistema de Televisión Digital por Satélite.....	55
2.3.4.4. Distribución de TV Satélite.....	58
2.3.4.5. Servicios de Televisión Satelital.....	58
2.4 FUNDAMENTOS DE TELEVISIÓN DIGITAL.....	59
2.4.1. BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS ESTÁNDARES DIGITALES.....	60
2.4.1.1. DVB – (Digital Video Broadcast).....	61
2.4.1.2. ATSC – (Advanced Television System Committee).....	63
2.4.1.3. ISDB (Integrated Services Digital Broadcasting).....	64
2.4.1.4. SBTVD – Sistema Brasileño de Televisión Digital.....	65
2.4.2. ISDB-T/SBTVD – Sistema Japonés de Televisión Digital con variaciones Brasileñas.....	65
2.4.3. Resolución.....	68
2.4.3.1. Resolución Vertical.....	68
2.4.3.2. Resolución Horizontal.....	68
2.4.3.3. Resolución Temporal.....	69
2.4.3.4. Resolución Espacial.....	69
2.4.3.5. Resolución Dinámica.....	69
2.4.3.6. Resolución Estadística.....	70
2.4.3.7. Relación de Amplitud o de Cuantificación.....	70
2.4.3.8. Resolución Activa.....	70
2.4.4. Relación de Aspecto.....	70
2.4.5. Middleware de la Televisión Digital.....	71
2.4.5.1. Clases de Middleware.....	72
2.4.6. Sistemas de Codificación y Compresión de Video y Audio.....	73

2.4.7. Digitalización de Señales de Audio.....	77
2.4.7.1. Muestreo y Aliasing	78
2.4.7.2. Cuantificación.....	79
2.4.7.3. Código PCM (pulse code modulation)	80
2.4.8. Digitalización de Señales de Video.....	81
2.4.8.1. Muestreo de la Señal.....	82
2.4.9. Tipos de Modulación para Transmisión.....	83
2.4.9.1. Modulación OFDM	83
2.5. BENEFICIOS DE LA DIGITALIZACIÓN.....	84
2.6. DESVENTAJAS DE LA DIGITALIZACIÓN	88
2.7. COMPARACIÓN DE LA TELEVISIÓN ANALÓGICA VS TELEVISIÓN DIGITAL	88
CAPÍTULO III	
3. MARCO METODOLÓGICO	91
3.1. DESARROLLO DEL TRABAJO	91
3.2. DESEMPEÑO DEL SISTEMA ISDB-T/SBTVD	91
3.2.1. Sensibilidad y C/N.....	91
3.2.2. Alcance y Cobertura.....	92
3.2.3. Recepción Fija y Móvil.....	92
3.2.4. Desempeño ante presencia de fantasmas y multitrayectos.....	93
3.2.5. Inmunidad frente a ruido impulsivo.....	93
3.2.6. Interferencia de canal adyacente.....	93
3.2.7. Interferencia co-canal.....	94
3.2.8. Potencia del transmisor.....	94
3.2.9. Bit rate útil vs robustez.....	95
3.2.10. Inmunidad a multitrayectos vs potencia.....	95
3.2.11. Flexibilidad.....	96
3.3. CARACTERÍSTICAS DE ISDB-T PARA RESPONDER AL USUARIO	96
3.3.1. Herramientas para una TV autofinanciada.....	96
3.3.2. Inclusión Social.....	96
3.3.3. Área de Cobertura.....	97
3.3.4. Canales de televisión concesionados por provincias.....	97
3.4. ASPECTOS ECONOMICOS DEL SISTEMA ISDTV	98
3.4.1. Viabilidad económica de los servicios sobre ISDTV en Ecuador.....	98
3.4.2. Actores económicos que intervienen en la TDT.....	99
3.4.3. Concesionarios.....	100
CAPÍTULO IV	
4. PRESENTACIÓN DE RESULTADO.....	101

4.1. El canal ISDBT/TB.....	101
4.1.1. Estudio de Televisión.....	101
4.1.2. Requisitos para la obtención de frecuencia.....	103
4.1.2.1. Requisitos para Sistemas de Televisión y Conexos	103
4.1.3. Frecuencia para el canal digital.....	104
4.1.4. Tarifas de concesión de frecuencias en VHF y UHF.....	106
4.1.5. Costo de la frecuencia.....	106
4.1.6. Ubicación del estudio.....	107
4.1.7. Ubicación de los sistemas radiantes.....	107
4.2. EQUIPOS A UTILIZAR.....	109
4.2.1. Equipos para el usuario.....	109
4.2.1.1. Sintonizador de TV de Alta Definición.....	109
4.2.1.2. Amplificador HDTV de 4 Salidas	110
4.2.1.3. Antena aérea para HDTV/DTV	111
4.2.1.4. Televisor Digital.....	111
4.2.2. Equipos para el canal.....	112
4.2.2.1. Cámara 1080i HDV	112
4.2.2.2. Codificador HD MPEG-4.....	113
4.2.2.3. Grabador/Reproductor PRO-HD	113
4.2.2.4. Transmisor TV Digital ISDBT/TB.....	114
4.2.2.5. Switch ISDB-T	115
4.2.2.6. Modulador Digital Terrestre.....	115
4.2.2.7. Codificador-Multiplexor MPEG-4	115
4.2.2.8. Enlaces Microondas Digitales Fijos RADWIN 2000.....	116
4.2.2.9. Excitadores Digitales de Televisión	117
4.2.2.10. Sistema de Antena UHF banda IV.....	117
4.2.3. Costo referencial de los equipos para el usuario.....	118
4.2.4. Costo referencial de los equipos para el canal.....	119
4.3. FINANCIAMIENTO DEL CANAL DE TELEVISIÓN DIGITAL	116
4.3.1. Ingresos por publicidad.....	122
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	126
5.1 INTRODUCCIÓN.....	126
5.2 CONCLUSIONES.....	126
5.3 RECOMENDACIONES	127
BIBLIOGRAFÍA.....	128
ANEXOS.....	130

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2-1	
Sistemas de televisión por países.....	26
Tabla 2-2	
Grupos de canales.	35
Tabla 2-3	
Niveles de Intensidad de Campo Eléctrico.....	36
Tabla 2-4	
Área Protegida y No Protegida.....	39
Tabla 2-5	
Niveles de señal de audio.....	40
Tabla 2-6	
Canales de televisión autorizados a nivel nacional.....	42
Tabla 2-7	
Estándares de televisión digital.....	60
Tabla 2-8	
Comparación entre televisión digital y televisión analógica.....	90
Tabla 4-1	
Concesión de Frecuencias de canales de televisión en las provincias de Bolívar, Cotopaxi, Chimborazo, Pastaza y Tungurahua.....	105
Tabla 4-2	
Frecuencias tentativas para la implementación del canal de televisión.....	105
Tabla 4-3	
Tarifas de Concesión de Frecuencias en VHF (a) y UHF (b).....	106
Tabla 4-4	
Costo de Equipos para el Usuario.....	118
Tabla 4-5	
Costo de Equipos para el canal.....	119
Tabla 4-6	
Costo de las cuñas televisivas y resumen de ingresos.....	123
Tabla 4-7	
Egresos del canal.....	124
Tabla 4-8	
Resumen Económico.....	124

II
INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1 Captación de una Imagen Real Mediante una Cámara.....	24
Figura 2.2 Direcciones y secuencia de exploración.....	31
Figura 2.3 Figura de entrelazado de exploración (trama).....	31
Figura 2.4 Diagrama básico de un canal de televisión analógico.....	33
Figura 2.5 División en Zonas Geográficas del Ecuador.....	35
Figura 2.6 Área de cobertura Principal.....	37
Figura 2.7 Área de cobertura Secundaria.....	38
Figura 2.8 Área Protegida y No Protegida.....	38
Figura 2.9 Forma de enlazar una matriz y dos repetidoras de un sistema de televisión, a través de frecuencias auxiliares.....	49
Figura 2.10 Forma de enlazar una matriz y dos repetidoras, a través de un canal de televisión (traslación de señal) y frecuencia auxiliar.....	49
Figura 2.11 Cabecera de una red CATV.....	52
Figura 2.12 Terminal cabecera de una red CATV.....	52
Figura 2.13 Sistema Satelital de Televisión.....	55
Figura 2.14 Diagrama básico de un canal de televisión Digital.....	59
Figura 2.15 Distribución geográfica de los estándares digitales.....	61
Figura 2.16 Distribución de los estándares de TV digital en América del Sur.....	66

Figura 2.17	
Aplicaciones de la TV Digital.....	67
Figura 2.18	
Resolución Vertical.....	68
Figura 2.19	
Resolución Horizontal.....	69
Figura 2.20	
Relación de Aspecto.....	71
Figura 2.21	
Middleware.....	71
Figura 2.22	
a) Señal arbitraria de energía finita. b) Señal muestreada idealmente.....	79
Figura 2.23	
Aliasing producido por el submuestreo de la señal, donde, $f_n < 2f_m$	79
Figura 2.24	
Disposición de elementos en un sistema MIC.....	80
Figura 2.25	
Formas de onda en diversos puntos de un sistema MIC.....	81
Figura 2.26	
Espectro de frecuencia de una señal de video muestreada a 5 MHz.....	82
Figura 2.27	
Elección errónea de la frecuencia de corte del filtro pasa bajo.....	82
Figura 4.1	
Estudio de televisión.....	101
Figura 4.2	
a) Diagrama de bloques de un estudio de televisión. b) Diagrama completo de un canal de televisión.....	102
Figura 4.3	
Enlace Microondas de nuestro sistema.....	108
Figura 4.4	
Sintonizador de TV de alta definición.....	110
Figura 4.5	
Amplificador HDTV de 4 salidas.....	111
Figura 4.6	
Antena aérea para HDTV/DTV.....	111
Figura 4.7	
Televisión digital HDTV/DTV.....	112
Figura 4.8	
Cámara 1080i HDV.....	113
Figura 4.9	

Codificador HD MPEG-4.....	113
Figura 4.10 Grabador/reproductor PRO-HD.....	114
Figura 4.11 Transmisor TV Digital ISDBT/TB.....	114
Figura 4.12 Modulador Digital Terrestre.....	115
Figura 4.13 Codificador-multiplexor MPEG-4 CODER IRIDIUM.....	115
Figura 4.14 Enlace Microondas Digital.....	117

III

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es hacer un diseño y realizar un estudio de factibilidad para implementar un canal de televisión en la UNACH, luego de una comparación entre los diferentes tipos de canales de televisión, se llegó a la conclusión que la mejor opción para un canal de televisión en la UNACH es un canal puramente digital. Teniendo en cuenta que estamos próximos a un apagón analógico total. Con la televisión digital el televidente podrá interactuar directamente y se beneficiará de los muchos beneficios de la TDT. En nuestro país ya se adoptado el sistema ISDB-T para televisión digital, el cual es una variación del sistema de televisión japonés con toques brasileños. Este canal se lo ha diseñado para cinco provincias como lo son Bolívar, Cotopaxi, Chimborazo, Pastaza y Tungurahua, para lo cual se han realizado los diferentes enlaces de radio en los cerros donde se tienen las diferentes estaciones de televisión.

SUMMARY

The objective of this research is to design and conduct a feasibility study to implement a television channel at the UNACH after a comparison between different types of television channels, it concluded that the best option for a channel at the UNACH television is a channel purely digital. Given that we are close to a full digital switchover. With digital television viewers can interact directly and will take advantages of the many benefits of DTT. In our country have already adopted the ISDB-T digital TV, which is a variation of Japanese TV with a brazilian touch. This channel has designed for five provinces such as Bolivar, Cotopaxi, Chimborazo, Pastaza and Tungurahua, for which there have been different radio links in the hills where they have different TV stations.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo principal realizar el estudio de factibilidad para la implementación de un canal de televisión en la UNACH, en nuestro país está vigente el sistema NTSC de televisión analógica, en la actualidad nuestro país como varios del mundo han decidido adoptar un nuevo sistema de televisión digital, nuestro país ha optado por el sistema ISDB-T.

En el capítulo II se hace una breve reseña de la historia de la televisión en nuestro país además se habla de los 2 sistemas de televisión que en la historia se han adoptado en nuestro país. Se realiza una comparación entre los sistemas de televisión analógica y digital para determinar cuál de estos es factible para la posible implementación en la UNACH.

En el capítulo III se hace un estudio de la inclusión social que tendrá el canal en las diferentes ciudades, en el capítulo IV se nombran si no son todos, la mayoría de los equipos a utilizarse en una posible implementación, además se hace un estudio de la repercusión social que tendrá este canal en la sociedad. Se hace un análisis costo-beneficio donde se involucran los costos que se tendría al implementar este canal y se estudia cuáles serán los ingresos con los que se contarán para llevar a cabo este proyecto.

Finalmente en el capítulo V se presenta una serie de conclusiones y recomendaciones las cuales van ayudar a tener una visión clara de este proyecto.

CAPITULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Criticar al medio televisivo es fácil, quizá porque se le ha dado un mal uso, sin embargo con frecuencia nos olvidamos de que la televisión es un instrumento poderoso y no reparamos en los esfuerzos que muchos profesionales realizan a lo largo y ancho del planeta en áreas de la información.

Nadie duda que actualmente la comunicación en la sociedad juegue un papel muy importante, y seguirá creciendo a medida que pase el tiempo, todos tenemos la necesidad de comunicarnos y de comunicar al resto, el problema radica ¿en qué forma vamos a comunicar?

La implementación de un canal de televisión con fines educativos que permita socializar y a la vez obtener ingresos ayuda al desarrollo de las universidades, la UNACH pretende contar con este recurso tecnológico que sin duda alguna mejorará su nivel académico, ya que actualmente no se cuenta con un medio efectivo que difunda de una manera amplia el desarrollo universitario.

No se sabe si la UNACH ¿cuenta con los recursos económicos, tecnológicos, legales y humanos necesarios para hacer factible este proyecto?, tampoco se sabe si ¿le beneficiará implementar un canal de televisión analógico, digital o un híbrido que combina los dos anteriores?, para determinar esto será necesario hacer un estudio de factibilidad entre los tipos de canales de televisión antes mencionados.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVOS GENERALES

- Realizar el estudio de factibilidad para la implementación de un canal de televisión en la UNACH.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar las tecnologías de transmisión de TV.
- Diseñar un sistema de Televisión para la UNACH con cobertura regional (Chimborazo, Cotopaxi, Bolívar, Tungurahua y Pastaza).
- Realizar un estudio de factibilidad técnico económico del sistema de Televisión para la UNACH.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La relación establecida entre el campo educativo y las tecnologías capaces de preservar y difundir contenidos pedagógicos es histórica y compleja. En la historia más reciente de ésta relación, las universidades han estado a la vanguardia de las instituciones educativas a la hora de incorporar las denominadas Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) en el sistema educativo.

La UNACH no puede quedarse atrás frente a estos avances, es necesario que siga creciendo día a día en el campo tecnológico y de la investigación, surge así la necesidad de realizar un estudio de factibilidad el mismo que determinará la posibilidad de implementar un canal de televisión con un enfoque diferente al que la mayoría estamos acostumbrados, el propósito es crear un medio por el que se difunda eventos académicos y culturales, con un amplio espectro de temas de interés científico y cultural.

Todo esto es para que la UNACH, haciendo uso de su autonomía, se apodere y utilice esta herramienta audiovisual al servicio de los procesos que se viven al interior y exterior de la universidad. Este proceso toca los cuatro ámbitos: la parte de docencia, administrativa, investigativa y vinculación con la sociedad, entonces, se busca aprovechar toda esta difusión y divulgación de ciencia y tecnología, de investigación, los resultados y los productos del que hacer académico en los procesos de aprendizaje.

CAPÍTULO II

2. TECNOLOGÍAS DE TRANSMISIÓN DE TV

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

La palabra "televisión" es un híbrido de la voz griega "Tele" (distancia) y la latina "visio" (visión).

La televisión es un sistema para la transmisión y recepción de imágenes en movimiento y sonido a distancia.

La televisión es un medio de comunicación muy importante que llega a todos los hogares y a las clases sociales por lo cual tiene gran influencia en el comportamiento de los individuos y más aún en los niños.

El fenómeno televisivo, típico de nuestros tiempos, presenta múltiples facetas de interés general para los individuos, la característica de la T.V. es la de ser un medio de comunicación de masa debido a lo cual se concentran en torno a ellos numerosos y variados intereses como es la programación que transmite. Es el medio de comunicación que mayor influencia tiene dentro de los hogares, al colocarse como una organización social, como una cultura socializadora que lleva inmerso un estudio de vida, unida a necesidades, aspiraciones y formas de pensar y actuar con el propósito de crear una masa de usuarios que responde a los intereses de los grupos económicos dominantes.

Es un medio de comunicación que ha sido considerado por investigadores, así como la gente común como un interruptor de comunicación en la familia y en la comunidad, donde comparte características con otros entes de la industria audiovisual es un fenómeno particular que posee identidad por sí misma y que ha logrado cumplir más eficientemente el contenido logrando acercarse cada día más al público.

Los seres humanos intercambian información en formatos digitales, por lo tanto la evolución hacia la Televisión Digital es una consecuencia natural de la evolución

tecnológica, una alternativa de mejorar dicha televisión digital es introduciendo las características técnicas de una HDTV, naciendo así la Televisión Digital de Alta Definición, la cual supera a la televisión convencional en muchos aspectos importantes.

2.2 FUNDAMENTACIÓN TEORICA

2.2.1. Nacimiento de la Televisión en el Ecuador

Según el libro "La primera pantalla", del escritor manabita Fernando Macías Pinargote, la historia del nacimiento de la televisión en el Ecuador está ligada a algunos personajes, pero los principales son los esposos Michael Roswembaum y Linda Zambrano, él alemán, ella manabita.

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

Acá 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.

Por esas cosas del destino, casi paralelamente sucedió otra historia: HCJB, misión evangélica radicada 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 TV 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 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 televisión 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 convertía 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 Teamazonas.

Actualmente, se observa como las tecnologías en telecomunicaciones están cambiando en un ritmo impresionante; se ve como una tecnología aún no se posiciona en el mercado comercial y una nueva ya está emergiendo, pero, dentro de toda esta revolución, ¿qué está pasando con la televisión, que es uno de los primeros sistemas de comunicación y de entretenimiento masivo?

La respuesta: hasta hace unos pocos años la televisión era la misma que la de los años 40, salvo que se desarrolló la televisión a color, siendo este un hito trascendental en su desarrollo, pues se dio un impulso a los sistemas de televisión como fuente de entretenimiento, pero a la vez se produjo un rompimiento entre los fabricantes de tecnología, pues aparecieron 3 diferentes estándares de transmisión de televisión a color:

- NTSC.
- PAL.
- SECAM

Cada uno de estos estándares tiene diferentes características, por ejemplo en ancho de banda en la frecuencia de imágenes por segundo, en el número de líneas horizontales y verticales que forman una imagen, etc.

Ahora, gracias al desarrollo tecnológico y a todas las ventajas que esta conlleva, se está produciendo un nuevo cambio en la industria de la televisión: la aparición de la Televisión Digital.

2.2.2. PRINCIPIOS BÁSICOS DE TV.

La señal captada por la cámara de TV no puede utilizarse directamente para su transmisión, siendo necesaria la modulación de esta señal. Mediante la modulación se adecua la señal original de video y audio al medio de transmisión, además de permitir la emisión en una frecuencia determinada, lo que facilita la multiplexación de la información de diferentes canales en la misma banda de frecuencia destinada a la difusión de los servicios de TV.

2.2.2.1. Sistema RGB.

Los sistemas de transmisión de la señal de televisión convierten una imagen real de tres dimensiones en una señal eléctrica de una dimensión. Esta señal una vez transmitida por el medio de transmisión y recibida por el equipo receptor, se convierte en una imagen en la pantalla del receptor de televisión que debe reproducir con fidelidad la imagen captada por la cámara de televisión del equipo emisor (figura 2.1).

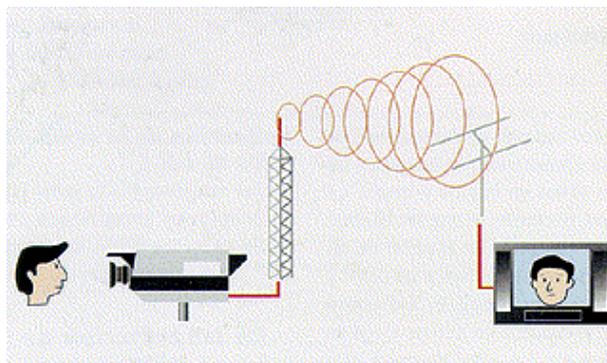


Figura 2.1: Captación de una Imagen Real Mediante una Cámara

Fuente: Fundamento de un aparato de televisión

En este proceso, la luz procedente del exterior es descompuesta en tres tipos de componentes: rojo, azul y verde. A continuación hay que convertir las radiaciones luminosas captadas por la cámara en señales eléctricas llamadas "señales de vídeo". Una vez obtenidas las señales de vídeo, son enviadas al receptor mediante algún tipo de modulación. Por último, habrá que mandar cada una de las señales a su cañón

correspondiente, esto es, la señal procedente del componente de luz roja será enviada al cañón rojo, y lo mismo sucede con las señales procedentes del componente de luz azul y del componente de luz verde de la imagen que se quiere reproducir.

Paralelamente a este proceso se realiza la transmisión de la señal correspondiente al componente de luz blanca y al de negra de la imagen, con el objeto de poder ser visualizada también en los monitores de blanco y negro que no estén preparados para la reproducción en color.

No obstante, todos han de ser compatibles entre sí ya que, en caso contrario, resultaría bastante incómodo, por no decir inviable, la comercialización de aparatos de televisión donde sólo se pudieran reproducir imágenes captadas por el mismo sistema. Lo mismo que sucede con los TV en color debe ocurrir con los de blanco y negro. Ha de haber una absoluta compatibilidad para poder visualizar imágenes captadas en blanco y negro en un monitor en color, así como poder ver imágenes captadas por un sistema de color en un monitor de blanco y negro aunque, evidentemente, en este último caso, las imágenes serán vistas en blanco y negro. La idea, por tanto, es que la información contenida en la señal de vídeo ha de ser idéntica en color y en blanco y negro, así como aprovechable en ambos tipos de receptor. La señal de color, llamada "señal de crominancia o de cromo", sólo se aprovechará en el receptor de color, mientras que la de blanco y negro, llamada "señal de luminancia o vídeo", será aprovechada tanto en los monitores de color como en los de blanco y negro.

2.2.2.2. Criterios para la reproducción de la imagen.

En el diseño de un sistema de reproducción de imagen los criterios básicos a satisfacer son que las imágenes reproducidas sean aceptables para el ojo humano y que los detalles técnicos del sistema no sean desagradablemente evidentes para el observador.

La primera calidad de una imagen apreciada por el ojo es su agudeza o definición, o sea, la claridad pictórica. Si la imagen está desenfocada o los detalles o los bordes de los objetos no son claros y precisos.

La segunda calidad de importancia es el contraste entre las áreas iluminadas y las oscuras, y la iluminación relativa del fondo. Esta iluminación afecta al contraste

observado por el ojo y puede introducir cambios de contraste que no existen en la escena original.

La tercera calidad de importancia es la continuidad del movimiento. Las imágenes reproducidas en movimiento son creadas por una sucesión de cuadros fijos o estacionarios, y la ilusión del movimiento se crea en parte por el hecho de que el ojo humano retiene brevemente cualquier imagen que capte.

La experimentación en cinematografía reveló que es suficiente una velocidad de 16 imágenes por segundo para producir la sensación de continuidad de movimiento. Los primeros cinematógrafos utilizaron 16 imágenes por segundo como norma, y todavía lo hacen la mayoría de cámaras cinematográficas de aficionado. Después el estándar cinematográfico fue de 24 imágenes por segundo. En televisión, las imágenes son recreadas a 25 imágenes por segundo en la mayoría de países en el mundo y a 30 imágenes por segundo en los Estados Unidos, Japón y algunos otros países (tabla 2-1). Esta diferencia se ocasionó originalmente para adaptar las frecuencias de las redes eléctricas de 50 y 60 Hz en los países respectivos. La tabla 2-1 es una lista de los estándares de televisión en uso en los principales países.

País	Bandas VHF		Bandas UHF		País	Bandas VHF		Bandas UHF	
	Mono	Color	Mono	Color		Mono	Color	Mono	Color
Alemania, Este	B	SECAM	G	SECAM	Irak	B	SECAM		
Alemania, Oeste	B	PAL	G	PAL	Irlanda	A, I	PAL	I	PAL
Arabia Saudí	B	SECAM			Israel	B		G	
	M	PAL			Italia	B	PAL	G	PAL
Argelia	B	PAL			Japón	M	NTSC	M	NTSC
Argentina	N	PAL	N		Jordania	B	PAL		
Australia	B	PAL			Kenya	B	PAL		
Austria	B	PAL	G	PAL	Kuwait	B	PAL		
Bangladesh	B	PAL			Libia	B	SECAM		
Bélgica	B	PAL	H	PAL	Malasia	B	PAL		
Bermudas	M	NTSC			Marruecos	B	SECAM		
Bolivia	N				México	M	NTSC	M	NTSC
Brasil	M	PAL	M	PAL	Noruega	B	PAL	G	PAL
Bulgaria	D	SECAM			Nueva Zelanda	B	PAL		
Camboya	M				Pakistán	B	PAL		
Canadá	M	NTSC	M	NTSC	Panamá	M	NTSC		
Chile	M	PAL			Paraguay	N			

China, P. R.	D	PAL			Perú	M	NTSC		
Colombia	M	SECAM			Polonia	D	SECAM	K	SECAM
Corea	M	NTSC	M	NTSC	Portugal	B	PAL	G	PAL
Cuba	D	SECAM			Puerto Rico	M	NTSC	M	NTSC
Checoslovaquia	D	SECAM	K	SECAM	Rodesia	B			
Dinamarca	B	PAL			Rumania	D			
Ecuador	M	NTSC			Singapur	B	PAL		
Egipto	B	SECAM			Sri Lanka	B			
España	B	PAL	G	PAL	Sudáfrica	I	PAL	I	PAL
Filipinas	M	NTSC			Suecia	B	PAL	G	PAL
Finlandia	B	PAL	G	PAL	Suiza	B	PAL	G	PAL
Francia	E		L	SECAM	Taiwán	M	NTSC		
Ghana	B	PAL			Túnez	B	SECAM		
Gran Bretaña	A		I	PAL	Turquía	B	PAL		
Grecia	B		G		Uruguay	M			
Guatemala	M	NTSC			URSS	D	SECAM	K	SECAM
Holanda	B	PAL	G	PAL	USA	M	NTSC	M	NTSC
Honduras	M				Venezuela	M	NTSC		
Hong Kong			I	PAL	Yugoslavia	B	PAL	H	PAL
Hungría	D	SECAM	K	SECAM	Zaire	K	SECAM		
India	B				Zambia	B			
Irán	B	SECAM							

Código del sistema	Líneas por cuadro	Campos por segundo	Anchura de banda de video MHz	Anchura de banda de canal MHz	Separación de interportadora MHz	Polaridad de la modulación	Modulación de sonido
A	405	50	3	5	3,5	Positiva	AM
B	625	50	5	7	5,5	Negativa	FM ± 50 kHz
D, K	625	50	6	8	6,5	Negativa	FM ± 50 kHz
E	819	50	10	14	11,15	Positiva	AM
G, H	625	50	5	8	5,5	Negativa	FM ± 50 kHz
I	625	50	5,5	8	6	Negativa	FM ± 50 kHz
L	625	50	6	8	6,5	Positiva	AM
M	525	60	4,2	6	4,5	Negativa	FM ± 25 kHz
N	625	50	4,2	6	4,5	Negativa	FM ± 25 kHz

Especificación de los sistemas por código de letras.

Tabla 2-1: Sistemas de televisión por países.
Fuente: Fundamentos y estándares de televisión.

La cuarta calidad de importancia de una imagen es el parpadeo. Incluso cuando se conserva la continuidad del movimiento, la imagen puede fluctuar. Para suprimir el parpadeo con un brillo de imagen útil, las imágenes deben ser presentadas a una velocidad considerablemente mayor que la necesaria para la continuidad del movimiento. Como la visibilidad del parpadeo aumenta rápidamente con el brillo de la imagen, se acostumbra a hacer receptores que funcionen utilizando el estándar de 25 imágenes por segundo con un brillo inferior que se puede usar con 30 imágenes por segundo. La menor velocidad de las imágenes permite mayor resolución de los detalles en la imagen.

La quinta característica es la de los valores de color. La reproducción del color no tiene que ser exacta cuando es comparada con la escena original, a causa de que los colores observados están considerablemente influidos por los entornos o circunambientes y la iluminación, y el ojo compensa tales variaciones.

La sexta característica es la exención de degradaciones extrañas y de los artefactos, es decir, las introducidas en la imagen reproducida por ruido, interferencias, reflexiones de señal y efectos de mezcla de señal.

El problema en el establecimiento de las normas o estándares del sistema de reproducción de imagen es satisfacer estos requisitos del ojo humano adecuada y económicamente.

2.2.2.3. Compatibilidad.

Es la propiedad de un sistema de televisión de color que permite la reproducción de las emisiones a color, en los receptores monocromáticos existentes (por supuesto se verán las imágenes en blanco y negro, aunque se hayan generado en el transmisor a color).

2.2.2.4. Retrocompatibilidad o compatibilidad inversa.

Es la propiedad de un sistema de televisión a color que permite a los receptores de televisión en colores, reproducir en blanco y negro, las emisiones de un sistema existente en blanco y negro.

En ambos casos, las imágenes deben ser de buena calidad, por lo que la emisión en colores debe mantenerse dentro del canal de frecuencias previsto para blanco y negro, sin invadir canales adyacentes.

2.2.2.5. La Cámara de Color.

Básicamente será igual a la monocromática, pero deberá tener algún agregado que le permita discriminar entre los 3 colores primarios que componen la imagen de toma, separarlos y obtener las señales de R, G y B. Esto se consigue con la inclusión dentro de la cámara de espejos muy especiales, que en lugar de reflejar toda la radiación incidente, solo lo hacen con una pequeña banda de la misma, permitiendo que el resto de la radiación sea atravesada. Estos espejos se llaman dicróicos. Entonces, con un juego de 2 espejos dicróicos y otro espejo normal se consigue separar la onda incidente en la cámara en sus 3 componentes primarios. Con estos 3 colores se podrán reproducir la mayoría de los colores existentes en la naturaleza, por lo tanto, si se transmitieran estas 3 señales se podrían reproducir en un receptor destinado para este fin; sin embargo un televisor monocromático pre-existente no está preparado para recibir estas 3 señales, sino solo la señal de luminancia (Y).

Se deduce, de la colorimetría, que la relación entre (Y) y los 3 colores primarios está establecida por la llamada ecuación fundamental de la Luminancia:

$$Y = 0.30.R + 0.59.G + 0.11.B$$

Conocido el hecho que se necesitan 3 señales para reproducir una imagen coloreada y una de las señales a transmitir es Y, resta todavía obtener 2 señales más que conformarán la señal vectorial de crominancia. Estas 2 señales deberán tener la particularidad de anularse en caso de tratarse de una imagen monocromática (solo brillo). Observando que el blanco se obtiene con iguales cantidades de los 3 primarios, por ejemplo el blanco de máximo brillo se obtiene con señales normalizadas con $R=G=B=1v$, se comprueba que $Y=1v$ también. Por lo tanto la señal de crominancia estará formada por 2 de las 3 señales diferencia de color R-Y, G-Y, B-Y. Solo será necesario enviar 2 señales, además de Y, dado que la tercera es combinación lineal de las otras. En el

receptor, de igual manera se podrán recuperar las componentes R, G y B a partir de Y y C, donde C es la señal vectorial de crominancia formada por 2 señales de diferencia de color. Al deducir la expresión analítica de las diferencias de color, se comprueba que la diferencia al verde G-Y es la que tiene coeficientes menores y por ende menor potencia por lo que será más susceptible al ruido. Por lo tanto la señal de crominancia C estará compuesta por la diferencia al rojo y diferencia al azul, también simbolizadas Cr y Cb.

2.2.2.6. Corrección de gamma.

El brillo de una pantalla de un Tubo de Rayos catódicos no guarda relación lineal con respecto a la intensidad del haz, sino más bien es una relación cuadrática a cúbica. Debido a esto se hace necesario una corrección de Gamma en estudio, siendo Gamma (γ) el exponente de la intensidad (I) cuando se cumple la ecuación $L=k.I^\gamma$. La condición ideal sería un Gamma igual a 1.

2.2.2.7. Inserción de la crominancia en la señal de video.

Se comprueba experimentalmente que la crominancia requiere un ancho de banda menor que el de luminancia, pero aún así, necesitan ubicarse ambas señales dentro del mismo canal de frecuencia, para cumplir la compatibilidad exigida. Para lograr esto hay que notar que el espectro de luminancia como el que se obtiene de la crominancia, tiene la particularidad de ser discreto, es decir, está compuesto por rayas espectrales y no por una banda continua de frecuencias. La razón de esto hay que buscarla en el mismo proceso de generación de la imagen a partir de la exploración punto a punto, lo que lo hace discreto.

Entonces, la solución se basa en intercalar ambos espectros, el de (Y) y el de (C) de manera de conseguir en el receptor una fácil separación de ambos. Esto se logra premodulando la crominancia con una frecuencia de subportadora de color, que cambia según el sistema o la norma, pero que en todos los casos persigue un mismo objetivo, ubicar la porción de mayor potencia del espectro de crominancia en una zona donde el espectro de luminancia sea notoriamente inferior, admitiendo un posible caso que la separación de ambos espectros no se pueda conseguir con absoluta eficacia. Aunque este sea el caso, de todas formas se contribuye a la compatibilidad y las imágenes

recibidas seguirán siendo de buena calidad, aunque se vea afectada una pequeña porción de espectro.

2.2.2.8. Figuras y aperturas de exploración.

Ha sido establecido como norma de transmisión de televisión (teledifusión) que la exploración comience en la esquina superior izquierda de la imagen y prosiga transversalmente y ligeramente inclinada hacia abajo. Cuando llega al lado de la derecha, la mancha o punto luminoso de exploración retrocede rápidamente hasta situarse inmediatamente debajo de su posición de partida y luego prosigue moviéndose hacia la derecha ligeramente hacia abajo, y así sucesivamente, hasta que últimamente llega a la parte inferior de la imagen (figura 2.2).

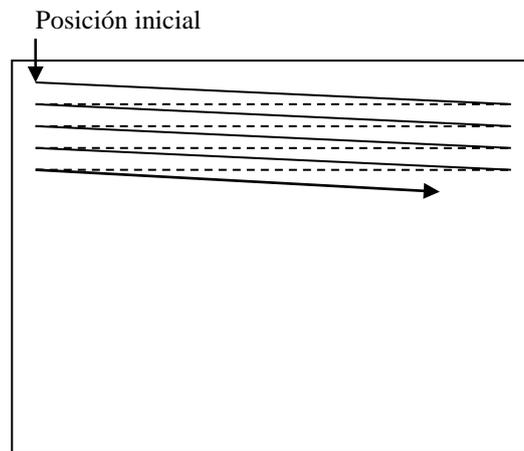


Figura 2.2: Direcciones y secuencia de exploración.
Fuente: Fundamentos y estándares de televisión

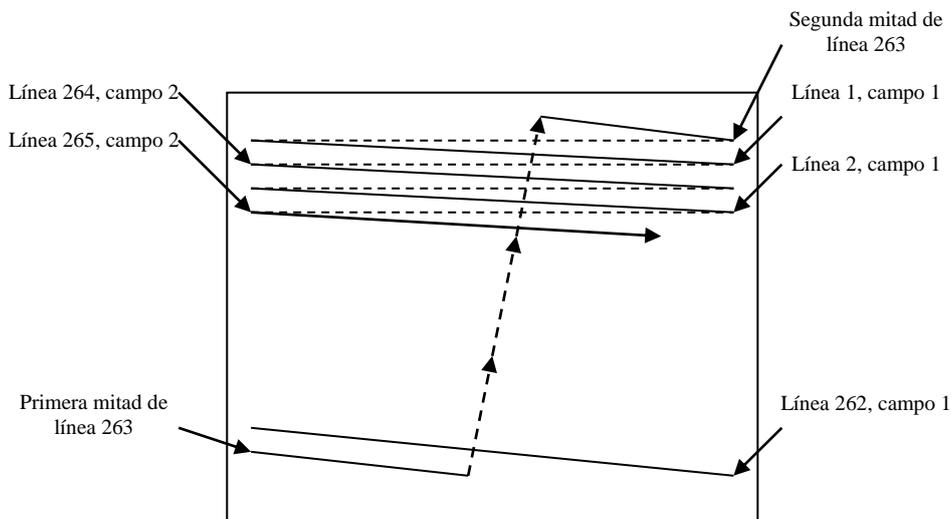


Figura 2.3: Figura de entrelazado de exploración (trama).
Fuente: Fundamentos y estándares de televisión

Al llegar aquí el punto retorna hasta la parte superior y repite el proceso, pero de modo que las líneas del segundo campo de exploración caen entre las líneas del primer campo. Así son entrelazados los campos sucesivos (figura 2.3). Esta disposición permite que haya dos destellos de imagen (campos) por cada cuadro y que se reduzca así considerablemente la tendencia al parpadeo mientras se reduce el ancho de banda necesario de la señal a la mitad.

Los haces electrónicos que crean las manchas o puntos de exploración tienen una sección transversal aproximadamente circular, pero su intensidad no es uniforme y su energía se distribuye según una función de error.

2.2.2.9. Número de líneas de exploración.

La elección del número de líneas de exploración de la imagen depende de la capacidad de resolución del ojo humano y de la distancia de visión. Por pruebas fisiológicas se ha determinado que si se miran dos líneas paralelas a una distancia tal que el ángulo subtendido por ellas en el ojo sea menor que 2 minutos de arco, el ojo las ve como una sola línea. Este hecho se utiliza para seleccionar el número de líneas de un sistema de televisión. Si la distancia de visión más próxima preferida es igual a 4 veces la altura de la imagen, dos líneas paralelas distanciadas entre sí menos de $d=0,00232h$ no pueden ser percibidas por el observador. El número de líneas contenidas en la altura de imagen en este límite es $1/0,00232=431$ líneas. Así, el número mínimo para la exploración de televisión es aproximadamente 430 líneas. Un observador con mejor vista puede resolver la estructura de líneas a una distancia igual a 4 veces la altura de la imagen, pero no el observador medio. Aunque el número de líneas elegido no sea el “correcto”, debe ser mayor de 400 por razones de resolución, pero no demasiado alto por razones de economía del espectro.

2.2.3. SISTEMAS DE TELEVISIÓN ANALÓGICA.

La Norma Técnica para el servicio de Televisión Analógica y Plan de Distribución de Canales, publicada en el Suplemento del Registro Oficial No. 335 de 29 de mayo de 2001, contempla varios aspectos técnicos que reglamentan la asignación de canales de

televisión abierta en las bandas VHF y UHF en el ámbito nacional, aspectos que se los analiza a continuación.

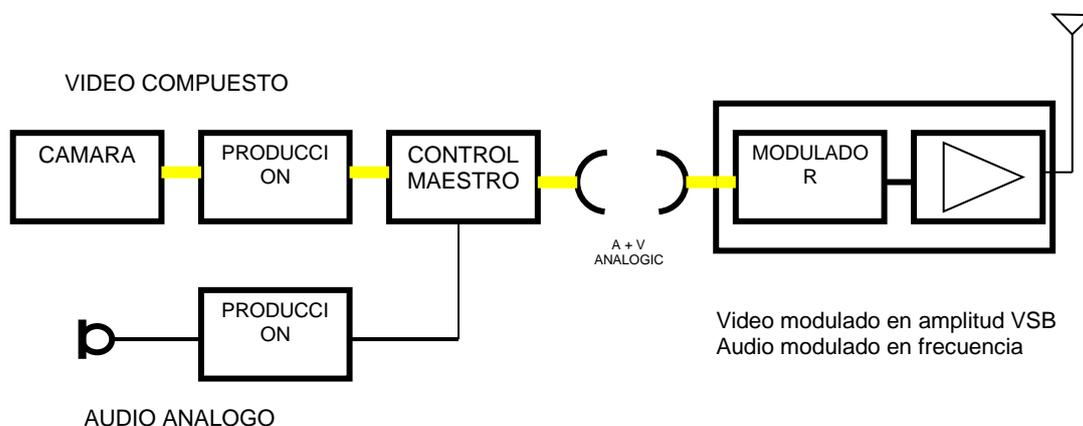


Figura 2.4: Diagrama básico de un canal de televisión analógico.

Fuente: Fundamentos y estándares de televisión

2.2.3.1. Estaciones de televisión abierta VHF Y UHF

Estación de televisión es un transmisor con su antena e instalaciones accesorias, necesarias para asegurar un servicio de televisión en un área de operación autorizada. Un sistema de televisión es el conjunto de una estación matriz y repetidoras destinadas a emitir la misma y simultanea programación.

El Estudio principal es el área física cubierta y equipada (cámaras, micrófonos, grabadoras y reproductoras, consolas de edición y operación, equipos de enlace y accesorios desde el cual se origina la programación de televisión.

El Plan Nacional de Frecuencias establece las siguientes bandas VHF y UHF para los servicios de radiodifusión de televisión abierta:

Banda VHF:

Banda I (54 a 72 MHz; Canales 2 al 4 y de 76 a 88 MHz; Canales 5 a 6)

Banda III (174 a 216 MHz, Canales 7 al 13).

Banda UHF:

Banda IV (500 a 608 MHz, Canales 19 al 36 y de 614 a 644 MHz, Canales 38 al 42)

Banda V (644 a 686 MHz, Canales 43 al 49)

2.2.3.2. El área de cobertura

Es el área de operación autorizada, comprende el Área de cobertura principal, la que corresponde a las ciudades a servir y tendrá una intensidad de campo igual o mayor a la intensidad de campo mínima a proteger en el área urbana, y el Área de cobertura secundaria, la que corresponde a los alrededores de las ciudades a servir y que tendrá una intensidad de campo entre los valores definidos a los bordes del área de cobertura y sin rebasar los límites de la zona geográfica.

Zonas Geográficas para televisión abierta VHF y UHF Para efectos de la asignación de canales de televisión abierta, se establecen en el territorio ecuatoriano zonas geográficas, tanto para las bandas VHF y UHF, las que se muestran a continuación:

DESCRIPCIÓN DE ZONA GEOGRAFICA NORMA TÉCNICA) (I)	GRUPOS VHF	GRUPOS UHF
ZONA A: Provincia de Azuay excepto zona norte (cantones Sigsig, Chordeleg, Gualaceo, Paute, Guachapala, El Pan y Sevilla de Oro).	A1,B2	G1, G4
ZONA B: Provincias de Bolívar y Chimborazo, excepto cantón Echeandía y zona occidental de la Cordillera Occidental.	A1,B2	G1, G4
ZONA C: Provincia del Carchi.	A1,B1	G1, G4
ZONA D: Provincias de Orellana y Sucumbios.	A1,B2	G1, G4
ZONA E: Provincia de Esmeraldas, excepto Rosa Zárate y Muisne.	A1,B2	G1,G3
ZONA G1: Provincia del Guayas, subzona 1: excepto Península de Santa Elena, Gral. Villamil, El Empalme, Palestina y Balao, se incluye La Troncal, Suscal y zona occidental de la Cordillera Occidental de provincias de Cañar y Azuay.	A1,B1	G2,G4
ZONA G2: Provincia de Guayas, subzona 2: Península de Santa Elena y Gral. Villamil.	A1,B2	G1,G3
ZONA J: Provincia de Imbabura.	A2, B2	G2,G3
ZONA L1: Provincia de Loja, excepto cantones de Loja, Catamayo, Saraguro, Amaluza y zona occidental de la Cordillera Occidental.	A2, B1	G2,G3
ZONA L2: Provincia de Loja: cantones Loja, Catamayo y Saraguro.	A1,B2	G2,G3
ZONA M1: Provincia de Manabí, zona norte (desde Ricaurte al norte), excepto El Carmen y Flavio Alfaro; se incluye Muisne.	A2, B1	G2,G4
ZONA M2: Provincia de Manabí, zona sur, desde San Vicente al sur, excepto Pichincha.	A1,B2	G2,G3
ZONA N: Provincia de Napo.	A1,B2	G2,G4
ZONA Ñ: Provincia de Cañar, excepto zona occidental Cordillera Occidental (Suscal, La Troncal) e incluye zona norte provincia de Azuay.	A2, B1	G2,G3
ZONA O: Provincia de El Oro y zona occidental de la Cordillera Occidental de la provincia de Loja.	A2, B2	G1,G3
ZONA P1: Provincia de Pichincha, excepto zona occidental de la Cordillera Occidental (Santo Domingo y Los Bancos, P.V. Maldonado).	A1,B1	G2,G4
ZONA P2: Provincia de Pichincha, zona de Santo Domingo, incluye El Carmen, Rosa Zárate, Flavio Alfaro, P.V. Maldonado y Los Bancos.	A2, B2	G1,G3
ZONA R1: Provincia de Los Ríos, excepto Quevedo, Buena Fe, Mocache y Valencia e incluye Balzar, Colimes, Palestina y zona occidental Cordillera Occidental.	A1,B2	G2,G4
ZONA R2: Provincia de Los Ríos, Quevedo, Buena Fe, Mocache, Valencia, La Maná, El Corazón y zona occidental de la Cordillera Occidental de la provincia de Cotopaxi.	A2, B2	G1,G3
ZONA S1: Provincia de Morona Santiago, excepto cantón Gral. Plaza al sur.	A2, B2	G2,G4
ZONA S2: Provincia de Morona Santiago, cantón Gral. Plaza al sur.	A1,B2	

ZONA T: Provincias de Tungurahua y Cotopaxi, excepto zona occidental de la Cordillera Occidental.	A1,B1	G2,G3
ZONA X: Provincia de Pastaza.	A1,B2	G1,G3
ZONA Y: Provincia de Galápagos.	A1,B2	G1,G3
ZONA Z: Provincia de Zamora Chinchipe, incluye cantón Amaluza.	A1,B2	G1,G3

(i) Norma Técnica y Plan de Distribución de Canales para el Servicio de Radiodifusión de Televisión, publicada en el Registro Oficial N° 335 del 29 de mayo del 2001.

Grupos y Canales VHF y UHF

GRUPOS VHF	CANALES			
A1	2	4	5	
A2	3	6		
B1	8	10	12	
B2	7	9	11	13

GRUPOS UHF	CANALES								
G1	19	21	23	25	27	29	31	33	35
G2	20	22	24	26	28	30	32	34	36
G3	39	41	43	45	47	49			
G4	38	40	42	44	46	48			

Tabla 2-2: Grupos de canales.

Fuente: www.conatel.gob.ec



Figura 2.5: División en Zonas Geográficas del Ecuador.

Fuente: www.conatel.gob.ec

La Norma Técnica de Televisión vigente, reserva los canales 19 y 20 para facilitar el proceso de migración a la televisión digital, y mediante Resolución No. 1838-

CONATEL-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.

Sin embargo, se debe considerar que actualmente en el plan nacional de Frecuencias la banda 500-512 MHz (canales 19 y 20) está atribuida en el Ecuador, a título primario, al servicio FIJO y MÓVIL y el Plan Nacional de Distribución de Frecuencias para Radiodifusión y Televisión se establece que los usuarios de los sistemas fijo y móvil que se encuentran en este rango, deberán migrar en un plazo de 5 años, contado a partir de la publicación en el Registro Oficial del mencionado Plan de Distribución.

La aprobación técnica de estaciones de televisión VHF y UHF, se basa en la Norma Técnica para el servicio de Televisión Analógica y Plan de Distribución de Canales para el Servicio de Radiodifusión de Televisión, publicada en el Registro Oficial N° 335 del 29 de mayo del 2001 y de la Ley y Reglamento de Radiodifusión y Televisión vigente.

2.2.3.3. Intensidad de campo eléctrico mínima a proteger.

La intensidad de campo eléctrico es el nivel de la señal que se recibe en un punto específico. El valor mínimo de la intensidad de campo necesario para proporcionar una recepción satisfactoria es la intensidad de campo mínima a proteger.

De acuerdo con la norma técnica vigente, los valores de intensidad de campo protegidos en los bordes de las áreas de cobertura principal y secundaria, tomados para una altura de antena del usuario de 10 metros sobre el suelo, se indican en la tabla.

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

Tabla 2-3: Niveles de Intensidad de Campo Eléctrico.

Fuente: www.conatel.gob.ec

2.2.3.4. Área de cobertura principal

Es la que corresponde a la ciudad a servir y que tendrá una intensidad de campo igual o mayor a la intensidad de campo establecida para el borde del área de cobertura principal, definidas en la tabla 2-3.

Ejemplo: para la zona geográfica P1 (Quito y valles aledaños), el área de cobertura principal de una estación de televisión abierta, cuyo transmisor se encuentra en el Cerro Pichincha, corresponde a la ciudad de Quito, como se observa en la figura 2.6.

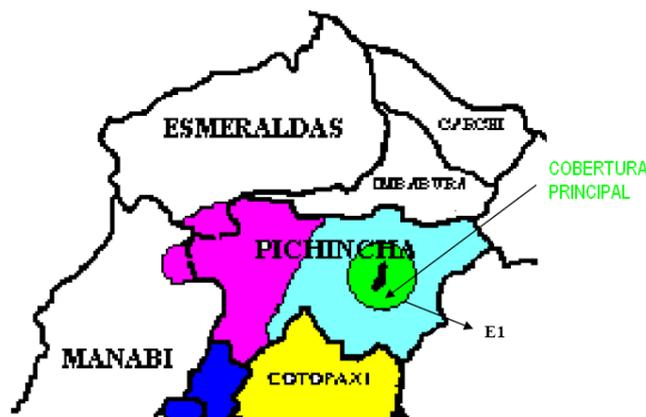


Figura 2.6: Área de cobertura Principal

Fuente: Investigación personal.

Donde E1 es la intensidad de campo eléctrico mínima a proteger en el borde del área de cobertura principal.

2.2.3.5. Área de cobertura secundaria

Es la que corresponde a los alrededores de las ciudades a servir y que tendrán una intensidad de campo correspondiente al borde del área de cobertura secundaria, indicadas en la tabla (división en zonas geográficas), sin rebasar los límites de la correspondiente zona geográfica.

Ejemplo: para la zona geográfica P1 (Quito y valles aledaños), el área de cobertura secundaria de una estación de televisión abierta, cuyo transmisor se encuentra en el Cerro Pichincha, corresponde a los valles aledaños a la ciudad, Tumbaco, Sangolquí, etc., como se observa en la figura 2.7.



Figura 2.7: Área de cobertura Secundaria
Fuente: Investigación personal.

Donde E2 sería la intensidad de campo eléctrico mínima a proteger en el borde del área de cobertura secundaria.

2.2.3.6. Área de protección

La que corresponde al área de cobertura principal y secundaria, pero sin rebasar los límites de la correspondiente zona geográfica.

Ejemplo: para la zona geográfica P1 (Quito y valles aledaños), el área de cobertura principal más el área de cobertura secundaria de una estación de televisión abierta, cuyo transmisor se encuentra en el Cerro Pichincha, Corresponde a la ciudad de Quito, Tumbaco, Sangolquí, etc., como se observa en la figura 2.8.

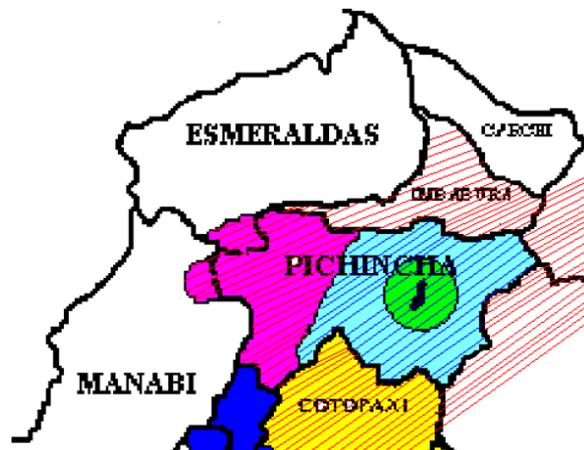


Figura 2.8: Área Protegida y No Protegida
Fuente: Investigación personal.

Donde las líneas de color azul representan al área protegida y las líneas en color rojo serían las áreas que no se protegerán debidos a que están dentro de zonas geográficas diferentes a la autorizada.

2.2.3.7. Relaciones de protección señal deseada/señal no deseada

La relación entre la señal deseada y la señal no deseada (interferencia) a la entrada del receptor, permite obtener una calidad de recepción específica de la señal deseada a la salida del receptor; es decir, la calidad de la imagen y del audio en el televisor.

En la Norma Técnica vigente, las relaciones de protección en las bandas I, III, IV y V se refieren en todos los casos a las señales de entrada al receptor.

Los valores que se indican a continuación están de acuerdo a lo establecido en la Recomendación UIT-R BT.655-6, la que define las relaciones de protección.

a) **Relación de protección para la señal de video:** en la tabla 2-4 se puede observar que la portadora de video (imagen) se encuentra ubicada a 1.25 MHz del límite inferior del rango de frecuencias correspondientes a cada canal.

De acuerdo con la Norma Técnica vigente, estos valores se refieren a dos señales de televisión y se aplican únicamente a la interferencia producida por la portadora de imagen modulada de la señal interferente; sin embargo, la interferencia es la ocasionada a la portadora de imagen modulada de la señal deseada.

a.1) **Interferencia Cocanal:** se produce cuando la separación de frecuencia entre la señal deseada e interferente es pequeña, por lo tanto la señal deseada y la interferente están dentro del mismo ancho de banda del canal.

Separación entre portadoras	Relación señal deseada/señal interferente
Inferior a 1000Hz	45 Db
1/3, 2/3, 4/3 ó 5/3 de la frecuencia de línea	28 Db

Tabla 2-4: Área Protegida y No Protegida
Fuente: Investigación personal.

La frecuencia de línea es la frecuencia de barrido del canal analógico, en el sistema NTSC es de 15750 KHz.

Esto quiere decir que para servir un área determinada, la señal de imagen del canal autorizado deberá estar 45 dB (15 veces) ó 28 dB (casi 9 veces), dependiendo del caso, por encima de la señal interferente.

a.2) **Interferencia de Canales Adyacentes:** La interferencia más desfavorable en la señal de imagen deseada es la producida por la señal de sonido de canal adyacente inferior. Se presenta debido a la presencia de una señal interferente proveniente del canal adyacente, de las emisiones no esenciales del transmisor, o de las espurias de otros sistemas de radiocomunicaciones.

Interferencia	Relación señal deseada/señal interferente
Del Canal inferior	-6 Db
Del Canal superior	-12 dB

Tabla 2-5: Niveles de señal de audio.
Fuente: Investigación personal.

En este caso, el nivel de la señal del canal autorizado para servir a un área determinada, deberá estar 6 dB (2 veces) ó 12 dB (4 veces), dependiendo del caso por encima de la señal interferente.

b) **Relación de protección para la señal de sonido:** En la tabla 2-5 se puede observar que la portadora de audio (sonido) se encuentra ubicada a 0.25 MHz del límite superior del rango de frecuencias correspondientes a cada canal.

Relación señal deseada / señal interferente	28 dB
--	--------------

En el caso de la señal de audio, significa que el nivel de la señal de audio del canal autorizado para servir un área determinada, debe estar 28 dB por encima de las señales interferentes.

Dentro de la zona geográfica y área de cobertura se protegerá la señal deseada contra señales no deseadas en los valores que indican en los numerales a) y b).

2.2.3.8. Potencia radiada máxima

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.

La potencia efectiva radiada (p.e.r) es la que resulta del producto de la potencia entregada por el equipo transmisor (Pt) a un arreglo de antenas, por su ganancia (G) (menos pérdidas en cables y conectores), en una dirección dada (azimut de máxima radiación).

$$p.e.r.kw = Ptkw \times g1$$

En la ecuación (1), el valor de g corresponde a la ganancia de la antena (arreglo de antenas) en dBd, menos las pérdidas en cables y conectores, que generalmente se considera 3dB.

$$g\text{ veces} = 10G - 3102$$

$$G = 10 \log_{10} \frac{P_{\text{antena real}}}{P_{\text{antena ideal}}} \text{ dB}$$

En donde,

“Pantena real” es la potencia entregada por la antena real utilizada (con pérdidas); y, “Pantena ideal” es la potencia entregada por una antena de referencia (sin pérdidas).

La ecuación (1), quedaría definida de la siguiente forma:

$$p.e.r.kw = Ptkw \times 10^{G-3104}$$

2.2.3.9. Asignación actual de canales de televisión

En nuestro país, todas las estaciones de televisión que prestan el servicio de televisión abierta (VHF y UHF), operan con tecnología analógica, cuya actual ocupación de acuerdo con la base de datos de la dirección general de Radiodifusión y Televisión de la Superintendencia de Telecomunicaciones, actualizada a agosto de 2007, se detallan a continuación, por provincias:

BOLIVAR

ESTACIÓN	CANAL	M/R	UBICACIÓN	POTENCIA DE	AZIMUT DE	COBERTURA
----------	-------	-----	-----------	-------------	-----------	-----------

				TRANSMISOR	TRANSMISIÓN (Kw)	MÁX. RADIACIÓN	PRINCIPAL
TELEVISIÓN DEL PACÍFICO	2	R		CERRO CEBADAPAMBA	0,1	347°	GUARANDA
CANAL CULTURAL MUNICIPAL	5	M		CERRO CASHCA TOTORAS	1	350°	CANTON GUARANDA
CADENA ECUATORIANA DE TELEVISIÓN	7	R		CERRO SUSANGA	0,1	30°	GUARANDA
CORPORACIÓN ECUATORIANA DE TELEVISIÓN	9	R		CERRO SUSANGA	0,1	30°	GUARANDA
TELEAMAZONAS	11	R		CERRO SUSANGA	0,05	30°	GUARANDA, CHIMBO, SAN MIGUEL
RED TELESISTEMA (R.T.S)	13	R		CERRO GUANGULQUIN	0,1	0°	GUARANDA
TELEATAHUALPA	21	R		CERRO CEBADAPAMBA	1	347°	GUARANDA

COTOPAXI

ESTACIÓN	CANAL	M/R	UBICACIÓN TRANSMISOR	POTENCIA DE TRANSMISIÓN (Kw)	AZIMUT DE MÁX. RADIACIÓN	COBERTURA PRINCIPAL
TELEAMAZONAS	7	R	CERRO SAGATOA	1	45° y 135°	LATACUNGA, AMBATO
TELEVISIÓN DEL PACÍFICO	7	R	CERRO GUINGOPANA	0,01	330°	SIGCHOS E ISINLIVI
RED TELESISTEMA (R.T.S)	9	R	CERRO SIMAURCU	0,1	335°	SIGCHOS
CADENA ECUATORIANA DE TELEVISIÓN	10	R	CERRO PILISURCO	1	45° y 135°	LATACUNGA, AMBATO
TELEVISIÓN DEL PACÍFICO	12	R	CERRO LA MANA (FALDAS)	0,1	50°	LA MANA
COLOR TELEVISIÓN	36	M	CERRO PUTZALAGUA	1	235°	LATACUNGA, AMBATO

CHIMBORAZO

ESTACIÓN	CANAL	M/R	UBICACIÓN TRANSMISOR	POTENCIA DE TRANSMISIÓN (Kw)	AZIMUT DE MÁX. RADIACIÓN	COBERTURA PRINCIPAL
TELEAMAZONAS	2	R	CERRO ALAUSI	0,002	20°	ALAUSI
TELEVISORA NACIONAL	2	R	LOMA DE LA MIRA	0,5	200°	RIOBAMBA
TELEVISIÓN DEL PACÍFICO	4	R	CERRO DANAS	0,01	137°	ALAUSI
TELEAMAZONAS	4	R	CERRO LA MIRA	1	200°	RIOBAMBA, GUANO
CADENA ECUATORIANA DE TELEVISIÓN	6	R	LOMA LA MIRA	1	200°	RIOBAMBA, GUANO
TELERAMA	7	R	CERRO LA MIRA	0,1	200°	RIOBAMBA
RED TELESISTEMA (R.T.S)	7	R	CERRO AMULA	0,005	323°	SAN JUAN, CALPI
TELEVISIÓN DEL PACÍFICO	9	R	CERRO HIGNUG CACHA	1	270°	RIOBAMBA
RED TELESISTEMA (R.T.S)	11	R	LOMA LA MIRA	1	200°	RIOBAMBA, GUANO
TELEAMAZONAS	13	R	5KM	0,025	258°	GUAMOTE

		SURORIENTE- GUAMOTE				
TVS	13	M	CERRO AMULA GRANDE	0,5	270°	RIOBAMBA
CADENA ECUATORIANA DE TELEVISIÓN	13	R	CERRO ALAUSI	0,002	0°	ALAUSI
AMERICAVISIÓN	21	R	CERRO LA MIRA	1	200°	RIOBAMBA
CANAL UNO	23	R	CERRO HIGNUG CACHA	1	68°	RIOBAMBA
CANAL UNO	24	R	CERRO CUSHCA	0,1	290°	COLTA
CAPITAL TV	25	R	CERRO HIGNUG CACHA	1	68°	RIOBAMBA
TELEATAHUALPA	27	R	CERRO HIGNUG CACHA	1	68°	RIOBAMBA
ECUAVISIÓN	29	M	CERRO AMULA	1	185°	RIOBAMBA

PASTAZA

ESTACIÓN	CANAL	M/R	UBICACIÓN TRANSMISOR	POTENCIA DE TRANSMISIÓN (Kw)	AZIMUT DE MÁX. RADIACIÓN	COBERTURA PRINCIPAL
TELEAMAZONAS	4	R	CERRO CALVARIO	1	280°	EL PUYO, SHELL, MERA
CADENA ECUATORIANA DE TELEVISIÓN	5	R	CERRO CALVARIO	0,05	280°	EL PUYO
SONOVISIÓN	7	M	CERRO CALVARIO	1	280°	EL PUYO
CADENA ECUATORIANA DE TELEVISIÓN	7	R	CERRO ABITAGUA	0,01	155°	SHELL, MERA
TELEVISIÓN DEL PACÍFICO	9	R	CERRO CALVARIO	1	280°	EL PUYO
RED TELESISTEMA (R.T.S)	11	R	CERRO CALVARIO	1	280°	EL PUYO
TELEVISORA NACIONAL	13	R	CERRO CALVARIO	0,5	280°	EL PUYO
HOY TV – CANAL 21	21	R	CERRO CALVARIO	1	280°	EL PUYO
TELEATAHUALPA	23	R	CERRO CALVARIO	1	280°	EL PUYO

TUNGURAHUA

ESTACIÓN	CANAL	M/R	UBICACIÓN TRANSMISOR	POTENCIA DE TRANSMISIÓN (Kw)	AZIMUT DE MÁX. RADIACIÓN	COBERTURA PRINCIPAL
PROMOTORES TV-AMBATO	2	M	CERRO SAGATOA	0,25	45° y 135°	AMBATO
RED TELESISTEMA (R.T.S)	4	R	CERRO PILISURCO	5	45° Y 135°	AMBATO, LATACUNGA
TELEVISORA NACIONAL	5	R	CERRO SAGATOA	0,5	45° y 135°	AMBATO, LATACUNGA
TELEVISIÓN DEL PACÍFICO	9	R	CERRO TOPO (ABITAGUA)	0,01	300°	RIO NEGRO
TELEVISIÓN DEL PACÍFICO	9	R	CERRO LOMA GRANDE	0,01	135°	BAÑOS
TELEVISIÓN DEL PACÍFICO	12	R	CERRO PILISURCO	0,5	45° y 135°	AMBATO, LATACUNGA
TELEAMAZONAS	12	R	CERRO COTALO	0,01	85°	BAÑOS, PATATE
CADENA ECUATORIANA DE	13	R	CERRO COTALO	0,01	85°	BAÑOS

TELEVISIÓN						
AMERICAVISIÓN	22	R	CERRO PILISURCO	1	45° y 135°	AMBATO
CANAL UNO	24	R	CERRO PILISURCO	1	45° y 135°	AMBATO, LATACUNGA
TELEATAHUALPA	28	R	CERRO LOMA GRANDE	0,1	135°	BAÑOS
TELEATAHUALPA	28	R	CERRO PILISURCO	1	45° y 135°	AMBATO, LATACUNGA
HOY TV – CANAL 21	30	R	CERRO PILISURCO	1	45° y 135°	AMBATO
UNIMAX	34	M	CERRO PILISURCO	1	45° y 135°	AMBATO LATACUNGA
ASOMAVISIÓN	41	R	CERRO PILISURCO	1	45° y 135°	AMBATO, LATACUNGA

Tabla 2-6: Canales de televisión autorizados a nivel nacional

Fuente: www.conatel.gob.ec

En el Anexo 1 se indican las coordenadas geográficas de los sitios que se indican en la columna UBICACIÓN TRANSMISOR de la tabla.

En la televisión analógica se han desarrollado tres sistemas:

- NTSC
- PAL
- SECAM

Para el servicio de televisión en nuestro país, se establece el sistema M/NTSC de 525 líneas, con las características técnicas que establece la UIT y complementariamente la FCC (Comisión Federal de Comunicaciones de los Estados Unidos), en todo el territorio ecuatoriano.

2.2.4. Sistema NTSC

NTSC (National Television System Committee) es un sistema de codificación y transmisión de televisión a color analógica desarrollada en Estados Unidos por los años 1940, que está siendo actualmente empleado en la mayor parte de América y Japón, entre otros países. Un derivado de NTSC es el sistema PAL que se emplea en Europa.

El sistema NTSC consiste en la transmisión de 29,97 cuadros de vídeo en modo entrelazado con un total de 525 líneas de resolución, una velocidad de actualización de 30 cuadros de vídeo por segundo y 60 campos de alternación de líneas.

Para garantizar la compatibilidad con el sistema NTSC en blanco y negro, el sistema NTSC de color mantiene la señal monocromática en blanco y negro como componente de luminancia de la imagen en color, mientras que las dos componentes de crominancia se modulan con una modulación de amplitud en cuadratura sobre una subportadora de 3,579545 MHz. La demodulación de las componentes de crominancia es necesariamente síncrona, por lo tanto se envía al inicio de cada línea una señal sinusoidal de referencia de fase conocida como "salva de color", "burst" o "colorburst". Esta señal tiene una fase de 180° y es utilizada por el demodulador de la crominancia para realizar correctamente la demodulación. A veces, el nivel del "burst" es utilizado como referencia para corregir variaciones de amplitud de la crominancia de la misma manera que el nivel de sincronismo se utiliza para la corrección de la ganancia de toda la señal de vídeo.

2.2.4.1. Características principales del sistema NTSC

a) La transmisión de luminancia se debe limitar al mismo espectro que se venía empleando para transmisiones en blanco y negro. Ya estaban definidos los canales de 6MHz cada uno, el nuevo servicio debía hacer uso de estos mismos canales ya establecidos. En este tiempo ya era conocida la curva de sensibilidad del ojo y otros estudios sobre tricromía y colorimetría, también se conocía la relación entre luminancia y los 3 colores primarios:

$$Y=0.30R+0.59G+0.11B \text{ (a).}$$

La señal Y se trasmite por modulación de amplitud con banda lateral vestigial, sobre una portadora de R.F. correspondiente al canal utilizado.

b) Además de la luminancia, obtenida según (a), se debían transmitir 2 señales más para caracterizar completamente una imagen coloreada. Se conocía bien la teoría de los 3 colores, y estaban convencidos que eran 3 señales las que se debían transmitir; como por compatibilidad, una de estas señales debía ser obligatoriamente Y, quedaba por definir las otras 2. Se observó que en caso de una imagen no coloreada (negra, gris o blanca), se cumplía una relación muy particular entre los 3 colores primarios: $kR=kG=kB$ con $0 \leq k \leq 1$, entonces se dedujo que las señales $(kR-kY)$, $(kG-kY)$, $(kB-kY)$ eran señales que definían solo el colorido de la imagen, pues en caso de negro, gris o blanco se anulaban,

esto es no llevan información de color y cumplen con la compatibilidad exigida. Por lo tanto se decidió con buen criterio, enviar junto con la señal Y, las señales (kR-kY) y (kB-kY) obteniéndose la restante en el receptor. Estas 2 señales se llamaron diferencia al rojo y diferencia al azul y son las componentes de la señal de crominancia. También se descubrió que estas señales debían ser corregidas por alinealidades en la cadena de transmisión y en el tubo del receptor.

c) Un canal de televisión transmitido en el sistema NTSC utiliza alrededor de 6 MHz de ancho de banda, para contener la señal de vídeo, más una banda de guarda de 250 KHz entre la señal de vídeo del canal superior y la de audio. Los 6 MHz de ancho de banda se distribuyen de la siguiente forma: a 1,25MHz del tope inferior esta la portadora de vídeo principal con dos bandas laterales, una vestigial de 0,75 MHz y otra completa de 4,25 MHz; las componentes de color a 3,579545 MHz sobre la portadora de vídeo principal, moduladas en cuadratura; la portadora de audio principal a 4,5 MHz transmitida sobre la señal de vídeo principal y los últimos 250 KHz de cada canal para la señal audio estereofónica en frecuencia modulada. La señal de crominancia en el sistema NTSC norma M se transmite en una frecuencia subportadora FM en los 3.58 MHz.

d) Dentro del canal de 6 MHz, debe poder introducirse el espectro de luminancia y de crominancia sin perturbarse mutuamente, o en su defecto, perturbando lo menos posible al primero. Para lograr este objetivo se basaron en estudios ópticos, donde se establecía que el ojo es más sensible a diferencias de brillo sobre pequeñas superficies, que al color sobre idénticas superficies, concluyéndose que el ancho de banda de crominancia debía ser menor que el de luminancia. También se observó que los espectros contenían energía en paquetes, perfectamente ubicables dentro del canal, pues eran múltiplos de la frecuencia de línea o frecuencia horizontal. Se determinó que el espectro de crominancia debía ubicarse en la zona de altas frecuencias de la luminancia, donde esta tenía paquetes de menor energía, por lo tanto, interferiría menos en esta zona.

e) Modulación de la subportadora. Para conseguir llevar el espectro de crominancia a la zona de alta frecuencia de la luminancia era necesario modular las señales de diferencia de color con una portadora que se denominó subportadora de color. Como ambas señales diferencia de color debían transmitirse simultáneamente sobre la misma portadora

se recurrió a la modulación de amplitud en cuadratura, donde la modulación sobre la subportadora se hace con un corrimiento de fase de 90 grados, obteniéndose en definitiva una modulación en amplitud y fase. La determinación del valor de la subportadora se basó en el hecho que para intercalar ambos espectros de rayas, la subportadora debía ser un múltiplo de la semifrecuencia de línea, donde la luminancia dejaba huecos sin energía. Así se eligió un valor de $f_{sc}=3.579545\text{MHz}$.

f) Sustitución de las señales diferencia de color. Sobre la base de estudios (elipses de Mac-Adam) y a las características fisiológicas del ojo, en el sistema NTSC se decidió correr los ejes de modulación que hasta entonces eran (B-Y) y (R-Y) por los definidos por una rotación de 33%, donde se creía se podían conseguir 2 ejes, uno con máxima sensibilidad, llamado I, al que se le asigna un mayor ancho de banda, y otro eje de mínima resolución, llamado Q, al que se le asigna un menor ancho de banda. Esto solo fue una transformación lineal que no alteró el principio de funcionamiento ni el tipo de modulación.

g) Primarios reales y blanco de referencia real para TV color. Conocido entonces era el diagrama de la ICI, y se definieron las coordenadas xy de los 3 primarios seleccionados y el blanco de referencia, que se aproximaron bastante a los teóricos.

h) Funcionamiento con la portadora suprimida. Se hizo necesario para la transmisión de la crominancia eliminarle la subportadora luego de la modulación, para la compatibilidad en receptores monocromáticos. Esta portadora de color se regenera en el receptor a partir de un oscilador a cristal, pero hace falta que esta portadora en el receptor esté sincronizada y en fase con la del emisor, por lo cual se agrega a la señal compuesta (luminancia, crominancia, sincronismos y borrados) unos ciclos de portadora color (entre 8 y 12) que el receptor utilizara en detectores síncronos. Esta señal auxiliar se denomina Burst o ráfaga de color (así mencionada en las normas).

2.2.4.2. Inconvenientes del Sistema NTSC

Los problemas de transmisión e interferencia tienden a degradar la calidad de la imagen en el sistema NTSC, alterando la fase de la señal del color, por lo que en algunas ocasiones el cuadro pierde su equilibrio del color en el momento de ser recibido, esto

hace necesario incluir un control de tinte, que no es necesario en los sistemas PAL o SECAM.

Otra de sus desventajas es su limitada resolución, de solo 525 líneas de resolución vertical, la más baja entre todos los sistemas de televisión, lo que da lugar a una imagen de calidad inferior a la que es posible enviar en similar ancho de banda con otros sistemas. Además, la conversión de los formatos cinematográficos a NTSC requiere un proceso adicional conocido como "pulldown de 3:2".

2.3 FORMAS DE TRANSMISIÓN DE TELEVISIÓN ANALÓGICA.

2.3.1. Ubicación de las antenas transmisoras

Debido al elevado nivel de potencia con que trabajan los sistemas de transmisión de las estaciones de televisión, que ocasionan inducción e interferencias a otros sistemas de radiocomunicaciones (que son más sensibles), en general los sistemas de transmisión deben ubicarse fuera del perímetro urbano de las ciudades.

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

2.3.2. Frecuencias auxiliares

Frecuencias auxiliares son aquellas utilizadas para enlazar el estudio principal de una estación de televisión con el sitio donde se encuentra ubicado el sistema de transmisión (enlace estudio-transmisor), el estudio o sistema de transmisión de la estación matriz con el(los) sitio(s) donde se encuentra(n) instalado(s) el(los) sistema(s) de transmisión de su(s) repetidora(s), entre los sitios donde se encuentran instalados los sistemas de transmisión de las repetidoras, y otras que se requieran para el servicio de televisión.

En la figura 2.9 se representa un gráfico de un sistema de televisión que utiliza enlaces terrestres para llevar la señal desde el estudio hacia el transmisor principal y sus repetidoras.

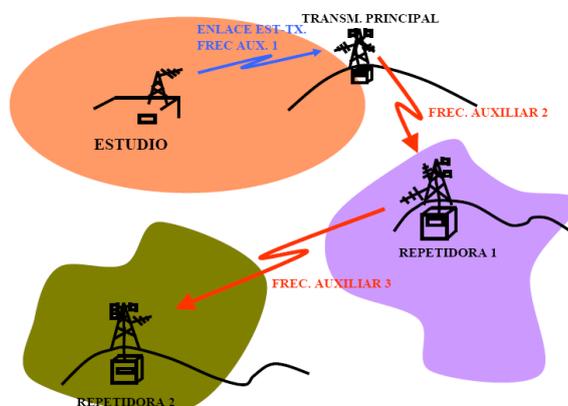


Figura 2.9: Forma de enlazar una matriz y dos repetidoras de un sistema de televisión, a través de frecuencias auxiliares.

Fuente: Investigación Personal

Otra manera de llevar la señal de la estación matriz hacia sus repetidoras es utilizando traslación de señal, esto es que la señal de televisión emitida desde un transmisor es recibida en otro sitio, demodula y traslada a otro canal para la recepción del público en general, figura 2.10; esto ocasiona que el canal utilizado para trasladar la señal no pueda ser concesionado a otro operador, lo que genera un uso inadecuado del espectro, razón por la cual la disposición transitoria constante en el numeral 20 de la Norma Técnica vigente, establece que las estaciones de televisión que utilicen canales de televisión como enlaces, tendrán plazos específicos, que corren a partir de la expedición de las misma Norma, para operar enlaces de microondas en las bandas asignadas para el efecto.

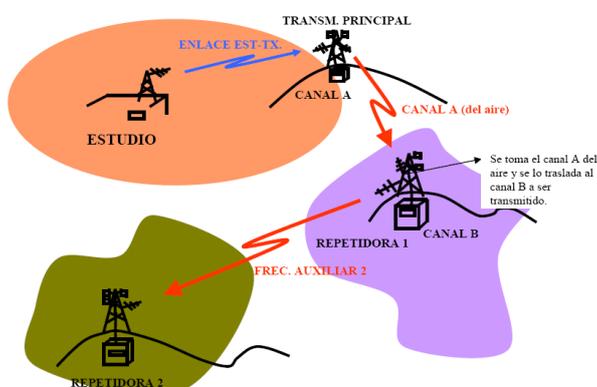


Figura 2.10: Forma de enlazar una matriz y dos repetidoras, a través de un canal de televisión (traslación de señal) y frecuencia auxiliar.

Fuente: Investigación personal.

En el Plan Nacional de Frecuencias, publicado en Registro Oficial No. 192 de 26 de Octubre de 2000, no se atribuyó ninguna banda de frecuencias para enlaces de televisión, por lo que ante las necesidades de las estaciones de televisión, el CONATEL con Resolución 501-25-CONATEL-2002 del 19 de septiembre del 2002, modificó las Normas EQA, atribuyendo bandas de frecuencias para enlaces de televisión.

En virtud de que las bandas destinadas para enlaces de televisión no eran suficientes para atender las peticiones de concesión, ampliación, asociaciones y cadenas, se conformaron comisiones para analizar la problemática del Plan Nacional de Frecuencias y la falta de espectro para enlaces de radiodifusión y televisión, sin que se llegue a concretar una solución definitiva, razón por la cual, mediante Resolución 571-20-CONATEL-2004 de 15 de septiembre de 2004, el CONATEL resuelve compartir las bandas atribuidas a los servicios fijo y móvil con los enlaces de radiodifusión y televisión.

El Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión CONATEL, en conformidad con lo establecido en la Ley Reformatoria a la Ley de Radiodifusión y Televisión, aprobó y publicó en el Suplemento del Registro Oficial No. 151 de 23 de noviembre de 2005, el Plan Nacional de Distribución de Frecuencias para Radiodifusión y Televisión, en el que se contemplan bandas compartidas con los servicios de telecomunicaciones, en las que ya no se realizan asignaciones de frecuencias por parte del CONATEL y bandas exclusivas para enlaces de radiodifusión y televisión.

Mediante Resolución No. 038-02-CONATEL-2007 de 10 de enero de 2007, publicada en el Registro Oficial No. 17 de 7 de febrero de 2007, el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, resolvió entre otros aspectos, declarar la inaplicabilidad del Plan Nacional de Distribución de Frecuencias de Radiodifusión y Televisión, en aquel contenido que no se ajuste al Plan Nacional de Frecuencias, y conceder al CONATEL un plazo de 30 días para que rectifique el denominado Plan Nacional de Distribución de Frecuencias de Radiodifusión y Televisión ajustándose al Plan Nacional de Frecuencias emitido por el CONATEL y particularmente en los términos del informe de la Comisión Técnica CONATEL-CONATEL emitido con oficio No. AEOMJZ-2004-01 de 13 de octubre de 2004.

2.3.3. TELEVISIÓN POR CABLE

El sistema de cable nació para cubrir la necesidad de recepción de señales de TV manifestada por aquellos lugares alejados de los centros de emisión o separados de los mismos por obstáculos naturales, recurriendo a la utilización de una antena comunitaria, que ubicada a gran altura proveía de la señal que era distribuida a toda la comunidad por un cable coaxial como vínculo. Las redes fueron creciendo y la cantidad de canales a transmitir fue cada vez mayor. Se agregaron programas en vivo, desde VCR o desde generadores de caracteres.

Finalmente fue agregada la recepción de señales vía satélite. Se comenzó utilizando solo los cinco canales de banda baja, para luego ir pasando a hacer uso de las bandas altas, medias y super-banda. En muchos casos se hizo necesario agregar un conversor de canales externo al televisor para poder sintonizar la totalidad de los canales.

2.3.3.1. Arquitectura de una Red CATV

El sistema de televisión por cable consta básicamente de un equipamiento central que recibe el nombre genérico de cabecera (headend) y una planta externa que suele llamarse red.

· Cabecera.

En la cabecera está centraliza la recepción y/o generación de las señales para luego realizar una combinación de las señales que serán distribuidas a través del sistema. Los canales abiertos son retransmitidos por cable, generalmente sin ser demodulados a la banda base. Las señales vía satélite recibidas en un receptor satelital, son procesadas en la cabecera según sea necesario su cambio de norma y/o su decodificación. Las señales originadas en videoreproductores deben ser tratadas en video y audio antes de distribuir. El procesamiento más difundido es mediante la utilización de correctores de base tiempo (CBT) para reducir las inestabilidades propias de las maquinas VCR.

Una vez obtenidas todas las señales, se mezclan en un combinador, mezclador o sumador, puede ser activo o pasivo y de ahí sale a la red. En la figura 2.11 se muestra un diagrama de una cabecera de una red CATV.

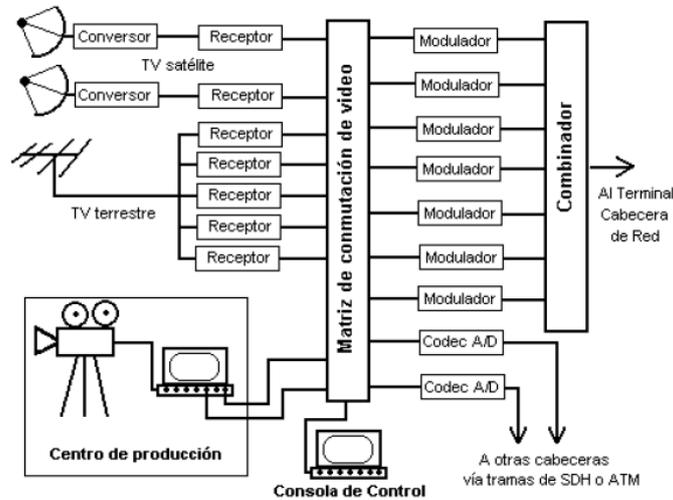


Figura 2.11: Cabecera de una red CATV
Fuente: Fundamento de un aparato de televisión

· Terminal Cabecera de Red.

El Terminal Cabecera de Red es el encargado de recibir la señal eléctrica generada en la Cabecera y transformarla en señal óptica para su envío por fibra a los diversos centros de distribución repartidos por la población.

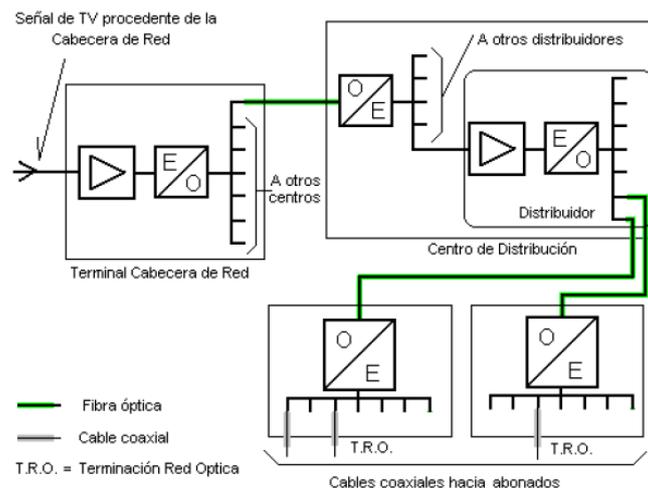


Figura 2.12: Terminal cabecera de una red CATV
Fuente: Fundamento de un aparato de televisión

· **Centro de distribución.**

En el Centro de Distribución, la señal óptica se convierte nuevamente en eléctrica y se divide para aplicarla a los distribuidores. En cada distribuidor se tiene un amplificador para elevar el nivel de la señal, atenuada por la división.

A continuación se convierte nuevamente en óptica y mediante fibra se encamina hasta la proximidad de los edificios a servir, es lo que se denomina fibra hasta la acera, aunque esto no sea enteramente exacto. Estas fibras terminan en las denominadas Terminaciones de Red Óptica.

· **Terminación de Red Óptica.**

La Terminación de Red Óptica es el último eslabón de la red. Colocadas, generalmente, en zonas comunes de los edificios, como garajes o cuartos de contadores, sirven de terminal de las fibras hasta la acera (Fiber Deep) que portan las señales ópticas que van a ser convertidas nuevamente en eléctricas y aplicadas a un distribuidor para, mediante cables coaxiales, llevar la señal de televisión a los domicilios de los abonados al servicio.

2.3.4. TELEVISIÓN VÍA SATÉLITE

2.3.4.1. Sistema Satelital

Un sistema satelital básicamente se lo puede considerar como un sistema repetidor, ya que tiene la capacidad de recibir y retransmitir información gracias a un transponder que es un dispositivo receptor-transmisor, donde las señales recibidas son amplificadas antes de ser retransmitidas a la tierra. Para evitar interferencias les cambia la frecuencia.

Un sistema satelital consiste de un número de transponders, una estación terrena maestra para controlar su operación, y una red de estaciones terrenas de usuarios, cada uno de las cuales posee facilidad de transmisión y recepción. El control se realiza

generalmente con dos estaciones terrenas especiales que se encargan de la telemetría, el rastreo y la provisión de los comandos para activar los servicios del satélite.

Las órbitas en las cuales puede funcionar un sistema satelital son:

- Órbitas Geoestacionarias (GEO)
- Órbitas Medias (MEO)
- Órbitas Bajas (LEO)
- Órbitas elípticas inclinadas

Por lo tanto si un satélite se ubica a una altura de 35860 Km. sobre el plano del Ecuador, gira en torno a la tierra a una velocidad de 11070 Km./h, con un periodo de 24 horas, lo que hace que permanezca estacionario frente a un punto terrestre, tomando así su nombre de satélite geoestacionario. Debido a esta cualidad las antenas terrestres pueden permanecer orientadas en una posición relativamente estable en un sector orbital.

El medio de transmisión físico utilizado es un medio no guiado, principalmente el aire. Se usan señales de microondas para la transmisión por satélite, éstas son unidireccionales, sensibles a la atenuación producida por la lluvia, pueden ser de baja o de alta frecuencia y se ubican en el orden de los 100 MHz hasta los 10 GHz.

Un enlace satelital consta de:

- Un enlace tierra- satélite o enlace ascendente (uplink)
- Un enlace satélite-tierra o enlace descendente (downlink)

2.3.4.2. Transmisión de Televisión por Satélite

Debido a la gran potencia de los satélites destinados para Televisión éstos necesitan de un espaciado de al menos 8 grados y de esta forma evitar que el haz proveniente de la Tierra ilumine también a los satélites vecinos.

Los satélites de transmisión satelital son especialmente convenientes para regiones en las cuales no existe una buena red de comunicación o están lejos de los grandes sistemas urbanos.

2.3.4.3. Infraestructura de un sistema de Televisión Digital por Satélite

Básicamente, un sistema satelital está compuesto de tres elementos fundamentales:

- La estación terrena emisora
- El satélite
- La estación terrena receptora.
- El reflector parabólica o antena
- Unidad exterior

En la figura 2.13 podemos observar un esquema de un sistema satelital.

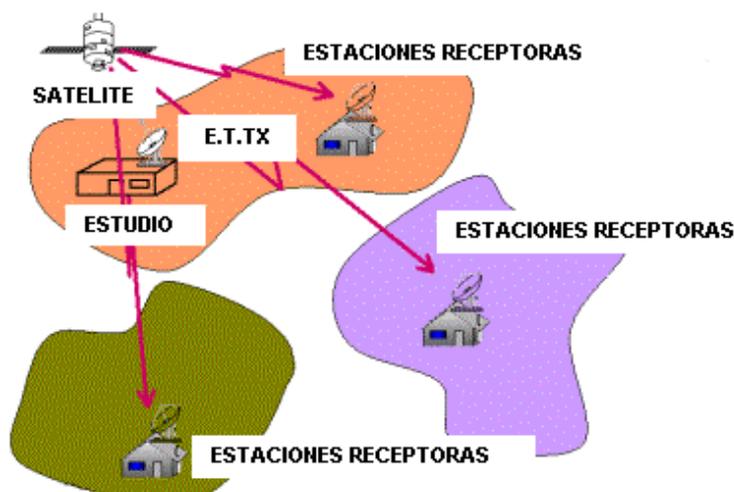


Figura 2.13: Sistema Satelital de Televisión.

Fuente: Compendio histórico de las telecomunicaciones en Ecuador – SUPTEL 2007

· Estación Terrena Emisora

La información a transmitirse es generada en los estudios de televisión en forma de sonido e imágenes sincronizadas. Esta información, pasará a un transmisor y posteriormente a una antena de emisión que la envía al satélite.

El enlace entre los estudios y el transmisor puede efectuarse por cable, en caso de que los primeros estén en la misma estación transmisora, o bien se utiliza un radio enlace si la estación está situada en un lugar alejado.

Una vez en el transmisor, la señal en banda base es modulada en una portadora de 70 ó 140 MHz y la resultante se convierte, por medio de un oscilador de microondas, a una frecuencia del canal de satélite de 14GHz, con un ancho de banda por canal entre 20 y 40 MHz. Luego pasa a una etapa de amplificación final antes de que la señal sea emitida mediante una antena parabólica, constituyendo el haz ascendente del enlace.

El número de canales de televisión transmitidos por una estación, dependen del diseño electrónico del satélite. Simultáneamente se puede transmitir varios canales.

· **Los Satélites**

Encargados de procesar las señales que recibe y reenviarlas a su respectiva estación receptora.

· **Estación Terrena Receptora**

La estación receptora es el último eslabón del enlace descendente en un sistema de transmisión de TV satélite. Se pueden distinguir las siguientes partes fundamentales:

- Reflector parabólico ó Antena, que recibe la señal procedente del satélite.
- Unidad externa, que recibe la señal procedente de la antena y la convierte en una frecuencia inferior para enviarla, vía cable coaxial, a la unidad interior.
- Unidad interior, que recibe la señal y la procesa para enviarla el receptor de TV.

Aparte de estos elementos básicos de una estación receptora de satélite existen otra serie de elementos que intervienen en la distribución de señales de TV satélite. Estos son:

- Procesadores de FI.
- Amplificadores FI.
- Conversores de bloque FI/VHF.
- Conversores de bloque VHF/FI.

- Elementos de distribución

Con una antena grande de plato se recoge la señal y se la refleja hacia su foco. Un concentrador, ubicado precisamente en dicho foco, canaliza la radiación reflejada y concentrada por el plato hacia el LNA. Un corto tramo de cable revela estas señales hacia un dispositivo llamado conversor, que baja la gama de frecuencias. Después de la subconversión, el mensaje es enviado a un receptor de video, para ser convertido en una forma comprensible para la TV.

- **Reflector Parabólico o Antena**

Es el elemento encargado de captar la señal proveniente del satélite. La antena es un elemento clave en la cadena de recepción de la estación terrena, además de que de ella depende la calidad de la señal recibida.

La calidad de una antena para satélite está determinada por la forma en que apunta al satélite e ignora las interferencias y ruidos indeseables, por lo que los parámetros a tener en cuenta a la hora de elegir una antena serán la ganancia, los niveles de lóbulo secundario, el ancho de haz, etc.

La mayoría de las antenas de microondas que se usan actualmente en las estaciones terrestres receptoras de satélite, están diseñadas en base a superficies parabólicas. Esta geometría concentra todas las señales recibidas según una dirección paralela a su eje en un solo punto llamado foco. En dicho foco se coloca el alimentador de la antena que es el elemento encargado de recibir la señal reflejada en el disco parabólico y de transmitirla a los siguientes elementos de la de recepción (polarizadores, conversores, etc.).

- **Unidad Exterior**

Conjunto de dispositivos situados en el foco de la antena parabólica.

Está formado por:

- Alimentador o iluminador
- Polarizador
- Conversor LNB

2.3.4.4. Distribución de TV Satélite

Una vez instalada la antena y las unidades externas, la señal recibida ha de ser distribuida a los distintos usuarios a través de una red de distribución. Existen varias alternativas para distribuir las señales que transmiten los satélites:

- Distribución por procesado de canales (distribución RF)
- Distribución en FI
- Distribución selectiva o mixta
- Distribución por bloques de FI en VHF (no utilizada)
- Distribución de todos los canales TVSAT mediante un único canal RF (no utilizada)

2.3.4.5. Servicios de Televisión Satelital

Algunos de los servicios que presenta la televisión satelital son:

- Permite comprar y ver un programa pago.
- Permite cancelar un programa ya sea pago o no.
- Permite realizar una Guía de Materias en donde se puede clasificar la programación según el tipo de materia, como por ejemplo películas o deportes.
- Presenta una Guía de Canales en donde muestra la programación canal por canal.
- Presenta una Guía de Atracciones en donde muestra las atracciones a venir y la información sobre eventos especiales.
- Permite, mediante la función reloj, ajustar su Sistema de Satélite para que sintonice automáticamente un canal o un programa en particular a una hora predeterminada.
- Permite, mediante el Buzón, leer mensajes enviados por el proveedor de programas.
- Permite seleccionar el tamaño de imagen entre la opción tamaño regular de pantalla de Televisor (proporción de 4:3) o la opción Cine (proporción 16:9).
- Posee un botón Ayuda.

- Posibilita la creación de listas de canales preferidos incluyendo una lista de canales "aprobados para los padres", para los miembros más jóvenes de la familia.
- Posibilidad de establecer un límite de censura para películas, el cual restringe la posibilidad de ver programas clasificados por encima de un nivel determinado de censura (aplicable solamente a aquellas películas censuradas) en el caso de que dicha información de censura sea transmitida por el proveedor de programas.
- Posibilidad de establecer un límite de gastos por evento, el cual le permite controlar las compras de los eventos pagos que su familia realizará.
- Permite bloquear o desbloquear el sistema.
- Permite agregar o eliminar canales.

2.4 FUNDAMENTOS DE TELEVISIÓN DIGITAL.

La TV digital es más que convertir las emisiones analógicas tradicionales al formato digital, es una mejora de calidad de la imagen y sonido, un mayor número de canales y la introducción de numerosos servicios interactivos, además de servicios móviles.

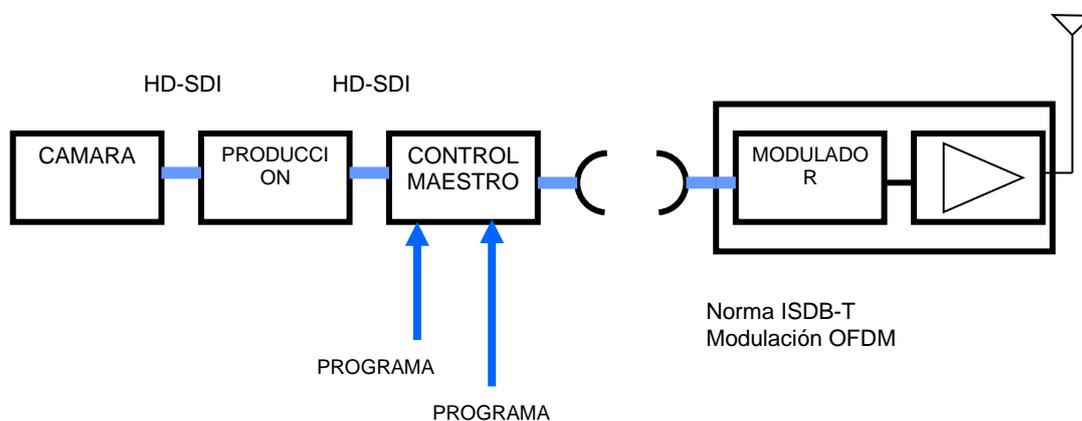


Figura 2.14: Diagrama básico de un canal de televisión Digital.

Fuente: Fundamentos y estándares de televisión

El 26 de marzo de 2010, el Superintendente de Telecomunicaciones, ingeniero Fabián Jaramillo, presentó al Consejo Nacional de Telecomunicaciones – CONATEL, el Informe para la definición e implementación de la Televisión Digital Terrestre en el Ecuador, el cual contiene una síntesis histórica de la televisión; los estándares internacionales de Televisión Digital; el plan de implementación de la TDT; los actores

del proceso; el estudio y pruebas técnicas; la investigación de usos, hábitos y preferencias de la televisión en el país; el análisis del impacto socioeconómico; análisis regulatorio, entre otros temas.

2.4.1. BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS ESTÁNDARES DIGITALES

Actualmente se están implementando tres sistemas en el mundo:

- ATSC
- DVB
- ISDB

El estándar más difundido es el europeo DVB (Digital Video Broadcasting). Puede entregar virtualmente cualquier clase de señal digital, ya sea HDTV, televisión estándar (PAL; NTSC o SECAM) o nuevos contenidos en multimedios de banda ancha y servicios interactivos.

ATSC, el estándar de los Estados Unidos, geográficamente no está muy extendido, es menos completo que DVB y aparentemente, sus limitaciones reducen la aceptación a nivel mundial.

ISDB, siendo un estándar tecnológicamente bueno, sus particularidades relacionadas con el ambiente japonés, limitan su aceptabilidad.

Tecnologías	 ATSC	 DVB	 ISDB	 ISDB BRASIL
Aplicativos	Interactivo	Interactivo	Interactivo	Interactivo
Middleware	Base	MHP	ARIB	GINGA
Compresión Audio	DOLBY AC3	MPEG-1 L-II	MPEG-II AAC	MPEG-II AAC
Compresión de Video	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-4
Transporte	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2
Modulación	8-VSB	COFDM	BST-OFDM	BST-OFDM

Tabla 2-7: Estándares de televisión digital
Fuente: Investigación personal.

La figura 2.15 muestra la distribución de los estándares digitales en el mundo, se puede observar la mayor proximidad tecnológica entre DVB e ISDB, pues estas comparten más tecnologías subyacentes entre sí que con ATSC.

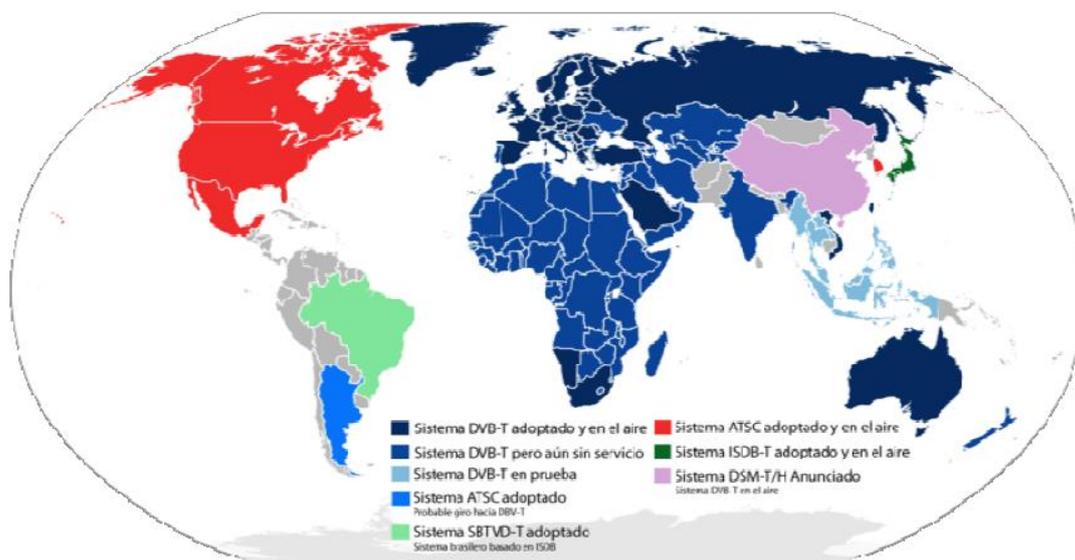


Figura 2.15: Distribución geográfica de los estándares digitales
Fuente: HDTV Guide

2.4.1.1. DVB – (Digital Video Broadcast)

Estándar europeo adoptado mundialmente por más de 100 países. Desde su concepción en 1993, el Proyecto DVB ha tenido mucho éxito al crear un estándar abierto para televisión digital que garantiza al país que lo adopte. Hay más de 120 millones de receptores DVB en operación.

De acuerdo a sus creadores, este estándar permite considerables economías de escala y asegura que quien lo utilice y el público se beneficiará de la transformación digital.

Ofrece las siguientes características:

a. Interoperabilidad

Los estándares abiertos garantizan que los sistemas tendrán la capacidad de interconectarse independientemente de los fabricantes que provean los equipos. DVB utiliza el sistema de codificación MPEG-2 que permite que las señales se transmitan con facilidad en cualquier medio de transmisión.

b. Flexibilidad

DVB entrega al usuario virtualmente cualquier señal de televisión, ya sea HDTV (High Definition TV), TV multicanal diversas (PAL, NTSC o SECAM) o nuevos contenidos de multimedios de banda ancha y servicios interactivos.

Debido al uso de MPEG-2 entrega “Contenedores de datos” y la información de servicio DVB que los identifica.

c. IPR

La política IPR (Intellectual Property Rights) de DVB está diseñada para proteger el interés de quienes cuentan con licencias IPR para el despliegue en el mercado de productos y servicios.

d. Organización

Los Miembros del proyecto DVB desarrollan y acuerdan especificaciones que luego pasan al cuerpo de estándares europeos para los sistemas de medios, el EBU/CENELEC/ETSI para aprobación. Luego el CENELEC y, en la mayoría de los casos, la ETSI las formaliza como estándares.

e. Áreas de aplicación

Hay subconjuntos de estándares que vienen identificados según el área de su aplicación:

- **DVB-C:** sistema de cable digital.
- **DVB-H:** teledifusión digital terrestre para receptores handheld que funcionan con baterías.
- **DVB-S:** es la versión de primera generación del sistema satelital digital.
- **DVB-S2:** es la especificación para la versión de segunda generación del sistema satelital digital.

- **DVB-T:** es la especificación del sistema de teledifusión digital terrestre.
- **DVB-t:** es el estándar que permite la transmisión digital móvil en forma sinérgica a través de DVB-H.
- **DVB-DATA:** especificación del sistema de entrega de datos cíclicos.
- **DVB-SI:** sistema de información de servicio.
- **DVB-MHP:** Middleware para televisión interactiva.

2.4.1.2. ATSC – (Advanced Television System Committee)

Estándar estadounidense adoptado por Canadá, México y Corea del Sur. El Advanced Television Systems Committee, Inc., es una organización internacional sin fines de lucro que desarrolla estándares para televisión digital. ATSC crea y promueve la implementación de Estándares y Prácticas Recomendadas “voluntarias” para el avance de la difusión (broadcasting) de televisión digital terrestre y para facilitar la interoperabilidad con otros sistemas.

ATSC fue formada en 1982 por las organizaciones miembros del Joint Committee on Intersociety Coordination (JCIC): Electronics Industry Association (EIA), Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), National Association of Broadcasters (NAB), National Cable and Telecommunications Association (NCTA), Society of Television and Motion Picture Engineers (SMPTE).

Actualmente hay aproximadamente 140 miembros que representan a las industrias de difusión, equipos de difusión, cine, electrónica del consumidor, computadores, cable, satélite y semiconductores. El 24 de diciembre de 1996, la Comisión Federal de Comunicaciones de los Estados Unidos (FCC) adoptó los principales elementos del Estándar ATSC de Televisión Digital (A/53). ATSC DTV ha sido adoptado por los gobiernos de Canadá en 1997, Corea del Sur en 1997, Argentina en 1998 y México en 2004.

El estándar ATSC Digital TV incluye televisión digital de alta definición (HDTV), televisión de definición estándar (SDTV), broadcasting de datos, audio multicanal surround-sound y televisión interactiva.

Dentro de ATSC existen más de 20 estándares y su contenido está disponible gratuitamente en el sitio web de la ATSC, como por ejemplo:

- Digital Audio Compression
- DTV Program and System Information Protocol (PSIP)
- Data Broadcasting Services
- DTV Application Software Environment (DASE) for enhanced and interactive services
- Conditional Access for Terrestrial Broadcast
- Modulation and Coding for DTV applications over Satellites ATSC, además ha desarrollado una lista completa de estándares publicados por la ATSC, SMPTE, CEA y AES.

2.4.1.3. ISDB (Integrated Services Digital Broadcasting)

Formato de broadcasting de televisión digital (DTV) y audio digital (DAB) creado por Japón para permitir que sus estaciones de radio y televisión se digitalicen.

La organización ARIB mantiene el estándar ISDB. Éste puede obtenerse gratuitamente en la organización japonesa DiBEG y en ARIB.

Los sub-estándares más importantes de ISDB son:

- **ISDB-S:** Televisión digital satelital.
- **ISDB-T:** Televisión digital terrestre (broadcasting). Este sub-estándar tiene, a su vez, estándares para la recepción móvil en las bandas de broadcasting y servicios en teléfonos celulares, laptops y vehículos.
- **ISDB-C:** Televisión digital por Cable

Todos los estándares se basan en el estándar de codificación digital de audio y video MPEG-2 y tienen posibilidad de HDTV (Televisión de alta definición).

El concepto ISDB fue nombrado así por su similitud con ISDN (Integrated Services Digital Network).

2.4.1.4. SBTVD – Sistema Brasileño de Televisión Digital

El SBTVD es una variante del estándar japonés, por tanto aplica parte de los estándares ARIB pero adaptados a través del FORO SBTVD que establecerá el gobierno brasileño. La principal diferencia entre ISDB y SBTVD está en el protocolo de compresión de video ya que usa MPEG-4 en lugar de MPEG-2 que usan ARIB y los demás estándares. Por supuesto hay diferencias en la forma de canalizar el espectro en Brasil y Japón.

SDBTV ofrecerá la posibilidad de HDTV y SDTV, transmisiones simultáneas para estaciones fijas, móviles y portables. También permitirá interactividad. Para la transición analógica-digital, ANATEL (Órgano regulador brasileño), ha definido un Plan Básico de Distribución de Canales de TV Digital (PBTVD) para utilización en todo el territorio brasileño.

2.4.2. ISDB-T/SBTVD – Sistema Japonés de Televisión Digital con variaciones Brasileñas

Del análisis efectuado en los diferentes aspectos expuestos en el informe (técnico, socioeconómico y de cooperación internacional), el Organismo Técnico de Control recomendó al CONATEL la adopción del estándar ISDB-T/SBTVD (japonés con variaciones brasileñas).



Figura 2.16: Distribución de los estándares de TV digital en América del Sur
Fuente: Compendio histórico de las telecomunicaciones en Ecuador – SUPTTEL 2007

Tal como Chile, Perú, Argentina, Venezuela y Brasil, Ecuador eligió la norma japonesa de televisión digital, ISDB-T. Paulatinamente, el país migrará sus transmisiones desde analógico a digital siguiendo el sistema japonés-brasileño, aunque aún no se han definido fechas específicas para el cambio.

Todavía quedan por decidir en la región Bolivia, Paraguay, Costa Rica y Cuba, mientras que Uruguay, Colombia y Panamá decantaron por la norma europea, DVB-T.

México es el único país latinoamericano que utilizará la norma estadounidense (ATSC).

La TV digital presenta algunas funcionalidades que permiten una interactividad entre el telespectador y la emisora, posibilitando:

- El acceso a informaciones adicionales, como por ejemplo, el menú de programación.
- La interacción del usuario con la emisora, a través de un canal de retorno vía línea telefónica por ejemplo, que le posibilite a este usuario, votar o hacer compras.
- La TDT mejora la calidad y la nitidez de la imagen y se eliminan las interferencias sonoras en los componentes de audio de las señales audiovisuales,

lo que permitirá mejorar la recepción de señales en dispositivos portátiles y móviles.

- Se optimizará el uso del espectro radioeléctrico nacional, ya que en la actualidad se le designa una banda de 6 a 8 MHz, mientras que con ese mismo ancho, con la tecnología TDT, podrían operar hasta ocho canales.

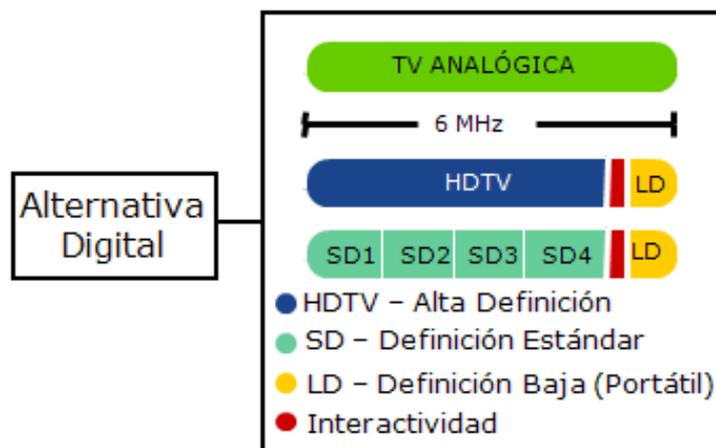


Figura 2.17: Aplicaciones de la TV Digital
Fuente: Investigación personal.

- La aplicación del sistema TDT se efectuará a través de la incorporación de codificadores en los aparatos de televisión o la importación de nuevos televisores con la tecnología incorporada.

Según estadísticas elaboradas por la Superintendencia, en Ecuador el televisor es el aparato doméstico con mayor presencia en los hogares, el 83 por ciento de los cuales tiene al menos un aparato.

En los últimos dos años se han estudiado los sistemas americano (ATSC), el europeo DVB, el sistema chino y el ISDB-T/SBTVD, agregó Jaramillo al explicar que el resultado final de la investigación dejó en primer lugar a la propuesta japonesa-brasileña, seguida de la europea.

Se prevé que el denominado "apagón analógico", que será el fin del antiguo sistema televisivo, se dé en unos siete años.

2.4.3. Resolución

La resolución de pantalla es el número de píxeles (puntos) que se puede mostrar en la pantalla. Viene dada por el producto de las columnas ("X"), el cual se coloca al principio y el número de filas ("Y") con el que se obtiene una relación.

La nitidez de una imagen de vídeo se suele describir en términos de "líneas de resolución" (se puede hablar también en función de píxeles, ya que cada línea tiene un número de píxeles).

La resolución obtenida depende de dos factores: la resolución de la pantalla y la resolución de la señal de vídeo. Las imágenes de vídeo tienen forma rectangular.

La resolución es tanto vertical como horizontal.

2.4.3.1. Resolución Vertical

Es el número de líneas que se pueden resolver (visualizar cuadro por cuadro en función del tiempo) desde la parte superior de una imagen a la parte inferior.

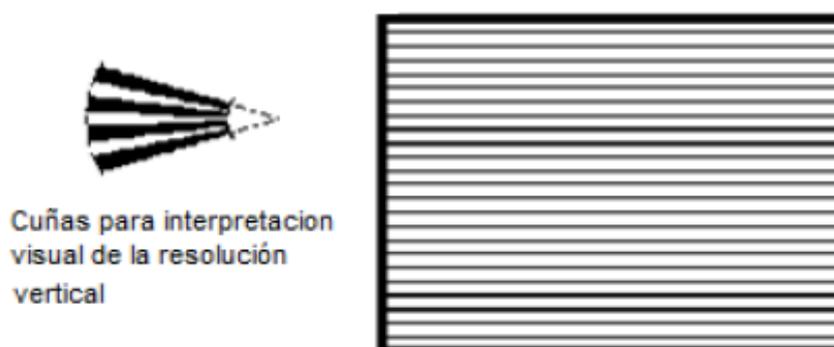


Figura 2.18: Resolución Vertical
Fuente: Fundamentos de Video Analógico y Digital

2.4.3.2. Resolución Horizontal

Es el número de líneas que se pueden resolver desde un lado de una imagen al otro. El concepto de resolución horizontal es más complicado, ya que la resolución horizontal varía en función de la fuente.

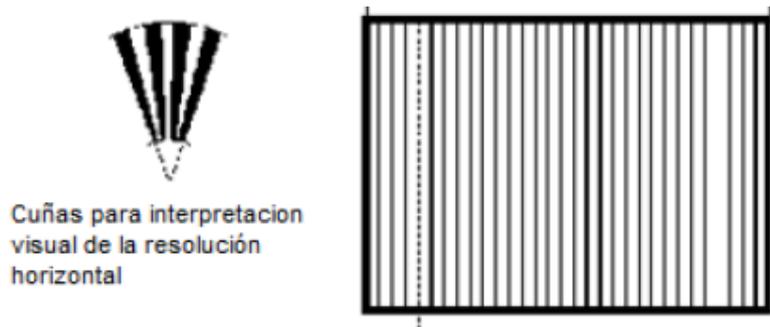


Figura 2.19: Resolución Horizontal
Fuente: Fundamentos de Video Analógico y Digital

2.4.3.3. Resolución Temporal

Define el periodo de tiempo entre imágenes consecutivas detectadas por un sensor, esto es, el tiempo que transcurre entre una y otra imagen, es también la capacidad de resolver imágenes en movimiento dando una sensación de un movimiento totalmente continuo. Un estándar tiene mayor resolución temporal cuando mayor sea su frecuencia de exploración.

2.4.3.4. Resolución Espacial

Define la resolución en distancia que puede detectar y es igual en todas las direcciones, la resolución espacial es fundamental en la fase de muestreo de la captura, para televisión digital, esta resolución está dada por:

$$\text{Resolución Espacial} = \text{Líneas activas por trama} * \text{píxeles activos por línea}$$

Donde las líneas activas por trama son aquellas que llevan datos propiamente dichos por cada trama y los píxeles activos son solamente aquellos que se ven en cada línea.

2.4.3.5. Resolución Dinámica

Sirve para indicar la resolución aparente percibida por el espectador en un objeto que se mueve por la pantalla, dentro de los límites de seguimiento preciso del ojo. En otras palabras, es la capacidad de resolver los detalles espaciales de un objeto en movimiento.

2.4.3.6. Resolución Estadística

No tiene una definición propia, sirve más bien para indicar la resolución espacial y temporal juntas, la diferencia con la resolución dinámica, es que realmente no es tan estática porque al incluir la resolución temporal, ya tiene un sentido de movimiento.

2.4.3.7. Relación de Amplitud o de Cuantificación

En los sistemas digitales, el término resolución también se usa para representar los niveles de una señal analógica que el sistema es capaz de reconocer en el proceso de cuantificación y depende del número de bits usados en el proceso.

Por ejemplo un sistema de 10 bits, puede resolver 2 elevado a la 10, es decir 1024 niveles diferentes.

2.4.3.8. Resolución Activa

Es la resolución dada por los píxeles activos de la pantalla, que al final es la que realmente importa, dado que es donde se muestra la imagen.

2.4.4. Relación de Aspecto

En el procesado de video, la relación de aspecto es un par de números que expresa el achatamiento de una imagen o vídeo. Los dos números son una relación entre anchura y altura. Por ejemplo, una relación de aspecto 16:9 significa que la imagen tiene 16 unidades de anchura por cada 9 unidades de altura.

Hay numerosos conceptos y definiciones detrás de cada tecnología desarrollada a partir de un estándar de televisión digital. Aquí se hará una breve descripción conceptual de algunas de ellas.

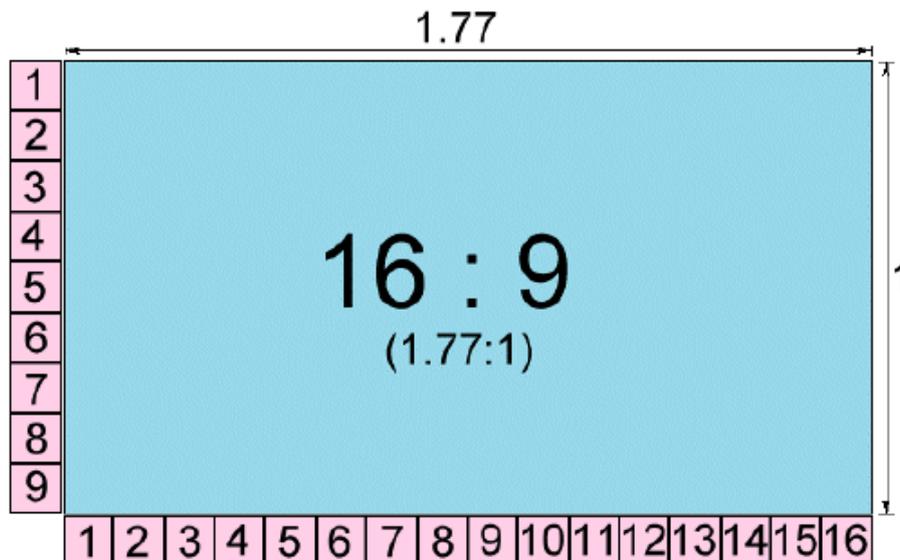


Figura 2.20: Relación de Aspecto
Fuente: TV principios básicos.

2.4.5. Middleware de la Televisión Digital

Middleware es una capa de software que está encima o sustituye al sistema operativo OS en el dispositivo de recepción de la señal digital o Set Top of Box–STB. Permite que los desarrolladores de contenido trabajen sin considerar detalles de nivel más bajo como “drivers” o del mismo sistema operativo. Posibilita la interactividad, facilita crear aplicaciones complejas. El middleware corre entre los drivers/OS y la aplicación; literalmente está en la mitad de la pila de software.

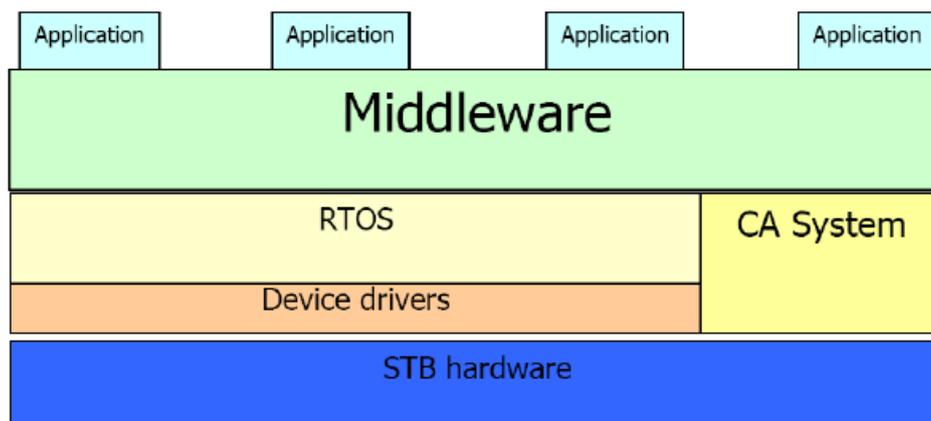


Figura 2.21: Middleware
Fuente: HDTV Guide

2.4.5.1. Clases de Middleware

a. Middleware propietario

Generalmente está diseñado por una sola compañía, dando licencias a fabricantes de STB, representando costos altos. Es muy común en la TV pagada. Cada mercado utiliza un diferente middleware. El contenido no puede ser revendido debido a la limitación del mercado.

b. Middleware abierto

Están estandarizados por una organización industrial o de estandarización. Su implementación puede ser llevada a cabo por cualquier interesado, el costo por su uso es de bajo valor. Generalmente utilizado con frecuencia en televisión abierta. Permite el despliegue de gráficos con acceso a planes múltiples de video. Crea una interfaz de usuario con control remoto o teclado.

Brinda acceso a canal de retorno (TCP/IP) mediante MODEM o banda ancha.

Algunos ejemplos de este tipo de middleware son los siguientes:

- MHP: Estándar de DVB ampliamente usado en la industria que sirve de base para otros estándares.
- OCAP: Estándar abierto para el mercado de cable en EUA. Se basa en MHP.
- ACAP: Middleware de ATSC basado en MHP, entre otros.

c. Middleware declarativo con scripts

- Menos complejo (costo más bajo), necesita menos memoria y menos capacidad de procesamiento.
- Amplia aceptación por su bajo costo.
- Facilidad de desarrollo de aplicaciones.
- Menor número de funcionalidades.
- Mayores tiempos de respuesta.

d. Middleware procedural

- Posibilita el desarrollo de más funcionalidades.
- Tiempos de respuesta más cortos.
- Más complejo, costoso, requiere más memoria y más capacidad de procesamiento.
- Herramientas más complejas para el desarrollo de aplicaciones.
- Escala de adopción todavía baja.

2.4.6. Sistemas de Codificación y Compresión de Video y Audio

Las señales de audio y video son originalmente de naturaleza analógica por lo que es necesario convertirlas en señales digitales. La digitalización puede lograrse de diferentes maneras mediante codificadores. Además, las señales analógicas llevan información redundante. Se puede eliminar la redundancia mediante algoritmos para comprimir la señal, esto es, enviar solamente la información esencial sin que el ojo o el oído perciban la diferencia. La codificación y la compresión pueden hacerse en un mismo chip, mediante reglas predefinidas.

Existen varios estándares para realizar compresión digital, como los siguientes:

Los más utilizados en los últimos tiempos son MPEG-2 y H.264. Los 3 estándares de televisión Digital (ATSC, DVB e ISDB) usan MPEG-2. En el caso de IPTV la tendencia es el uso de H.264 por su mejor calidad

a. Compresión de vídeo – MPEG

Una de las técnicas de vídeo y audio más conocidas es el estándar denominado MPEG (iniciado por el Motion Picture Experts Groups a finales de los años 80).

El principio básico de MPEG es comparar entre dos imágenes para que puedan ser transmitidas a través de la red, y usar la primera imagen como imagen de referencia (denominada I-frame), enviando tan solo las partes de las siguientes imágenes (denominadas B y P –frames) que difieren de la imagen original. La estación de visualización de red reconstruirá todas las imágenes basándose en la imagen de referencia y en los datos diferentes; contenidos en los B- y P- frames.

MPEG incluye parámetros como la predicción de movimiento en una escena y la identificación de objetos. Existe varios estándares MPEG diferentes: MPEG-1, MPEG-2 y MPEG-4.

· **MPEG-4**

En la actualidad las aplicaciones audiovisuales requieren interacción, por lo que se vio la necesidad de desarrollar un estándar que solucione dicho requerimiento.

En el año de 1998 MPEG lanzó una nueva idea llamada MPEG – 4 o conocida formalmente como “Codificación de Objetos Audiovisuales”, la cual está destinada a definir una norma para la codificación audiovisual que satisfaga las nuevas necesidades de comunicación, interacción, servicios de emisión u otros servicios resultantes de la convergencia de distintas tecnologías que normalmente se encontraban separadas; como son los casos de la comunicación, computación y entretenimiento.

MPEG – 4 inicialmente fue creado con fines de mejorar la calidad de video codificado a bajas velocidades a través de la estandarización de nuevas técnicas de compresión, destinados a las video conferencias e Internet, más adelante el estándar pasó al mundo de la televisión interactiva, computación y telecomunicaciones.

Utiliza un lenguaje conocido como BIFS (Binary Format For Scenes), que permite añadir y borrar objetos, cambiar sus propiedades visuales o acústicas. Este lenguaje se relaciona directamente con el VRML (Virtual Reality Modelling Language) muy utilizado para describir objetos de tres dimensiones en Internet y su interacción con los usuarios, incluyendo algoritmos y herramientas para velocidades de 5 y 64 kbps.

Sus principales aplicaciones son:

- Multimedia en Internet.
- Comunicaciones interpersonales.
- Juegos de video interactivo.
- Medios de almacenamiento interactivos.
- Correo multimedia.
- Servicios de base de datos.

- Sistemas de emergencia remota.
- Aplicaciones de difusión, etc.

MPEG – 4 acepta métodos de barrido progresivo y entrelazado, resoluciones espaciales de luminancia y crominancia 4:0:0, 4:2:0, 4:2:2. Presenta las siguientes tasas de bits baja (64kbps), intermedia (64 – 384 Kbps) y alta (384 Kbps – 4 Mbps).

En cuanto a codificación se refiere, MPEG – 4 tiene muchas similitudes con MPEG – 1 y MPEG – 2. La diferencia primordial que lo caracteriza de los otros estándares es el hecho de poder codificar objetos dentro de una figura arbitraria que forme parte de una escena; en lugar de codificar todo el cuadro completo como se hacía en MPEG – 2 y MPEG – 1.

Con este estándar se puede representar de manera eficiente varios tipos de datos y una serie de funcionalidades adicionales:

- Video de alta calidad.
- Música y voz con un buen ancho de banda.
- Objetos 3D genéricos y específicos; es decir caras y cuerpos humanos.
- Capacidad para codificar eficientemente datos como: video, texto, gráficos, imágenes y conferencias.
- Bajos niveles de error para altas transmisiones de datos comprimidos sobre canales ruidosos.
- Capacidad de interactuar en escenas audiovisuales generadas en el receptor.

b. Compresión Digital de Audio

En cada uno de los estándares de TV Digital, se usa un diferente formato para la codificación-compresión del audio. A continuación se describen algunos de ellos.

· DOLBY AC3

La HDTV no sería lo mismo si no fuera acompañada de un gran sonido. El Dolby Digital puede proporcionar 5.1 canales de sonido envolvente para complementar perfectamente la gran calidad ofrecida por la HDTV.

Una emisión en Dolby Digital 5.1 puede captar nuestra atención de tal forma, que no lo haría una emisión en estéreo, proporcionando una experiencia tipo cinematográfica en una película, o poniéndonos al espectador en el centro de un acontecimiento deportivo. El Dolby Digital es lo que la audiencia demanda.

El Dolby Digital es el formato mayoritario para las películas y está presente en más de 40,000 salas de cine de todo el mundo, aparte de ser un estándar en los reproductores de DVD domésticos, existiendo millones de unidades en todo el mundo.

El Dolby Digital es el formato que proporciona sonido envolvente, pero su flexibilidad permite emisiones desde sonido monofónico a multicanal y sin problemas de compatibilidad.

Esto quiere decir que si una emisión se hace en multicanal, se la puede escuchar con todo su esplendor en un equipo de cine en casa, en nuestra televisión estéreo o en el pequeño receptor monofónico de 14" de la cocina o del dormitorio, ya que el decodificador de Dolby Digital permite realizar el mezclado hacia abajo (downmixing) para compatibilizarlo con toda clase de equipos.

El Dolby Digital es fácil de usar, ya que sólo se necesita una conexión digital entre el decodificador y el sistema multicanal.

Los sistemas actuales son muy fáciles de instalar, tanto en las conexiones como en los menús de configuración de los equipos, se requiere sólo algunos minutos la colocación de los altavoces tipo satélite.

· **MPEG-1 Layer II**

MPEG-1 Audio Layer II es un codificador de audio definido por ISO/IEC 13818-3. Aunque ya está rebasado por otros estándares, permanece dominante para difusión de audio como parte de los estándares DAB (audio digital) y DBV (televisión digital).

Toma en cuenta parámetros del sistema auditivo humano. Es, pues, un sistema psicoacústico. Divide la señal de audio en 32 sub bandas y si el nivel en una de ellas no es perceptible, no la transmite. También transmite 5 canales de audio completo y uno de bajas frecuencias como Dolby AC3. El costo del receptor es bajo. Es una tecnología madura y confiable. No es directamente compatible con surround.

· **MEPG-2 AAC**

MEPG Advanced Audio Coding (AAC), también conocido como MEPG-2 NBC (Non-Backwards Compatible) representa el estado del arte en codificación de audio natural. Es capaz de manejar muchos más canales que MP2 o MP3, esto es 48 canales de audio completo y 16 de baja frecuencia mejorados.

Sus principales características son:

- Mayor eficiencia de compresión de la señal
- Soporta surround aun cuando tiene menos aceptación en el mercado que Dolby AC3
- Mayor costo de receptor (complejidad y licencias)

2.4.7. Digitalización de Señales de Audio

Al ser la señal de audio una señal analógica, la digitalización de ésta se realiza utilizando Muestreo y Cuantificación. Tomando en cuenta que el oído humano está en la capacidad de escuchar frecuencias comprendidas en el rango de 20 Hz a 20 KHz (teóricamente) las señales de audio deberían ser digitalizadas a una frecuencia de muestreo mínima de 40 KHz. La AES/EBU1 define tasas de muestreo para las señales

de audio de 44.1 KHz y 48 KHz. Para la cuantificación de las señales de audio comúnmente se utiliza un mínimo de 16 bits, hasta un máximo de 24 bits.

En un sistema de audio digital, la señal es discreta en función del tiempo (muestras de la señal original en un intervalo de tiempo) y en función de la amplitud (los valores numéricos de la señal digitalizada se encuentran en pasos discretos). En este sistema, la información se encuentra en forma binaria. Las señales enviadas solamente tienen dos estados y cambian en momentos determinados de acuerdo con una señal de reloj estable. Si la señal binaria resulta afectada por el ruido, este será rechazado por el receptor; ya que solamente se considera si la señal está por encima o por debajo de un determinado umbral. El ruido superpuesto puede desplazar el punto en el que el receptor detecta que ha habido un cambio de estado; la inestabilidad en el tiempo tiene el mismo efecto.

Esta inestabilidad también es rechazada, ya que en el receptor la señal es redisparrada por un reloj estable, con lo que todos los cambios en el sistema tienen lugar en coincidencia con los flancos de ese reloj. De este modo, la señal binaria resulta al final siempre la misma aunque atraviere varias etapas.

2.4.7.1. Muestreo y Aliasing

Es necesario realizar un proceso de muestreo para la conversión de las señales continuas a señales discretas en el tiempo, el cual consiste en tomar muestras de la amplitud de la señal continua en intervalos de tiempos regulares.

Al aumentar el número de muestras por unidad de tiempo, la señal muestreada se aproximará más a la señal original, como se muestra en la figura 2.22.

De acuerdo al criterio de Nyquist, para que la señal muestreada contenga suficiente información sobre la señal continua se requiere que la frecuencia de muestreo sea mayor o igual el doble de la frecuencia de la señal original, este criterio obedece a la expresión:

$$f_m \geq 2f_s$$

Dónde:

f_m = frecuencia de muestreo y *f_s* = frecuencia máxima o frecuencia de Nyquist.

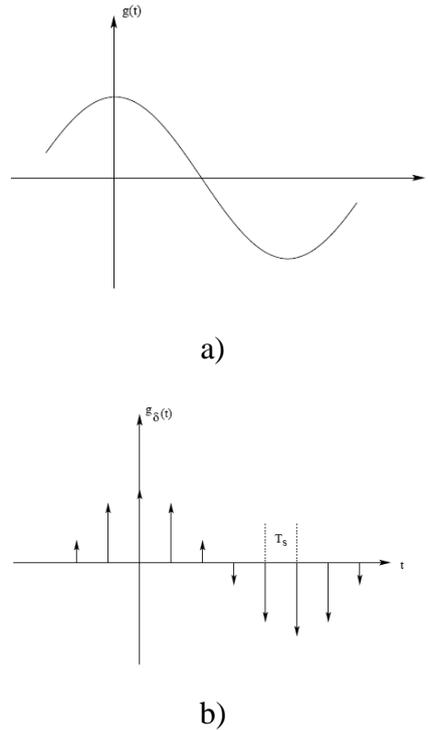


Figura 2.22: a) Señal arbitraria de energía finita. b) Señal muestreada idealmente
Fuente: <http://www.lpi.tel.uva.es/~santi/slweb/muestreo.pdf>

Si se muestrea a una tasa menor que la de Nyquist (*submuestreada*) da lugar a un fenómeno que se conoce como *ALIASING* (interferencia de colas espectrales), ver figura 2.23; cuando la señal se muestrea a una tasa mayor que la de Nyquist se dice que la señal esta sobremuestreada.

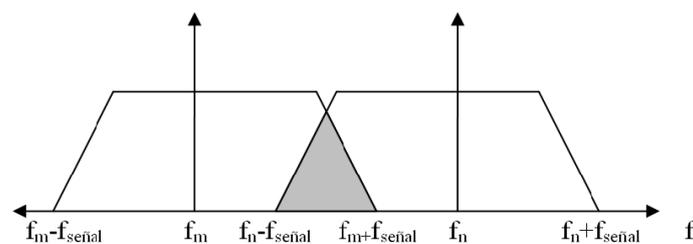


Figura 2.23: Aliasing producido por el submuestreo de la señal, donde, $f_n < 2f_m$
Fuente: <http://www.lpi.tel.uva.es/~santi/slweb/muestreo.pdf>

2.4.7.2. Cuantificación

Aquí se asigna un número determinado de bits a cada muestra, lo cual establece el número de niveles de cuantificación y a su vez determina la exactitud con que una muestra puede ser representada.

Mientras más pasos de cuantificación se realicen, mejor será la resolución y mayor la aproximación de la señal muestreada a la señal analógica.

Para sonido, el proceso de cuantificación se realiza con 16 o 20 bits, inclusive se proyecta la utilización de 24 bits para mejorar el nivel de digitalización. En audio se requiere una resolución como mínimo de 16 bits ya que la característica sensitiva del oído humano así lo exige.

En definitiva, el proceso de cuantificación pretende representar los valores infinitos de la señal analógica por números enteros. La conjunción de muestreo y cuantificación se denomina conversión A/D (Analógico - Digital) o digitalización, y constituye la base de cualquier sistema digital.

2.4.7.3. Código PCM (pulse code modulation)

La Modulación por Impulsos Codificados (MIC) o (PCM), es un procedimiento de modulación utilizado para transformar una señal analógica en una secuencia de bits.

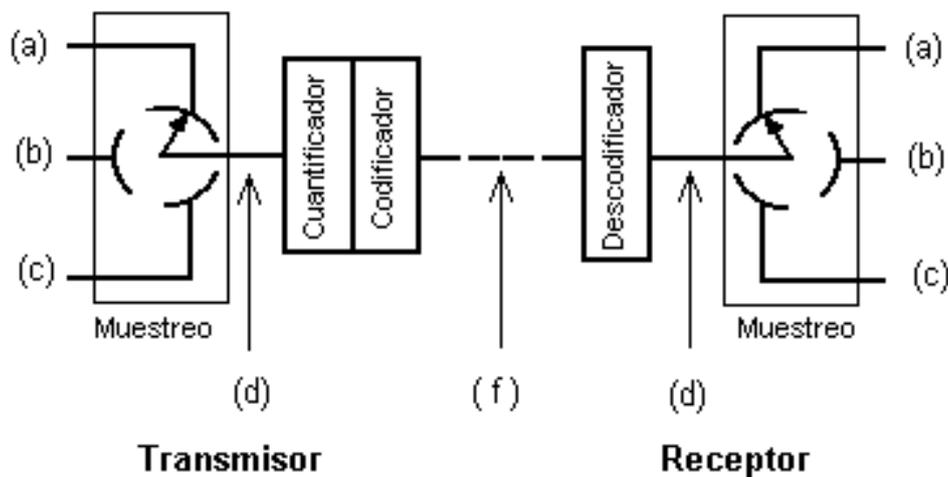


Figura 2.24: Disposición de elementos en un sistema MIC
Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Modulaci%C3%B3n_por_impulsos_codificados

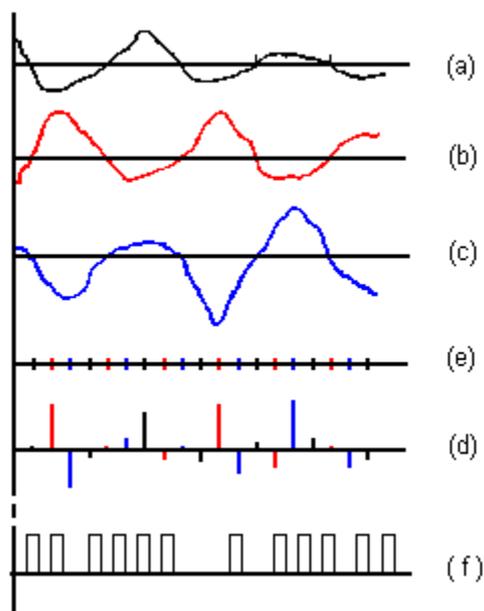


Figura 2.25: Formas de onda en diversos puntos de un sistema MIC
Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Modulaci%C3%B3n_por_impulsos_codificados

Cuando la altura de estos impulsos es cuantificada y expresada mediante un código numérico, el resultado es conocido como modulación por impulsos codificados o PCM.

La amplitud de la señal que puede ser transmitida de este modo depende únicamente de la capacidad del cuantificador y es independiente de la frecuencia de la señal de entrada.

Análogamente, la amplitud de las señales no deseadas introducidas en el proceso de cuantificación es también en gran parte independiente de la señal de entrada.

Existe además, un proceso conocido como modulación diferencial por impulsos codificados (*differential pulse code modulation*) DPCM2, donde el parámetro que se cuantifica es la diferencia entre los valores absolutos de la muestra anterior y la actual.

2.4.8. Digitalización de Señales de Video

Las señales de video, están constituidas por una infinidad de frecuencias. El espectro de video puede extenderse hasta 5 MHz. Al muestrear tal señal, cada frecuencia de video aparecerá en las bandas laterales superiores e inferiores de cada armónico de la

frecuencia de muestreo. Un esquema del espectro de la señal de video muestreada se presenta en la figura 2.26.

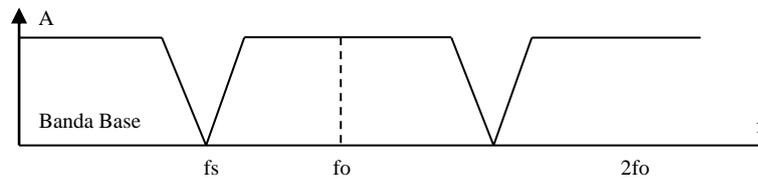


Figura 2.26: Espectro de frecuencia de una señal de video muestreada a 5 MHz
Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Modulaci%C3%B3n_por_impulsos_codificados

Donde f_0 es la frecuencia de muestreo. Como se puede observar en la figura, la información original de la señal de video puede ser recuperada mediante un filtro pasa bajos (siempre y cuando la señal haya sido muestreada de acuerdo al teorema de muestreo de Nyquist).

Hay que tomar en cuenta que la frecuencia de corte (f_c) del filtro pasa bajos, necesario para la recuperación de la información original, no deje pasar una parte de la banda lateral, como se indica en la figura 2.27, de lo contrario se producirá “Aliasing”.

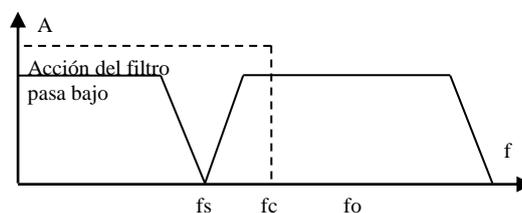


Figura 2.27: Elección errónea de la frecuencia de corte del filtro pasa bajo
Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Modulaci%C3%B3n>

2.4.8.1. Muestreo de la Señal

Consiste en tomar muestras de su amplitud en intervalos de tiempo regulares para obtener la mayor aproximación a la señal original, la frecuencia con que se tomen estas muestras (f_m) debe ser por lo menos el doble de la máxima frecuencia contenida en la señal (f_s).

Es decir

$$f_m \geq 2 f_s$$

El muestreo de video debe ser especificado para las señales que definen el brillo y color de cada elemento de imagen, conocidas como luminancia y crominancia de color, diferencia rojo y crominancia de color diferencia azul.

2.4.9. Tipos de Modulación para Transmisión

Para la transmisión de TV Digital se utilizan dos tipos de modulación:

- 8-VSB (para ATSC)
- OFDM (para DBV y ISDB)

2.4.9.1. Modulación OFDM

La modulación OFDM utilizada por ISDB-T es esencialmente idéntica a la de DVB-T, por lo que el análisis hecho sobre el uso de OFDM en DVB-T es directamente aplicable al caso ISDB-T. Las pequeñas diferencias son destacadas a continuación.

Sub-Portadoras: Al igual que DVB-T, se consideran los modos de operación con 2k, 4k y 8k subportadoras. Pero ISDB-T incluyó el modo 4k desde su concepción.

El número total de subportadoras moduladas en cada modo es 1405, 2809 y 5617, respectivamente, de las cuales 1248, 2496 y 4992 portan datos, y las demás son utilizadas para pilotaje y para transmisión de parámetros de modulación y codificación.

Ancho de Banda de Transmisión: El estándar ISDB-T especifica todos los parámetros para transmisión en bandas de 6 MHz.

Si bien todos estos parámetros, así como el ancho de banda de transmisión, dependen exclusivamente del ajuste de frecuencia del reloj de los circuitos de banda base (circuitos que implementan la cadena de codificación de canal y modulación OFDM en transmisores y receptores).

Puesto que los circuitos integrados diseñados para un ancho de banda de 6 MHz no necesariamente son funcionales con frecuencias de 8 MHz (pero sí viceversa), se considera impráctico optar por ISDB-T en ancho de bandas distinto a 6 MHz.

Ello se traduce en una separación de 5,57 MHz entre las dos subportadoras más extremas. El ancho de banda que contiene el 99% de la energía de estas dos subportadoras es 5,7 MHz.

Intervalo de Guarda: Al igual que en DVB-T, se especifican intervalos de guarda posibles de 1/4, 1/8, 1/16 y 1/32 de la duración del símbolo OFDM.

Modulación de Sub-Portadoras: Según lo descrito en el bloque “Modulación M-QAM”, a diferencia de DVB-T, ISDB-T considera la modulación QPSK diferencial (DQPSK) además de las modulaciones 4-QAM, 16-QAM y 64-QAM.

Otra diferencia es que en ISDB-T sólo se consideran los modos uniformes de 16-QAM y 64-QAM, puesto que la jerarquización de la transmisión es realizada en forma distinta (banda segmentada en vez de modulación no uniforme).

Al igual que DVB-T, todos los parámetros relevantes de codificación y modulación (tasa de codificación, valores M-arios, asignación de segmentos, configuración jerárquica y recepción parcial, etc.) son embebidos en Subportadoras predeterminadas, lo que permite que cada receptor los detecte y se ajuste automáticamente a ellos. Esto permite que cada operador configure su sistema libremente en cada momento según el tipo de contenido y servicios que transmite.

2.5. BENEFICIOS DE LA DIGITALIZACIÓN

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

- Al utilizar como medio de difusión la red terrestre nos permite una recepción en el hogar sencilla y poco costosa, ya que emplea el mismo sistema de recepción de la televisión analógica, e incluso con la antena anterior, sin que se disminuya la calidad.
- Puede emplear redes de frecuencia única lo que conlleva el uso de un menor número de frecuencias.
- Ofrece 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.

- Incrementa el número de programas con respecto a la televisión analógica actual, permitiendo múltiples programas y servicios multimedia en cada canal radioeléctrico.
- La elevada resolución espacial de un sistema de televisión digital permite un realismo mayor, que se puede apreciar en una pantalla más grande.
- Permite el aumento de la relación de aspecto. El formato convencional es de 4:3, mientras que con la televisión digital se permite el formato panorámico de 16:9.
- Ofrece una mejora significativa en la calidad técnica de las imágenes y los sonidos asociados, por ejemplo eliminando la nieve y los fantasmas. Además, de que una transmisión digital puede ofrecer seis veces más información por imagen, obteniendo 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.
- Ofrece un sonido multicanal, con calidad de disco compacto. La multiplicidad de canales de audio permite conseguir el efecto de sonido perimétrico empleado en las salas de cine. Además, estos canales podrían ser empleados para transmitir diferentes idiomas con el mismo programa de vídeo.
- Abre las puertas del hogar a la Sociedad de la Información, debido a que permite la convergencia TV-PC. 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, videoteléfono, guías electrónicas de programas (EPG), vídeo bajo demanda, pay per view, teletexto avanzado, banco en casa, tienda en casa, etc. 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.

- Servicio a receptores portátiles y los servicios móviles. Además de la recepción mediante receptores fijos con antenas ya sea externa o interior, la radiodifusión digital 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. Estos dispositivos como teléfonos móviles y PDA (asistentes digitales personales), pueden equiparse con demoduladores a fin de permitir la recepción de contenidos de radiodifusión en cualquier momento y lugar.
- La radiodifusión digital 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.
- En la digitalización se utiliza de una forma más eficiente el espectro electromagnético que en la radiodifusión analógica, además de que 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.
- Facilita los servicios de ámbito nacional, regional y local.
- Permite el desarrollo equilibrado entre servicios en abierto (Servicio Universal) y servicios de pago.
- La televisión digital permite un mayor control sobre la calidad de funcionamiento de los canales. La calidad de funcionamiento global de un canal de comunicaciones analógico viene determinada en gran medida por las características del propio canal, mientras que la calidad de funcionamiento global de los sistemas digitales puede obedecer en gran medida a la calidad de los procesos de conversión (analógico a digital y viceversa), siempre y cuando no se excedan las capacidades del canal. Por consiguiente, la calidad de funcionamiento de los sistemas analógicos suele deteriorarse cuando empeora la

calidad de funcionamiento del canal, al paso que los sistemas digitales permanecen definidos por el proceso de conversión hasta que fallan por completo. Esto significa que en los sistemas digitales los efectos subjetivos de la calidad de funcionamiento del canal son mucho más adversos cuando se trabaja al límite de la capacidad del canal.

- Los sistemas digitales son capaces de comprimir datos en un espacio más pequeño. En la radiodifusión, se hace necesario utilizar técnicas de compresión que permitan trabajar con una calidad sonora y de imagen relativamente elevada en un ancho banda del canal mucho más reducido. De esta forma se puede establecer un equilibrio entre la calidad (el grado de compresión) y la ocupación de espectro.
- La potencia de transmisión por canal es aproximadamente la décima parte de la que corresponde a un canal analógico, por lo que no hay la necesidad de recurrir a un espectro adicional.

La transición a la radiodifusión digital 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.

De esta forma, la conversión a la televisión con tecnología digital representa una mejora sustancial en la calidad técnica de la televisión, en la cantidad de programación televisiva disponible y con un avance notable en la infraestructura de información de los países que implementan esta tecnología.

Los canales radioeléctricos de la televisión digital ocupan la misma anchura de banda (6MHz u 8MHz) que los canales utilizados por la televisión analógica con la diferencia que al usar técnicas de compresión de las señales de imagen y sonido (MPEG) se puede tener capacidad para un número variable de programas de televisión en función de la velocidad de transmisión, pudiendo oscilar entre un único programa de televisión de alta definición (gran calidad de imagen y sonido) a cinco programas con calidad técnica similar a la actual o incluso más programas con calidad de vídeo.

2.6. DESVENTAJAS DE LA DIGITALIZACIÓN

Uno de los inconvenientes que puede presentarse es la persuasión a los nuevos usuarios que inviertan en equipos receptores o adaptadores con tecnología digital, para lo cual dichos equipos deben tener precios aceptables, así el usuario exigirá que se le provea de una gama más amplia de programación de gran calidad y formatos mejorados, como lo es una pantalla ancha y televisión de alta definición.

La transición hacia la tecnología digital hará necesario que se garantice la disponibilidad de las versiones analógicas de los programas existentes hasta que los receptores digitales logren un alto nivel de penetración, lo cual no puede ser tan realizable. Esto implica que durante el periodo de transición coexistirán las versiones digitales y analógicas de los mismos programas y que podrán aplicarse varias estrategias técnicas para lograr dicha coexistencia.

Es muy importante que tanto consumidores como los radiodifusores, fabricantes de equipo, vendedores al detalle y gobiernos estén completamente informados acerca de las opciones, para que determinen el momento en que deberían migrar al nuevo sistema, y así lograr que la transición a los sistemas digitales sea un éxito.

Otro inconveniente que puede presentarse es la adquisición del equipamiento para transmitir televisión digital en los proveedores, ya que este cambio provocará una alta inversión.

2.7. COMPARACIÓN DE LA TELEVISIÓN ANALÓGICA VS TELEVISIÓN DIGITAL

Luego de haber realizado una revisión rápida de los sistemas de Televisión Analógica y Digital podemos destacar lo siguiente:

Uno de los problemas más sobresalientes en la televisión analógica es el hecho que no aprovecha la poca variación de las señales de video al pasar de un elemento de imagen (píxel) a los contiguos o por lo menos existe una dependencia entre ellos, causando de

cierta forma derroche de espectro electromagnético, cualidad que por lo contrario es aprovechada en 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. 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:

1. En formato convencional (4:3) una imagen digital de televisión está formada por 720x576 puntos (píxeles). Almacenar una imagen requiere: 1 Mbyte. Transmitir un segundo de imágenes continuas, requiere una velocidad de transmisión de 170 Mbps.
2. En formato panorámico (16:9) una imagen digital de televisión está formada por 960x 576 puntos (píxeles): requiere un 30% más de capacidad que el formato 4:3.
3. En formato alta definición la imagen digital de televisión consiste en 1920x1080 puntos (píxeles). Almacenar una imagen requiere más de 4Mbyte por imagen. Transmitir un segundo de imágenes continuas, requiere una velocidad de transmisión de 1Gbps. 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 ciertos

niveles adecuados que permiten su transporte con una gran calidad y economía de recursos.

Los canales radioeléctricos de la televisión digital ocupan el mismo ancho de banda (6 MHz u 8MHz) que los canales utilizados por la televisión analógica pero, debido a la utilización de técnicas de compresión de las señales de imagen y sonido (MPEG), tienen capacidad para un número variable de programas de televisión en función de la velocidad de transmisión, pudiendo oscilar entre un único programa de televisión de alta definición (gran calidad de imagen y sonido) a cinco programas con calidad técnica similar a la actual (norma de emisión G con sistema de color PAL), o incluso más programas con calidad similar al vídeo. Sin embargo, inicialmente, se ha previsto que cada canal múltiple (canal múltiple se refiere a la capacidad de un canal radioeléctrico para albergar varios programas de televisión) de cobertura nacional o regional incluya, como mínimo, cuatro programas o uno de alta definición.

Dada a las muchas desventajas que se dan en televisión analógica, la televisión digital se ha convertido en una realidad. En donde se ha mejorado muchos factores que va desde una mejora notable en calidad de la señal, multicopia magnética, calidad de la transmisión, facilidad de tratamiento y edición de la señal; las imágenes son de calidad cinematográfica y sonido surround. Además la televisión digital da una imagen codificada que permite obtener múltiples efectos especiales impensables de conseguir con los sistemas analógicos.

Televisión Analógica	Televisión Digital
Baja Definición	Alta Definición
Relación de Aspecto 4:3	Relación de Aspecto 16:9
Sonido Stereo	5.1 canales de sonido
Una Imagen	Múltiple imágenes (multicast)
Imágenes con errores	Imágenes más claras y nítidas
Imágenes Analógicas	Imágenes digitalizadas

Tabla 2-8: Comparación entre televisión digital y televisión analógica

Fuente: Investigación personal.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. DESARROLLO DEL TRABAJO

Luego de haber realizado un estudio de las tecnologías de transmisión de televisión analógica y digital se hará una breve comparación para ver con que tecnología se hace el estudio de Factibilidad Técnica para las provincias de Chimborazo, Cotopaxi, Bolívar, Tungurahua y Pastaza.

En términos generales, la DTV permite un mejor uso del espectro de radiofrecuencia para la transmisión de las señales.

Si la modalidad analógica implica el uso de una portadora modulada con 6 MHz de AB para la transmisión de una sola señal, con la digitalización y compresión, es posible transmitir varios canales de calidad igual o incluso superior a DVD en igual ancho de banda.

Además el objetivo primordial de este proyecto es el estudio para un canal de televisión abierta, así los ciudadanos de las provincias a las que se requiere llegar con la señal tendrán acceso directo a dicho canal.

Es por esa razón que el estudio se hará para un canal ISDB-T/SBTVD, que es la tecnología que se adoptó en nuestro país, además con esto se aprovechará el factor económico de los habitantes y tecnológicos existentes de NTSC.

3.2. DESEMPEÑO DEL SISTEMA ISDB-T/SBTVD

3.2.1. Sensibilidad y C/N

La sensibilidad es un parámetro del receptor que determina entre qué valores debe estar la potencia recibida a la entrada del mismo para su correcto funcionamiento, este parámetro define una “ventana o rango”. La relación portadora a ruido (C/N) se encuentra dentro de la ventana de sensibilidad, esta relación define principalmente la existencia o no de recepción. La C/N de umbral (threshold) constituye un parámetro

característico del sistema de modulación, por encima de este valor la recepción es posible, por debajo se interrumpe.

En la práctica se distingue dos tipos de umbrales:

- *Umbral de calidad*: momento en el cual comienzan a aparecer problemas en la imagen (artifacts, macroblocks, etc.)
- *Umbral de corte*: momento en que la recepción se interrumpe completamente.

El umbral de calidad suele estar alrededor de los 2 dB por encima del de corte y es éste el que debemos considerar para una correcta recepción. El C/N en el punto de recepción debe estar por arriba del umbral de calidad con un margen de varios dB para poder absorber las variaciones de las condiciones de propagación sin provocar problemas de recepción. Pruebas de campo conducirían a definir en la práctica cuanto debería ser este margen. El poder garantizar dicho margen dentro del área de cobertura trae consecuencia sobre la potencia transmitida ya que a mayor margen, mayor será la potencia.

3.2.2. Alcance y Cobertura

Las transmisiones analógicas presentan una degradación paulatina de la calidad de imagen a medida que se aleja del punto de transmisión. Con las transmisiones digitales en cambio el corte es abrupto, si las condiciones de recepción permiten que ésta esté por encima del umbral de calidad, la recepción es posible sin ningún tipo de degradación, en cambio por debajo del umbral ésta se interrumpe por completo. Como consecuencia de esto, algunas zonas que con el sistema analógico ven con una calidad regular podrían quedar fuera con el sistema digital de no tomar las precauciones del caso.

3.2.3. Recepción Fija y Móvil

En el caso de las recepciones fijas el uso de antenas direccionales sigue siendo aplicable y los factores de altura, ganancia y direccionalidad de la antena serán influyentes a la hora de mejorar el margen de recepción. Con respecto a las recepciones móviles el tema es distinto. El sistema 8-VSB no funciona en estas condiciones mientras que el OFDM si (en el modo 2K).

Las recepciones móviles sacrifican considerablemente el bit rate disponible, por lo que quizás sea conveniente organizar a estas como un servicio diferente.

3.2.4. Desempeño ante presencia de fantasmas y multitrayectos

El sistema 8-VSB fue concebido con el principal propósito de replicar la cobertura del actual NTSC analógico con el máximo bit rate neto disponible. El OFDM en cambio se concibió frente a la necesidad previamente definida, el sistema permite, soportar la interferencia co-canal de banda estrecha (señales fantasmas), como la que producirían otros servicios analógicos terrestres; y soportar altos valores de multitrayecto lo que posibilita retransmitir sobre la misma frecuencia en lo que se llama redes de frecuencia única (SFN), para un uso más eficiente del espectro.

3.2.5. Inmunidad frente a ruido impulsivo

El ruido impulsivo es producido principalmente por motores eléctricos o a combustible que usa chispa eléctrica. Este ruido afecta las transmisiones y consiste en ráfagas breves.

El intercalado de datos entre los paquetes de transmisión le confiere una mayor inmunidad a este tipo de interferencia ya que la ráfaga breve de ruido en lugar de afectar a varios paquetes consecutivos al reconstruir el intercalado queda distribuida entre diversos paquetes favoreciendo a que los sistemas de corrección de error puedan superarlo.

3.2.6. Interferencia de canal adyacente

Para las transmisiones digitales no es necesario dejar un canal libre entre otros dos como es el caso de las transmisiones analógicas. Además durante los períodos de simulcast pueden llegar a convivir las portadoras analógicas con las digitales en canales adyacentes. Si bien esto es posible es importante determinar cuál es la relación entre la potencia de la portadora del canal en cuestión y la de las portadoras adyacentes que permita una recepción adecuada. La posible interferencia de canal adyacente se presenta de dos maneras:

_ ***Interferencia del canal analógico sobre el canal digital:*** la señal analógica interferente es vista por la señal digital como si fuese ruido con el consiguiente deterioro del BER1 (bit error rate). El margen sobre el umbral de calidad debería tener en cuenta a éste como uno de los factores de deterioro de la recepción.

_ ***Interferencia del canal digital sobre el canal analógico:*** la señal digital interferente provoca sobre la imagen de la señal analógica la presencia de un patrón de puntos blancos. La potencia de transmisión de los canales digitales deberá estar limitada de manera de no provocar interferencia sobre los analógicos.

3.2.7. Interferencia co-canal

Este tipo de interferencia puede ser visto de tres maneras:

_ ***Interferencia Co-Canal de señal analógica sobre digital:*** ambos sistemas de modulación atacan el problema de diferente manera. OFDM realiza una estimación de canal combinada con una técnica de borrado basada en una decodificación por decisión de software. 8-VSB incluye en los receptores filtros “notch” sintonizados en las portadoras de video, color y sonido de la señal analógica. Ambos sistemas presentan desempeños parecidos en este aspecto.

_ ***Interferencia Co-Canal de señal digital sobre analógica:*** esta interferencia es un problema más serio que la anterior a tener en cuenta para la planificación del espectro.

_ ***Interferencia Co-Canal de señal digital sobre digital:*** la señal digital interferente es vista por la portadora principal como ruido incidiendo directamente en la relación C/N (carrier/noise o portadora/ruido).

3.2.8. Potencia del transmisor

La potencia necesaria en el transmisor estará determinada por la correcta satisfacción del alcance o área de cobertura, lograr dentro del mismo un margen de recepción que permita absorber la mayor parte del tiempo las variaciones de las condiciones de

propagación, las interferencias co-canal y de canal adyacente y otras perturbaciones. Por otra parte es importante tener en cuenta la relación potencia promedio a potencia pico para su correcto dimensionamiento.

3.2.9. Bit rate útil vs robustez

El bit rate neto disponible es un parámetro fundamental a la hora de programar los diferentes servicios que se van a transmitir. Es deseable el máximo valor posible ya que cuanto más alto sea éste, mayor podrá ser la cantidad de servicios a transmitir y/o mejor la calidad de los mismos.

El bit rate de transmisión total y la robustez de las transmisiones digitales frente a las imperfecciones del canal de transmisión dependen fundamentalmente de la técnica de modulación (8-VSB, QPSK, 16 QAM, etc), la cantidad de niveles o puntos por símbolo, factor de roll-off (en todos los sistemas), los tiempos de guarda (solo en los sistemas OFDM) y la mayor o menor capacidad de los algoritmos correctores de error (Reed Solomon, outer-code y Trellis, inner-code).

En el sistema ISDB-T el bit rate disponible variará ya que ofrece un menú de opciones y combinaciones posibles de estos parámetros.

Existe una fuerte relación de compromiso entre la robustez de la transmisión y la tasa de bit disponible, aumentar la robustez se paga con disminución de bit rate.

3.2.10. Inmunidad a multitrayectos vs potencia

Esta es otra relación de compromiso que es importante tener en cuenta. Los intervalos de guarda del sistema ISDB-T constituyen una característica que permite lograr buenos desempeños frente a la presencia de fantasmas, incluso podría llegar a discriminar ecos de hasta 0 dB respecto de la señal principal (igual amplitud entre la principal y el eco). Sin embargo es importante tener presente que por este beneficio se paga un costo en potencia transmitida, debido a que al ajustar el sistema para que el receptor mejore su desempeño frente a los multitrayectos, aumenta el valor de C/N de umbral requerido lo que conduce a un aumento de la potencia transmitida en la misma proporción para

lograr un margen adecuado. El aumento de la potencia necesaria ocasiona un impacto sobre la planificación del espectro que puede no ser menor.

3.2.11. Flexibilidad

Las transmisiones digitales mejoran la oferta permitiendo una programación flexible, se considera la transmisión en alta definición, el multicasting y servicios interactivos.

En el estándar ISDB-T los parámetros (Carga Útil, Robustez) son variables según lo dicten las necesidades. Además, la modulación jerárquica verdadera que utiliza posibilita una recepción simultáneamente Fija y Móvil.

3.3. CARACTERÍSTICAS DE ISDB-T PARA RESPONDER AL USUARIO

3.3.1. Herramientas para una TV autofinanciada

La TV Abierta, Libre y Gratuita ofrece a los televidentes contenidos sin costo, siendo este el ingrediente más importante del producto ofrecido a sus clientes reales, mientras que para los anunciantes, que utilizan a la TV para publicitar e instalar sus Marcas y Productos. Por lo tanto, la Alta Definición para la TV Abierta, no es un lujo, 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.

3.3.2. Inclusión Social

ISDB-T fue desarrollado para lograr la misma cobertura con un solo transmisor, sin necesidad de repetidores (canales analógicos), alcanza una distancia de aproximadamente 90 KM en la dirección de radiación de la antena transmisora, requiere menos de la mitad de señal digital en los receptores para ser captada.

Esto indica que si se radia a más potencia, se tendrá mayor área de cobertura, puede ser usado en todas las bandas que utiliza la TV analógica actual, a diferencia de las otras normas que priorizan los canales de UHF por su mejor inmunidad al ruido.

ISDB-T ofrece la mayor inclusión social ya que, al cubrir mayores distancias con un solo transmisor, garantiza la recepción de la DTV también en el segundo y tercer cordón urbano, sin la necesidad de instalar retransmisores, ahorrando así costos de locación, energía, conectividad, mantenimiento y seguridad, también pueden usarse redes de múltiples repetidores de la señal utilizando una sola frecuencia, garantizando coberturas en lugares donde la señal principal no puede llegar por condiciones geográficas o de propagación.

La disponibilidad de receptores ISDB-T de bajo costo para ser usados con los actuales receptores de TV, garantizan el acceso de todas las clases socioeconómicas a los contenidos y servicios de la DTV, sin castigar al radiodifusor.

3.3.3. 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 2×10^{-4} luego del decodificador de Viterbi, correspondiente a un BER menor a 1×10^{-11} a la entrada del demultiplexor MPEG-4 y a aproximadamente un error no corregido por hora.

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.

3.3.4. 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 1.6 millones de receptores. Existen canales establecidos tanto en las frecuencias de VHF como en UHF dentro del territorio nacional.

3.4. ASPECTOS ECONOMICOS DEL SISTEMA ISDTV

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 del sistema ISDTV, 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 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.

3.4.1. Viabilidad económica de los servicios sobre ISDTV 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, y Brasil escogió el ISDB-T, Brasil es uno 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 aprovecha y opta por el mismo estándar con el propósito de importar receptores posiblemente más económicos y llevar a cabo una exitosa implementación de esta tecnología en el Ecuador.

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.

3.4.2. 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 TECNOLÓGICOS

- Costo de red.
- Costos de los contenidos.

3.4.3. 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.

CAPITULO IV

4. PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1. EL CANAL ISDBT/TB

4.1.1. 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.

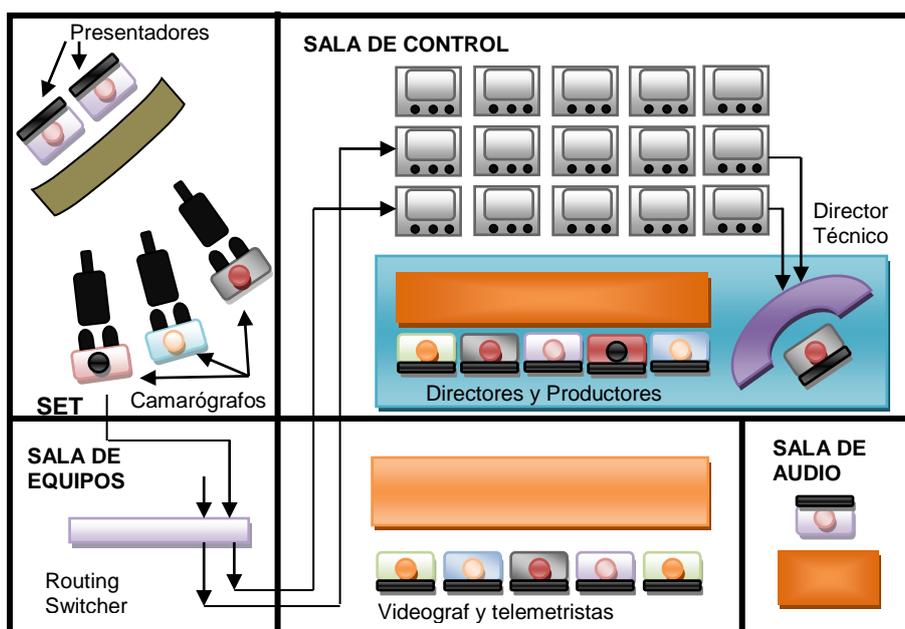
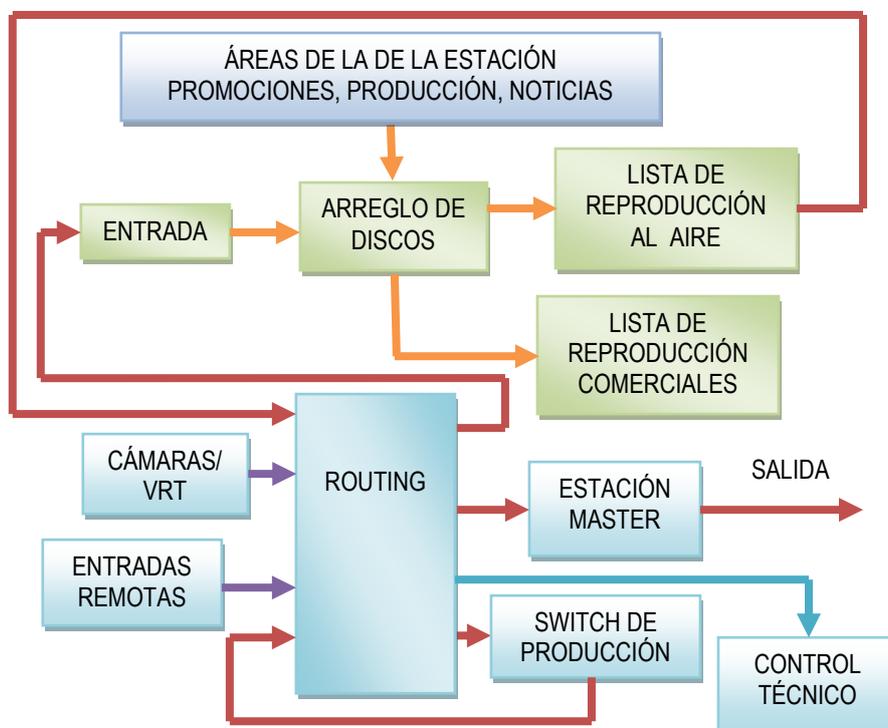


Figura 4.1: Estudio de televisión

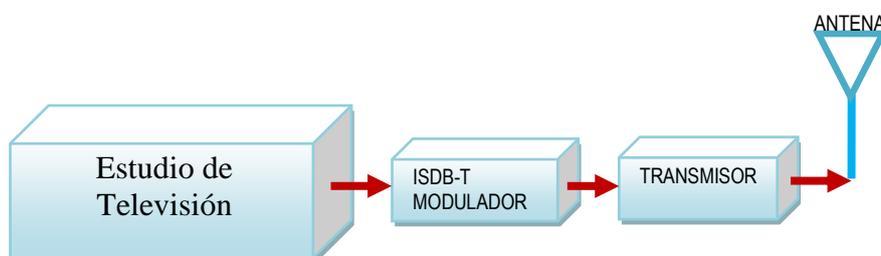
Fuente: www.wikiciencia.org/electronica/comunicaciones/itvdigital/index.php

- **En la Sala de Equipo:** un ruteador, que puede tener cientos de entradas de vídeo y puertos de salida, contiene todo el vídeo de un canal de TV. Con pulsar un botón, el ruteador permite la fácil conexión entre las diferentes cámaras de vídeo, generadores de caracteres y otros equipos del estudio. El switch de producción es la pieza más importante del cuarto de control y es usado para crear efectos especiales, como desvanecidos de pantallas, e insertar anuncios.

- **La Sala de Control:** es donde los productores del espectáculo determinan el flujo y contenido de la transmisión. A cargo de una transmisión en vivo está el director técnico, quien decide qué se va a transmitir, usando un switch de producción para seleccionar el vídeo apropiado. Todos están comunicados por un canal de intercomunicación en la cabina de control y el estudio, con el fin de estar bien coordinados y poder resolver problemas conjuntamente.
- **La iluminación** de la sala puede ser un factor determinante a la hora de percibir las diferencias entre dos formatos pues entra en juego el factor luminancia del medio ambiente en la pantalla o luz incidente del entorno proyectado sobre la pantalla medida perpendicularmente a la misma.



a) Diagrama de bloques de un estudio de televisión.



b) Diagrama completo de un canal de televisión.

Figura 4.2: a) Diagrama de bloques de un estudio de televisión. b) Diagrama completo de un canal de televisión

Fuente: Autor.

Como se observa en la imagen 4.2 a) en un canal digital, las áreas están integradas por medio de la red fibre channel incrementando así la eficiencia y dando mayor facilidad para la edición y tratamiento de las señales de video y audio.

A fin de salvaguardar la información almacenada, el canal debe tener sistemas redundantes. Lo ideal sería duplicar todos los equipos, pero por costos, esto resulta difícil de aplicar, por lo tanto, se debe duplicar los equipos mas importantes, como son los discos duros. A pesar que los arreglos de discos incorporan una serie de sistemas de protección y redundancia, por seguridad es aconsejable duplicar este equipo.

4.1.2. Requisitos para la obtención de frecuencia

Según el Art. 16 del Reglamento General a la Ley de Radiodifusión y Televisión, se establece el siguiente formato de requisitos que deben presentar los peticionarios, con el objeto de obtener la concesión y ser autorizados para instalar, operar frecuencias o sistemas de televisión.

4.1.2.1. Requisitos para Sistemas de Televisión y Conexos

a) Solicitud escrita dirigida al señor Presidente del CONATEL, en la que consten los nombres completos del solicitante y su nacionalidad, la dirección a la que se enviará correspondencia, número de teléfono y fax.

- Nombre propuesto para la estación o sistema a instalarse
- Clase de sistema (según formato 1, Anexo B)
- Banda de frecuencia (según formato 2, Anexo B)
- Estudio de Ingeniería suscrito por un ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, colegiado y registrado en la Superintendencia de Telecomunicaciones (según formato 3, Anexo B)
- Ubicación y potencia de la estación o estaciones
- Horario de trabajo
- Dos certificados bancarios que acrediten la solvencia económica del solicitante (originales o copias certificadas)
- Currículum Vitae para caso de persona natural · Declaración Juramentada que el peticionario no se encuentra incurso en ninguna de las limitaciones establecidas

en la Ley de Radiodifusión y Televisión, en relación con el número de estaciones de las que puede ser concesionario (original o copia certificada).

- Si es persona natural, deberá presentar copias certificadas de la Cédula de Ciudadanía, papeleta de votación y original de la partida de nacimiento, del solicitante y del cónyuge; si se trata de persona jurídica, debe presentar los documentos que acrediten su existencia legal y el nombramiento del representante legal. Para el caso de compañías, corporaciones o fundaciones, debe adjuntar las partidas de nacimiento de los socios o miembros; para las sociedades anónimas, el certificado de porcentaje de inversión extranjera otorgado por la Superintendencia de Compañías.
- Fe de presentación de la comunicación dirigida al Comando Conjunto de las FFAA, solicitando el Certificado de Idoneidad.

ACLARACION 1.- Previo a la suscripción del contrato, el peticionario deberá presentar la garantía de cumplimiento del contrato, de acuerdo a lo que señala el Art. 20 de la Ley de Radiodifusión y Televisión.

ACLARACION 2.- Si el peticionario ya es concesionario (tiene autorización para operar un sistema de radiodifusión o televisión), no requiere presentar el requisito de la letra "l)".

NOTA: Toda la documentación deberá presentarse en original y copia (dos carpetas), en la Unidad de Documentación y Archivo de la Institución.

Esta información se tiene en www.conatel.gob.ec.

4.1.3. Frecuencia para el canal digital

En las provincias Bolívar, Chimborazo, Cotopaxi, Pastaza y Tungurahua se tiene la concesión de las siguientes frecuencias para canales de televisión locales:

ESTACIÓN	CANAL	FRECUENCIA	BANDA
Bolívar			
CANAL CULTURAL MUNICIPAL	5	76-82 MHz	VHF I
Chimborazo			
TVS	13	210-216 MHz	VHF III
ECUAVISIÓN	29	560-566 MHz	UHF IV
Cotopaxi			
COLOR TELEVISIÓN	36	602-608 MHz	UHF IV
Pastaza			
SONOVISIÓN	7	174-180 MHz	VHF III
Tungurahua			
PROMOTORES TV-AMBATO	2	54-60 MHz	VHF I
AMERICAVISIÓN	22	518-524 MHz	UHF IV
HOY TV – CANAL 21	30	566-572 MHz	UHF IV
UNIMAX	34	590-596 MHz	UHF IV
ASOMAVISIÓN	41	632-638 MHz	UHF IV

Tabla 4-1: Concesión de Frecuencias de canales de televisión en las provincias de Bolívar, Cotopaxi, Chimborazo, Pastaza y Tungurahua.

Fuente: www.conatel.gob.ec

Por lo tanto se tendrá en cuenta las siguientes frecuencias en las diferentes provincias en las que se desea implementar el canal de televisión.

ESTACIÓN	CANAL	FRECUENCIA	BANDA
Bolívar			
	19	500-506 MHz	UHF IV
Chimborazo			
	19	500-506 MHz	UHF IV
Cotopaxi			
	21	512-518 MHz	UHF IV
Pastaza			
	19	500-506 MHz	UHF IV
Tungurahua			
	21	512-518 MHz	UHF IV

Tabla 4-2: Frecuencias tentativas para la implementación del canal de televisión

Fuente: Investigación personal

4.1.4. Tarifas de concesión de frecuencias en VHF y UHF

Se presenta de manera simplificada las tarifas de concesión y las tarifas mensuales (valor unitario en dólares) de los diferentes servicios de radiodifusión y televisión, 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.

Televisión Abierta VHF

SERVICIO	CONCESIÓN	TARIFA MENSUAL USD
Quito y Guayaquil	4000	40
Capital de Provincia	1500	15
Cabecera Cantonal	1000	10
Los demás	500	5

(a)

Televisión Abierta UHF

SERVICIO	CONCESIÓN	TARIFA MENSUAL USD
Quito y Guayaquil	2000	40
Capital de Provincia	750	15
Cabecera Cantonal	500	10
Los demás	250	5

(b)

Tabla 4-3: Tarifas de Concesión de Frecuencias en VHF (a) y UHF (b)

Fuente: www.conatel.gob.ec

4.1.5. Costo de la frecuencia

En la primera etapa de implementación de este canal se va a llegar a cubrir las capitales de cada provincia y como se va hacer uso de UHF se deberá pagar 750 USD por la concesión de la frecuencia y 15 USD adicionales mensuales por el arriendo, costo que será financiado por publicidad. Estos datos han sido tomados de la página web del CONATEL.

4.1.6. Ubicación del estudio

Una vez se cuente con los recursos necesarios para la implementación se debe designar dentro de las instalaciones de la universidad un lugar estratégico donde funcione el estudio, se ha visto varios lugares, pero al ser un proyecto exclusivo de la Escuela de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones sería lo más conveniente tener un espacio dentro de las instalaciones de esta escuela. Además por estudios ya realizados se tiene que es adecuado el edificio de nuestra escuela ya que tiene línea de vista directa con los 2 cerros más importantes (La Mira y Cacha) y los cuales van hacer fundamentales en la transmisión de nuestra señal.

Para lo cual se utilizara el tercer piso exclusivamente para el canal de televisión ya que consta con la infraestructura adecuada para la ubicación de los diferentes sets como edición, producción, set de noticias, programas en vivo y demás.

Adicionalmente se deberán implementar sets en cada una de las diferentes facultades de la universidad para los diferentes espacios que serán destinados para cada una.

4.1.7. Ubicación de los sistemas radiantes

Para determinar la ubicación idónea de nuestros sistemas radiantes debemos tener en cuenta lo siguiente:

- El patrón de radiación de las antenas direccionales.
- Nuestro equipo transmisor debe estar situado cerca de la antena transmisora, para reducir perdidas por motivo de la línea de transmisión.
- Debe ser un lugar accesible para facilitar la operación del equipo y las rutinas de mantenimiento.

Para la ciudad de Riobamba nuestro sistema radiante va a estar ubicado en el cerro HIGNUG CACHA (Amula Chico) perteneciente a la provincia de Chimborazo. Con las siguientes coordenadas geográficas: 78°42'52"O 01°41'20"S.

Este cerro es fundamental para nuestra transmisión ya que tiene una línea de vista perfecta hacia toda la ciudad, por lo cual nuestra señal se podrá recibir sin ninguna dificultad.

Adicionalmente desde el cerro CACHA se va a salir hacia el cerro LA MIRA en la provincia de Chimborazo con coordenadas $78^{\circ}34'56''\text{O}$ $01^{\circ}30'56''\text{S}$ de este se va a enlazar con el cerro PILISURCO en la provincia de Tungurahua de coordenadas $78^{\circ}39'44''\text{O}$ $01^{\circ}09'08''\text{S}$ cabe recalcar que desde el cerro Pilisurco se estará cubriendo las ciudades de Ambato y Latacunga, y se va hacer un salto al cerro CAPADIA en la provincia de Bolívar de coordenadas $78^{\circ}56'10''\text{O}$ $01^{\circ}25'42''\text{S}$. Del cerro LA MIRA va a direccionar la señal hacia el cerro LLIGUA de coordenadas $78^{\circ}27'36''\text{O}$ $01^{\circ}22'10''\text{S}$ para desde este enlazarnos con el cerro EL CALVARIO en la Provincia de Pastaza con coordenadas $77^{\circ}53'31''\text{O}$ $01^{\circ}29'44''\text{S}$. Ver anexo C.

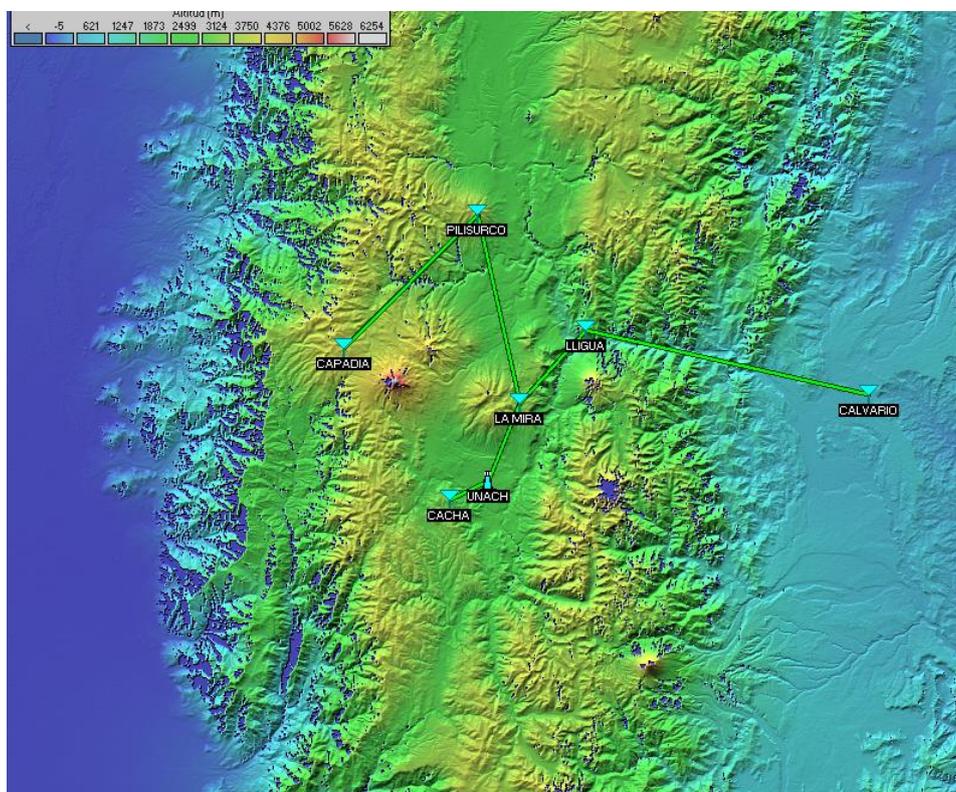


Figura 4.3: Enlace Microondas de nuestro sistema
Fuente: Investigación personal

En la figura 4.3 se puede apreciar una simulación de nuestro sistema de enlaces microondas entre las diferentes ciudades donde vamos a llegar con nuestra señal. Esta simulación está realizada en el software Radio Mobile, dicho software es una herramienta para analizar y planificar el funcionamiento de un sistema de radiocomunicaciones fijo o móvil. Este software utiliza mapas con datos digitales de elevación del terreno, junto con los datos de las estaciones de Radiocomunicación y algunos algoritmos, que desarrollan modelos de propagación radio, para obtener los

niveles de señal en distintos puntos bien de un trayecto (junto con el perfil del trayecto entre emisor y receptor), utilizable para el cálculo y diseño de Radioenlaces o bien la cobertura sobre una zona determinada para el análisis y la planificación de comunicaciones móviles en entornos rurales.

Nuestro sistema de antenas deberá estar montado en una torre de estructura de soporte la cual tendrá una altura de 50 y 70 metros. Todos estos parámetros deben estar especificados en los estudios de ingeniería. En el Anexo C se muestran las características de cada uno de los Radioenlaces.

4.2. EQUIPOS A UTILIZAR

Aquí se hace una lista de los equipos necesarios para ofrecer televisión digital en las ciudades de Ambato, Guaranda, Latacunga, Puyo y Riobamba, se hace referencia solamente a los equipos que se necesitan para que este canal sea digital.

4.2.1. Equipos para el usuario

Estos son los equipos que el usuario debería estar dispuesto a comprar para poder acceder al canal de televisión digital, existen inversiones para todo tipo de economía, claro está que mientras mejores sean los equipos, se tendrá una mejor calidad de la señal de televisión.

4.2.1.1. Sintonizador de TV de Alta Definición

Sintonizador de TV para alta definición. Se puede vincular a cualquier televisor o pantalla, aunque no esté preparada para alta definición. Sólo conecte la antena ya sea aérea o interior al sintonizador y listo. Soporta varios tamaños de resolución, cuenta con subtítulos y con un control remoto.

- Sintoniza canales analógicos o de alta definición.
- Predeterminado, para regresar a los parámetros originales de fábrica.
- Sonido stereo.

- Menú en pantalla.
- Multi-lenguaje (español, inglés y francés).
- Tamaño de pantalla seleccionable 4:3 y 16:9.
- Resolución DTV seleccionable /720p/1080i.
- Impedancia de entrada: 75 Ohms.
- Ancho de banda: 6 MHz.



Figura 4.4: Sintonizador de TV de alta definición.
Fuente: http://www.clubwnc.com/eshop/product_info.php

4.2.1.2. Amplificador HDTV de 4 Salidas

Amplifica la señal de alta definición y la entrega repartida en 4 salidas.

- 1 entrada, 4 salidas.
- Conectores de Entrada/Salida: hembras tipo “F”.
- Frecuencia VHFL: 45-75 MHz.
- Frecuencia VHFH: 1125-230 MHz.
- Frecuencia UHF: 470-870 MHz.
- Ganancia: 12 +2 dB.
- Pérdida de retorno: 6dB.
- Ruido: 4dB.
- Impedancia de salida RF: 75 Ohms.
- Entrada: 120Vca 60 Hz 4 W.
- Salida: 9 Vcc 100 mA.



Figura 4.5: Amplificador HDTV de 4 salidas.
Fuente: http://www.clubwnc.com/eshop/product_info.php

4.2.1.3. Antena aérea para HDTV/DTV

Especial para recibir señal digital. Su amplificador filtra y procesa la señal, obteniendo imágenes de alta calidad sin necesidad de ajustes. Además, tiene 2 salidas de señal para 2 televisiones o receptores de HDTV y es de fácil instalación. Se requiere que la televisión cuente con sintonizador de Alta Definición (HD), integrado o externo.

- 2 dipolos.
- Divisor para 2 televisiones.
- Dimensiones: 34 x 34 x 6 cm.
- Entrada: 120 Vca 60 Hz.
- Ganancia: 6 dB.



Figura 4.6: Antena aérea para HDTV/DTV.
Fuente: http://www.clubwnc.com/eshop/product_info.php

4.2.1.4. Televisor Digital

- Televisor digital de 32 pulgadas.

- HDTV/DTV.
- Resolución 720P50.
- Salida de audio y video.
- HDMI.
- 1080/50i.



Figura 4.7: Televisión digital HDTV/DTV.
Fuente: <http://www.blog-tecnologia.com.ar/?paged=5>

4.2.2. Equipos para el canal

Estos son los dispositivos que se deberá adquirir para que un canal digital, con la tecnología que se ha establecido como la mejor opción, a continuación se detallan los más importantes.

4.2.2.1. Cámara 1080i HDV

Los nuevos HVR-A1U tienen otra opción para la captura de imágenes de alta definición (HD). El HVR-A1U ofrece un equilibrio de audio, su tamaño más pequeño hace de esta cámara ideal para aplicaciones donde el espacio es reducido o se requiere movilidad extrema, elimina la presencia de manchas e imágenes fantasmas.

Sony ha reducido el tamaño de los transistores dentro de la matriz de píxeles de una imagen. Los medios de comunicación perfeccionaron las aplicaciones para HDTV.



Figura 4.8: Cámara 1080i HDV.

Fuente: [http://www. Sony-Announces-High-Definition1080i-HDR-FX1](http://www.Sony-Announces-High-Definition1080i-HDR-FX1)

4.2.2.2. Codificador HD MPEG-4

Este codificador de alta calidad permite crear un MPEG-4 de una fuente de alta definición. Puede usarse como el primer decodificador de HDTV aéreo para las transmisiones locales. Con proceso 4:2:2.

- Entrada de video HD.
- Proceso seleccionable 4:2:2 / 4:2:0.
- Referencia entre entrada HD-SDI.
- Salida: MPEG-4.
- Velocidad entre 9 Mbps a 45 Mbps.
- 100-240VAC.



Figura 4.9: Codificador HD MPEG-4.

Fuente: <http://spanish.alibaba.com/product-gs/mpeg2-hd-encoder-enc3410>

4.2.2.3. Grabador/Reproductor PRO-HD

Funcionamiento avanzado en un Grabador/Reproductor compacto HD, con salida de video multiformato.

- Transferencia de audio y video.
- Modo seleccionable entre HDTV y SDTV.

- Salida multiformato elegible.
- Salida digital HDMI.

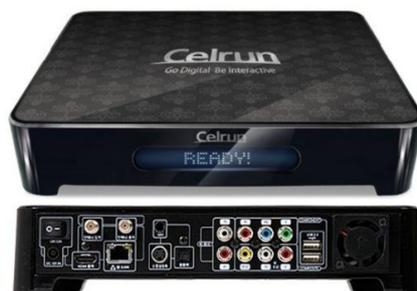


Figura 4.10: Grabador/reproductor PRO-HD.

Fuente: [http:// hiperdef.com/2008/02/celrun-tv-grabadorreproductor-en-hd](http://hiperdef.com/2008/02/celrun-tv-grabadorreproductor-en-hd)

4.2.2.4. Transmisor TV Digital ISDBT/TB

Transmisor digital de 1000 W en UHF (casi 2000 W analógicos).

- Los transmisores MOT 800 ISDTBT/TB proporcionan una solución flexible y de bajo coste para su integración en las redes de Televisión Digital Terrestre, tanto para redes de frecuencia única como para redes multifrecuencia.
- Está compuesto por el Modulador ISDBT/TB y el amplificador S800 ISDBT/TB, comunicado a través de un driver externo que permitirá un más eficiente aprovechamiento de las características de etapa final de amplificación.



Figura 4.11: Transmisor TV Digital ISDBT/TB.

Fuente: <http://www.omb.com/node/688>

4.2.2.5. Switch ISDB-T

Es el mejor switch para migrar a sistema HDTV. Estos son los primeros Switches en el mercado que soportan ambos sistemas SD y HD, y soportan todos los formatos más comunes.

Provee calidad súper fina en la configuración automática de los controles, ofreciendo capacidad de control de disparo para incrementar la producción y la eficiencia de operación, ofrece opciones de interfaces para video-servidores, grabadores de video digital, servidores de audio, mezcladores de audio y video, cámaras robóticas, generadores de caracteres y más.

4.2.2.6. Modulador Digital Terrestre

El modulador ISDBT/TB de OMB está diseñado para modular un Transport Stream MPEG-4 en un espectro OFDM conforme a las normas para la codificación y modulación específicamente en el estándar ISDBT/TB.

- Incluye entradas ASI y la salida RF se genera a través de un conversor de RF que cubre el rango de frecuencias de 50MHz a 1GHz.
- El nivel de salida es ajustable de -10dBm a 0dBm en pasos de 0,1dB.
- Se puede ajustar la polaridad del espectro de invertida a no invertida según lo requiera.



Figura 4.12: Modulador Digital Terrestre
Fuente: <http://www.omb.com/node/692>

4.2.2.7. Codificador-Multiplexor MPEG-4

El codificador-multiplexor MPEG-4 CODER IRIDIUM permite de una manera sencilla codificar de 1 a 4 canales de video y de 2 a 8 canales de audio obteniéndose una salida ASI duplicada. Los canales de audio, emparejados dos a dos, pueden ser utilizados como estéreo de un programa de televisión o bien ser introducidos como programación para radio. Además, para un mismo servicio de televisión se permite utilizar múltiples

entradas de audio estéreo de modo que se puedan tener diferentes idiomas para un mismo programa.



Figura 4.13: Codificador-multiplexor MPEG-4 CODER IRIDIUM
Fuente: [http:// www.omb.es/node/716](http://www.omb.es/node/716)

4.2.2.8. Enlaces Microondas Digitales Fijos RADWIN 2000

Este enlace de Microondas para TV digital RADWIN 2000 ha sido diseñado utilizando tecnología vanguardista para el transporte de señales digitales de alta calidad. Trabaja en el rango sub-6GHz. Estos radios ofrecen un rendimiento inigualable y robustez.

La cartera de RADWIN 2000 se compone de tres series de productos:

- RADWIN 2000 C-Series 100 Mbps simétricos de apoyo (dúplex completo y asimétricas) y el rendimiento de hasta 16E1/T1.
- RADWIN 2000 L-Series soporta hasta 50 Mbps simétricos (dúplex completo) y el rendimiento de hasta 16E1/T1.
- RADWIN 2000 PDH-Series con 16 E1/T1 y Ethernet de 10 Mbps (Tenga en cuenta que este modelo solo se puede utilizar con un UDI-C o E.

En el sistema RADWIN 2000 destacan:

- Alta capacidad (hasta 100Mbps de rendimiento neto total de dos vías)
- TDM nativo de transporte de hasta 16 puertos E1/T1
- Avanzada interfaz, aérea basada en la tecnología MIMO, la diversidad de la antena y las tecnologías OFDM
- Fácil instalación y gestión
- Alta potencia de transmisión de 25 dBm
- Soporte para anchos de banda de 10MHz, 20 MHz y 40MHz
- Monitoreo de espera en caliente (1+1) para los servicios TDM
- Topología de anillo (incluido 1+1) para el servicio de Ethernet
- Gestión independiente y Ethernet tráfico VLAN

RADWIN 2000 es compatible con bandas de frecuencias 4,8 a 6 GHz y 2,4 GHz, cumple con las normas y reglamentos internacionales (FCC, Canadá IC, ETSI e India WPC). DFS con el apoyo cuando sea requerido por la regulación.

La potencia estándar es de 100mW a 300mW, en función de la frecuencia, para mayores valores de potencia de consulte nuestros amplificadores.



Figura 4.14: Enlace Microondas Digital
Fuente: <http://www.omb.es/node/713>

4.2.2.9. Excitadores Digitales de Televisión

- Up-converter ágil integrado.
- Entradas ASI y LVDS.
- Enganche a la señal de referencia GPS.
- Offset de precisión automático.
- Intervalo de guardia hasta 1/32.
- BER = 0.
- Construcción modular.
- Ventilación forzada o enfriamiento por convección.

4.2.2.10. Sistema de Antena UHF banda IV

- Antena direccional diedrica (Configuración de antenas: 6 paneles UHF en arreglo bidireccional 3+3 con ganancia total de 11,8 dB).
- Rango de Frecuencia: 174 – 216 MHz.

- Polarización Vertical.
- Pico de Potencia Máxima: 500W (2000 W en analógico).
- Potencia Máxima RMS: 300W.

Las hojas de datos de cada uno de los equipos estudiados estarán en el Anexo D.

Además existen datos de la antena que se tendrán justo en el momento de la instalación de los equipos, estos datos se obtienen con las pruebas de campo.

4.2.3. Costo referencial de los equipos para el usuario

Para los usuarios existe una gran cantidad de elementos que pueden utilizar para recibir televisión digital sin necesidad de hacer inversiones numerosas, y adecuada para cada necesidad, por esta razón se hará un pequeño análisis de acuerdo a los precios de cada equipo.

EQUIPO	DETALLE	PRECIO USD
Sintonizador de TV de alta definición	Capta señales de televisión de alta definición para cambiarla a analógica y de esta manera poder captar en televisores analógicos, se necesita uno por cada televisor.	35,00 - 150,00
Amplificador HDTV de 4 salidas	Este dispositivo se utiliza para tener televisión digital de alta definición en cuatro televisores, con canales y programas independientes, sirven como cajas decodificadoras.	200,00
Antena aérea para televisión de alta definición	Esta es una antena que capta con mejor calidad las señales de televisión digital de alta definición, esta se hace necesaria sino se cuenta con una televisión digital, pero si tiene una, la calidad de la señal mejora en un 70%	80,00
Televisor Digital	Capta las señales de televisión digital sin necesidad de tener una antena para este tipo de señal, funciona perfectamente con una antena de aire común y corriente	750,00

Tabla 4-4: Costo de Equipos para el Usuario

Fuente: Investigación personal

Con estos precios que son los más convenientes en el mercado, el usuario que desee contar con un sistema de televisión digital de alta definición ya lo puede hacer sin tener que invertir demasiado dinero, existen algunas alternativas para que todos puedan

acceder a ella, está claro que existen equipos más sofisticados y por ende de mayor costo, pero esto no limita los beneficios y aplicaciones de HDTV.

4.2.4. Costo referencial de los equipos para el canal

Estos son los equipos de un canal de televisión digital abierta local, equipado con los elementos básicos, pero con todas las ventajas y aplicaciones de la transmisión digital.

CAMARAS Y ACCESORIOS			
CANT	DETALLE	COST UNID	TOTAL
2	Videocámara formato de grabación HD y SD	2890,00	5780,00
6	Tarjetas de memoria SDHC 8 GB	44,00	264,00
2	Batería adicional	228,00	456,00
2	Luz portátil incluye batería y cargador	70,00	140,00
2	Trípode de cabeza fluida capacidad 8lbs.	292,00	584,00
2	Micrófono de estudio	125,00	250,00
2	Sistema de micrófonos inalámbricos conformado	880,00	1760,00
		TOTAL	9234,00

ESTUDIO			
CANT	DETALLE	COST UNID	TOTAL
3	Cámara con formato HD y SD, utiliza tarjetas de memoria	2890,00	8670,00
4	Trípode de cabeza fluida capacidad 8 lbs.	873,00	3492,00
2	Dolly para TH-M20	1291,00	2582,00
2	Parlantes potenciados	5303,00	10606,00
2	Televisor de 32"	750,00	1500,00
		TOTAL	26850,00

EDICIÓN			
CANT	DETALLE	COST UNID	TOTAL
2	Editora digital en tiempo real multicapa DV	15276,00	30552,00
1	Codificador HD MPEG-4	42000,00	42000,00
1	Decodificador profesional MPEG-4	45000,00	45000,00
2	DVD Player	80,00	160,00

1	Convertor HDTV	20000,00	20000,00
		TOTAL	137712,00

SWITCH Y SONIDO			
CANT	DETALLE	COST UNID	TOTAL
1	Switch digital A/V - 8 entradas	18098,00	18098,00
1	Estructura de grabación seleccionable HD SD bajo conversión	4300,00	4300,00
1	Switch para migrar a sistema HDTV	25700,00	25700,00
1	Consola de audio 16 canales	9340,00	9340,00
3	Micrófono corbatero	480,00	1440,00
2	Micrófono de estudio	725,00	1450,00
2	Hibrido telefónico	521,00	1042,00
1	Parlante potenciado	4210,00	4210,00
4	Televisores de 14"	320,00	1280,00
3	Televisores de 21"	650,00	1950,00
1	DVD Player	80,00	80,00
		TOTAL	68890,00

EMISIÓN AL AIRE			
CANT	DETALLE	COST UNID	TOTAL
1	Video Servidores: codifica y decodifica el audio y el video	43200,00	43200,00
1	Servidor de video para salida al aire	25290,00	25290,00
1	Videocasetera formato DV	2970,00	2970,00
2	Switch de video compuesto y audio estéreo, incluye montaje de rack	10336,00	20672,00
1	Consola de audio 16 canales	9340,00	9340,00
5	Televisores de 14"	320,00	1600,00
		TOTAL	103072,00

CONTROL TÉCNICO			
CANT	DETALLE	COST UNID	TOTAL
1	Sistema de intercomunicación 4 usuarios	24089,00	24089,00
1	Ruteador de audio estéreo desbalanceado 16*16 (100KHz)	33155,00	33155,00
1	Router de alta definición. 18 ranuras de entrada y 18 ranuras de salida	38500,00	38500,00

1	Ruteador digital de video (90 MHz)	33228,00	33228,00
2	Monitor Profesional de color LCD	3600,00	7200,00
1	Sistema de automatización	45000,00	45000,00
8	Adaptador de DB 25 a terminales tipo tornillo para audio	32,00	256,00
1	Distribuidor de video compuesto y audio estéreo desbalanceado	19583,00	19583,00
1	Sintonizador de trama	17463,00	17463,00
1	Videocasetera formato DV	2370,00	2370,00
1	Monitor profesional entradas de video 15"	5680,00	5680,00
	TOTAL		226524,00

ILUMINACIÓN PARA EL ESTUDIO

CANT	DETALLE	COST UNID	TOTAL
2	Fresnel para estudio 650W incluye barndoors 4 aletas y porta filtro	860,00	860,00
2	Cuarzo para Dexel Vulcano	34,19	68,38
2	Fesnel 1000W incluye barndoors 8 aletas y porta filtro	308,00	616,00
2	Cuarzo para Dexel Olympus	42,05	84,10
3	Luz Fría de 2 lámparas 55W	855,00	2565,00
3	Luz Fría de 4 lámparas 55W	1354,00	4062,00
6	Fluorescente para LFSN-/55	56,12	336,72
	TOTAL		8592,20

TRANSMISIÓN

CANT	DETALLE	COST UNID	TOTAL
4	Modulador digital COFDM	26000,00	104000,00
1	Enlace Microonda Digital Móvil	8000,00	8000,00
4	Enlace Microonda Digital Fijo	7000,00	28000,00
4	Transmisor ISDTV	250000,00	1000000,00
4	Multiplexor ISDTV	100000,00	400000,00
4	Excitador Digital de Televisión ISDTV	3200,00	12800,00
4	Antena direccional (VHF/UHF) diedrica	35000,00	140000,00
	TOTAL		1692800,00

VARIOS			
CANT	DETALLE	COST UNID	TOTAL
1	Switch de datos 16 puertos	4600,00	4600,00
3	Rack	720,00	2160,00
3	Accesorios de rack: Regleta de AC, y 2 Organizadores	156,00	468,00
6	Bandejas	122,00	732,00
1	Material de instalación	2320,00	2320,00
1	Instalación y curso operativo	3750,00	3750,00
		TOTAL	14030,00

Tabla 4-5: Costo de Equipos para el canal

Fuente: Investigación personal

COSTO TOTAL DE LOS EQUIPOS DE ISDTV: 2287804,00

Este es el costo referencial para la implementación de un canal de DTV que recién se va a efectuar, cabe recalcar que este canal va a estar implementado en 5 provincias y es de características básicas para un inicio con la posibilidad de con el tiempo complementarlo.

4.3. FINANCIAMIENTO DEL CANAL DE TELEVISIÓN DIGITAL

4.3.1. Ingresos por publicidad.

La publicidad es básicamente el único ingreso que tiene inicialmente un canal de televisión, cuando se logre estructurar debidamente el canal se podrá tener ingresos de otros sectores.

Los valores de las cuñas publicitarias fueron tomados de TELE SANGAY, teniendo en cuenta que en media hora de programación 6 minutos son de publicidad, en una hora de programación se transmite 14 minutos de publicidad, cabe recalcar que cada cuña dura 30 segundos.

Durante un día normal se tiene una media de 18 horas de programación que comienza de 06h00 hasta las 24h00, las cuales se las puede distribuir en: Noticias/deportes, Novelas, Entretenimiento y Madrugada.

PROGRAMACIÓN	No. CUÑAS DIARIAS	PRECIO UNIDAD USD	INGRESO DIARIO USD
Noticias y Deportes	42	7	294,00
Novelas y Series	70	10	700,00
Entretenimiento	140	13	1820,00
Madrugada	84	5	420,00
Ingreso diario			3234,00
Ingreso mensual			97020,00
Ingreso anual			1164240,00

Tabla 4-6: Costo de las cuñas televisivas y resumen de ingresos
Fuente: TELE SANGAY

Como se observa en la tabla 3-6 se tendría un ingreso diario de USD. 3234,00 pero existen casos muy especiales como por ejemplo durante el mundial en el año 2010, pasar un comercial de menos de 20” tenía un costo superior a los USD 500.

4.3.2. Análisis costo beneficio del estándar ISDTV.

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.

4.3.3. Resumen económico.

A continuación se presentará un resumen económico tanto de ingresos y egresos que tendría el canal de televisión.

Como nuestro canal está empezando el único ingreso que tendrá es el da publicidad, la cual en el año llegaría a ser de 1164240,00. USD, de ahí habría que descontar los mensuales de los empleados que en un inicio no serían más de 15 personas entre técnicos, sonidistas, productores, camarógrafos, maquilladores, personal administrativo, de limpieza y seguridad, los salarios oscilan entre los 300 USD a los 1200 USD, teniendo un promedio de 750 USD y otros gastos.

Egresos	Mensual USD	Anual USD
Derechos de transmisión (deportes, series, novelas, etc.)	20000,00	240000,00
Salario de empleados	11250,00	135000,00
Servicios básicos	1500,00	18000,00
Mantenimiento del canal	800,00	9600,00
Movilización	700,00	8400,00
Extras e imprevistos	500,00	6000,00
	TOTAL	417000,00

Tabla 4-7: Egresos del canal.
Fuente: Investigación personal.

INGRESOS	EGRESOS	GANANCIA
1164240,00	417000,00	747240,00

Tabla 4-8: Resumen Económico
Fuente: Investigación personal

Se tiene que el costo aproximado del canal es de 2287804,00 USD, esto quiere decir que en 3,07 años se estaría cubriendo el costo total de la implementación. A esto toca aumentarle los costos de la obra civil.

Se concluye que económicamente el proyecto es totalmente viable dado que tenemos un índice de rentabilidad muy favorable, el Tiempo de Recuperación es en 4 años, que es un tiempo muy corto a diferencia de la inversión.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tuvo con objetivo el estudio de factibilidad para la implementación de un canal de televisión en la UNACH. La TDT es una realidad en el Ecuador y el estándar adoptado por nuestro país es el ISDTV, por este motivo se realizó el estudio para este estándar. Además, se hace una reseña de los posibles equipos para esta implementación.

5.2 CONCLUSIONES

- La televisión digital ofrece varias ventajas como: mejor cobertura en zonas oscuras, menor requerimiento de potencia de radiación, puede emplear redes de frecuencia única lo que conlleva el uso de un menor número de frecuencias.
- La televisión digital no es sólo un cambio en el formato. Se abre una extensa gama de negocios para los empresarios y usuarios, además de la alta resolución de la programación, tendrán la posibilidad de interactuar directamente los usuarios.
- Desde el punto de vista económico, al adoptar el estándar ISDTV, se va a tener costos relativamente bajos en equipos tanto para los usuarios como para la implementación del canal de televisión, ya que se adoptó un estándar de un país vecino.
- En la UNACH es factible implementar el canal de televisión ya que es un medio por el cual se puede difundir todas las actividades que realiza la universidad, así también se puede ayudar a la comunidad con programas educativos y tecnológicos.
- Con la alta definición de los televisores digitales se evita el parpadeo y no se nota el inter lineado. Además tienen muy bajo consumo de energía, son inmunes a los campos electromagnéticos y no presentan emisiones peligrosas.

- Con la implementación de la televisión digital se reducirán las potencias de transmisión en un 70% a 50%, y se llegara a cubrir la misma área. Mientras se tenga un nivel mínimo de campo eléctrico requerido el sistema funcionara en óptimas condiciones.
- Con la digitalización de la información se tiene varios medios de transmisión además de los sistemas de radio se tiene la fibra óptica y los enlaces satelitales.
- Con la implementación de este canal los estudiantes de las diferentes escuelas pueden colaborar y ser parte de la programación y así adquirir experiencia profesional.
- Técnicamente, la televisión analógica permite un cierto grado de interactividad, por ejemplo a través de los servicios de teletexto. No obstante, la digitalización permite ampliar de forma considerable el abanico de servicios interactivos y las prestaciones de éstos.

5.3 RECOMENDACIONES

- Implementar un canal de televisión digital, ya que en unos cuantos años la televisión analógica quedara obsoleta, y hasta la posible implementación en la universidad se estará acorde con las exigencias tecnológicas.
- Se recomienda contar con equipos de medición para poder trabajar en los patrones establecidos, además contar con personal capacitado para realizar estos controles.
- Una vez que se haya establecido el número de canales disponibles para televisión digital, se deberá tener claras las diferentes políticas para concesiones, para que este canal sea tomado en cuenta como una estación destinada a servicio público sin fines de lucro.
- Se deberá contar con un dispositivo de protección contra descargas atmosféricas en la estructura de soporte de nuestras antenas, además un sistema de iluminación y una pintura adecuada, según las normas reglamentarias establecidas por el CONATEL y la Dirección de Aviación Civil.

BIBLIOGRAFÍA

- **ATSC Standard:** ATSC Digital Television Standard (A/53) Revision E, with Amendment No. 1, Documento A/53E, Abril 2006,
- **ATSC Standard:** ATSC Digital Television Standard (A/53) Revision E, with Amendment No. 1, Documento A/53E, 18 Abril 2006.
- **BORQUE, Alfredo.** “Radio y Televisión Digitales”, Cuarta Edición, Thomson Paraninfo, S.A. 2006.
- **BUSTAMANTE, Eduardo.** “Comunicación y cultura en la era digital”. Segunda Edición Editorial Gedisa, Barcelona 2004.
- **Communications.** “Técnicas de compresión.” Axis Communications. Tech. Rep. 2003.
- **ETSI ETR 154** Digital Video Broadcasting (DVB); Implementation guidelines for the use of MPEG-2 Systems, Video and Audio in satellite, cable and terrestrial broadcasting applications. 2002.
- **GUILLEN, Esperanza M.** Estudio y propuesta de la factibilidad técnica, social y económica del sistema SBTVD-T (Sistema Brasileño de Televisión Digital Terrestre) en el Ecuador. Tesis. Escuela Politécnica Nacional. Quito 2007.
- **GROB, Bernard:** “Televisión práctica y sistemas de video”. Segunda Edición. Editorial Immagine. Buenos Aires 1998.
- **JADAN, Luis A.** “Estudio comparativo entre los estándares de televisión digital terrena: ATSC (Advanced Television Systems Committee), DVBT (Digital Video Broadcasting - Terrestrial) e ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting - Terrestrial)”. Tesis. Escuela Politécnica Nacional. Quito 2003.
- **MANOVICH, Lev** “La imagen en la era digital”. Editorial Paidós Comunicación. Buenos Aires 2006.
- **MINISTERIO DE TRANSPORTE Y TELECOMUNICACIONES DE CHILE, CONSEJO NACIONAL DE TELEVISION.** “Estudio de los Estándares de Televisión Digital”.
- **PEREZ, Tania – BARRIGA, Edwin.** Folleto de Televisión. EPN, 1995.
- **SIMONETTA, José:** “Televisión Digital Avanzada” Editorial Immagine Buenos Aires 2003.
- **TANENBAUM, Andrew.** “Redes de Computadoras”. Sexta Edición, 2006.

- **TOMASI, Wayne:** “Electronics communications systems: fundamentals through advanced”. Cuarta Edición. Editorial Prentice Hall. Barcelona 2004.

Direcciones Electrónicas:

- www.conatel.gob.ec
- www.accenture.com/iptvmonitor3
- <http://www.manovich.net>
- <http://www.uv.es/montanan/redes/index.html>
- <http://www.audiocoding.com>
- <http://www.elmundodetehuacan.com>
- www.atsc.org
- www.atscforum.com
- www.dvb.org
- www.dictuc.cl
- www.digitaltelevision.org
- www.zenith.com/digitalbroadcast/downloads/ATSC%20Field%20

ANEXO A

UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE TRANSMISIÓN DE LAS ESTACIONES DE TELEVISIÓN

CERROS	PROVINCIA	LATITUD	LONGITUD
Tipoloma	Azuay	03°07'09" S	79°04'37" W
Cruz	Azuay	02°55'37" S	78°59'48" W
Villaflores	Azuay	02°48'52" S	78°47'42" W
Simbala	Azuay	03°06'37" S	79°03'03" W
Nero	Azuay	02°56'47" S	79°03'13" W
Susanga	Bolívar	01°40'08" S	79°00'58" W
Capadia	Bolívar	01°25'42" S	78°56'10" W
Bueran	Cañar	02°35'45" S	78°55'38.3" W
Amopungo	Cañar	02°48'06" S	78°49'11" W
Piñaloma	Cañar	02°33'05" S	78°55'39" W
Guagualzhumi	Cañar	02°55'36" S	78°54'40" W
Huaquillas	Cañar	02°24'54" S	79°20'26" W
Troya	Carchi	00°44'25" N	77°41'37" W
Cabras	Carchi	00°28'05" N	77°57'40" W
Hignug Cacha	Chimborazo	01°41'16" S	78°42'50" W
La Mira	Chimborazo	01°30'14" S	78°34'45" W
Puchucal	Chimborazo	02°10'16" S	78°53'39" W
Putzalahua	Cotopaxi	00°57'45" S	78°33'37" W
Sec, Pusuchisi	Cotopaxi	00°54'52" S	78°35'50" W
Chillas	El Oro	03°29'44" S	79°37'37" W
Chillacocha	El Oro	03°29'47" S	79°37'46" W
Paccha	El Oro	03°32'49" S	79°40'55" W
Trigal	El Oro	03°39'11" S	79°40'49" W
Repen	El Oro	03°32'49" S	79°40'55" W
Zapallo	Esmeraldas	00°53'15" N	79°31'44" W
Cristal	Esmeraldas	00°53'10" N	78°32'30" W
Don Juan	Esmeraldas	00°50'18" N	79°54'15" W
El Niño	Galapagos	00°53'55" S	89°30'48" W
Sector Bellavista	Galapagos	00°41'21" S	90°18'55" W
Crocker	Galapagos	00°37'34" S	90°19'06" W
Azul	Guayas	02°00'53" S	79°57'24" W
Capaes	Guayas	02°12'23" S	80°51'31" W
Animas	Guayas	02°28'16" S	80°27'56" W
El Carmen	Guayas	02°10'36" S	79°52'46" W
Las Esclusas	Guayas	02°15'26" S	79°52'14" W
Capay	Guayas	02°12'18" S	80°52'42" W

Ballenita	Guayas	02°12'18" S	80°51'33" W
La Puntilla	Guayas	02°11'03" S	80°59'25" W
Tablazo	Guayas	02°12'20" S	80°51'31" W
Cotacachi	Imbabura	00°20'57" N	78°19'55" W
Blanco	Imbabura	00°12'45" N	78°20'08" W
Sec Lulunqui	Imbabura	00°20'04" N	78°05'57" W
Churoloma	Imbabura	00°12'45" N	78°20'08" W
Ventanas	Loja	04°01'13" S	79°14'09" W
Motilon	Loja	04°04'45" S	79°56'14" W
Colambo	Loja	04°14'03" S	79°23'39" W
Morupe	Loja	04°21'56" S	79°43'15" W
Tun Tun	Loja	04°21'28" S	79°33'50" W
El Guambo	Loja	04°33'32" S	79°26'08" W
Villonaco	Loja	03°59'06" S	79°15'58" W
Puglia	Loja	03°37'54" S	79°15'28" W
Yeso	Loja	04°19'09" S	79°32'01" W
Los Eucaliptos	Loja	03°59'01" S	79°14'16" W
Pilalo	Los Ríos	00°55'58" S	79°00'05"
Apagua	Los Ríos	00°57'55" S	78°55'53" W
Cochabamba	Los Ríos	01°41'45" S	79°06'44" W
Corazon	Los Ríos	01°08'43" S	79°04'18" W
La Mona	Manabí	01°21'53" S	80°33'27" W
El Globo	Manabí	00°42'03" S	80°02'18" W
Azucena	Manabí	01°03'32.7" S	79°59'00.9" W
San Juan	Manabí	01°21'52" S	80°36'10" W
Loma De Vientos	Manabí	00°42'15" S	80°24'24" W
Cabuya	Manabí	01°32'13" S	80°42'00" W
Lomas Del Mirador	Manabí	00°36'05" S	80°25'24" W
Hojas	Manabí	01°02'35" S	80°32'55" W
Coroso	Manabí	01°29'08" S	80°31'17" W
Kilamo	Morona Santiago	02°19'00" S	78°08'00" W
Loma Seca	Morona Santiago	02°48'06" S	78°15'32" W
Bosco	Morona Santiago	03°00'49" S	78°28'55" W
Guayusal	Morona Santiago	03°21'51" S	78°33'44" W
Centro Formacion Kum	Morona Santiago	02°28'58" S	78°09'45" W
Guacamayos	Napo	00°37'04" S	77°50'17" W
Mirador	Napo	00°59'28" S	77°47'52" W
Condijua	Napo	00°29'44" S	77°59'28" W
Tres Cruces	Napo	00°15'04" S	77°46'50" W
Galeras	Napo	00°41'03" S	77°32'23" W
Paushiyacu	Napo	00°59'38" S	77°48'00" W
Sec. Chimbadero	Napo	00°56'15" S	78°49'10" W

Vertice De Sacha	Orellana	00°19'43" S	76°54'44" W
Loma Colorada	Orellana	00°18'41" S	76°54'30" W
Abitagua	Pastaza	01°22'28" S	78°08'24" W
Calvario	Pastaza	01°29'44" S	77°53'31" W
Pichincha	Pichincha	00°09'52" S	78°30'58" W
Atacazo	Pichincha	00°21'11" S	78°37'01" W
Los Libres	Pichincha	00°24'30" S	79°04'15" W
Chiguilpe	Pichincha	00°16'30" S	79°05'19" W
Alaspungo	Pichincha	00°00'05" S	79°36'23" W
Jesus Del Gran Poder	Pichincha	00°18'14" S	79°04'49" W
Lelia	Pichincha	00°19'14" S	79°03'37" W
Ilumbisi	Pichincha	00°12'58" S	78°28'13" W
Cima La Libertad	Pichincha	00°12'49" S	78°31'55" W
Loma Puengasi	Pichincha	00°14'24" S	78°29'30" W
Lumbaqui	Sucumbios	00°02'03" N	77°18'57" W
Reventador	Sucumbios	00°02'38" S	77°33'21" W
Santa Cecilia	Sucumbios	00°03'46" N	76°55'44" W
Bermejo	Sucumbíos	00°09'15" N	77°19'29" W
Pilisurco	Tungurahua	01°09'08" S	78°39'44" W
Lligua	Tungurahua	01°22'10" S	78°27'36" W
Niton	Tungurahua	01°16'36" S	78°32'19" W
Sec. Laguigo	Tungurahua	01°13'22" S	78°37'46" W
Sec. Pamatuc	Tungurahua	01°19'01" S	78°32'05" W
Consuelo	Zamora	03°58'08" S	79°02'14" W
Santa Barbara	Zamora Chinchipe	03°52'50" S	78°43'31" W
El Libano	Zamora Chinchipe	04°04'13" S	78°57'36" W
Cruz Grande	Zamora Chinchipe	04°28'55" S	79°08'28" W
Chivato	Zamora Chinchipe	03°41'19.5" S	78°56'48.1" W
El Cuello	Zamora Chinchipe	04°03'51" S	78°56'15" W
Pachicutza	Zamora Chinchipe	03°40'18" S	78°39'10" W
El Tablon	Zamora Chinchipe	04°53'06" S	79°06'16" W

ANEXO B

REQUISITOS PARA SISTEMAS DE TELEVISIÓN Y CONEXOS

FORMATO 1

AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCION

CLASE DE ESTACION O SISTEMA

1) Nombre del Peticionario: _____

2) Clase de sistema:

- a) Audio y video por suscripción, mediante redes de cable o fibra óptica (Televisión por Cable): SI ____ NO ____

- b) Audio y video por suscripción, mediante utilización de los canales altos de UHF-TV (Televisión Codificada): SI ____ NO ____

- c) Audio y video por suscripción, mediante Sistemas de Distribución Multicanal-Multipunto (MMDS): SI ____ NO ____

- d) Audio y video por suscripción, mediante Sistemas de Distribución Multipunto Local (TV Celular), en la banda de a GHz: SI ____ NO ____

- e) Audio y video por suscripción, mediante sistemas satelitales (DTH): SI ____ NO ____

- f) Audio y video por suscripción, mediante sistemas de radiodifusión (Venta de Música): SI ____ NO ____

g) Otros (describir):

FORMATO 2
AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCION
BANDA DE FRECUENCIA

Nombre del peticionario: _____

a) Para Sistemas de Televisión por Cable o fibra óptica.
No se requiere llenar esta información.

b) Para Sistemas de Televisión Codificada en UHF
Llenar el siguiente cuadro de los canales que transmitirá:

No. CANAL	BANDA DE FRECUENCIA (MHz)

c) Para Sistemas de Televisión Codificada MMDS
Llenar el siguiente cuadro de los canales que transmitirá:

No. CANAL	BANDA DE FRECUENCIA (MHz)

d) Para Sistemas de TV-Celular
Llenar el siguiente cuadro:

CIUDAD	No. CEDULA	No. CANALES DE LA CELDA	BANDA DE FRECUENCIAS QUE OCUPA EL TRANSMISOR

e) Para sistemas DTH
Banda de frecuencias que utilizará y satélite (posición orbital):

f) Para sistemas de venta de música
Banda de frecuencias:

g) Otros
Detalle bandas de frecuencias requeridas:

FORMATO 3
AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCION
ESTUDIO DE INGENIERIA

Nombre del peticionario: _____

1. DECLARACION DEL PROFESIONAL: El profesional debe declarar que el estudio de ingeniería, planos de equipos e instalaciones y demás documentación técnica los presenta bajo su responsabilidad; demostrará que su profesión se encuentra dentro del campo de la Electrónica y/o Telecomunicaciones; indicará claramente su nombre y número de afiliación al Colegio Profesional correspondiente; y manifestará que conoce la Ley de Radiodifusión y Televisión; su Reglamento General, la Norma Técnica para Radiodifusión en Frecuencia Modulada Analógica. y Reglamento para Sistemas de Audio y Video por suscripción.

2. Descripción general del sistema (Memoria Técnica)

3. Descripción del servicio que se ofrecerá a los usuarios del sistema

4. Datos de ubicación geográfica de la (s) estación (es): localidad, dirección, coordenadas geográficas y descripción de su función en el sistema

5. Características técnicas de los equipos que conforman el sistema

6. Características del sistema de recepción de las señales;

7. Características de la calidad de la señal

8. Características de la programación de las estaciones de televisión internacionales que serán distribuidas por el cable

9. Descripción de los dispositivos de seguridad y señalización para la navegación aérea que se instalarán en caso necesario, conforme a las regulaciones pertinentes sobre la materia

10. Información sobre la instalación, explotación y operación del sistema

11. Si el sistema a operar fuere Televisión por Cable, el estudio contendrá además las características y configuración de la red de distribución, con el plano de la red.

12. Enlaces satelitales de sistemas de audio y video por suscripción, de acuerdo a Formato 3.1.

FORMATO 3.1
PARA ESTUDIOS DE INGENIERIA DE ENLACES SATELITALES
DE SISTEMAS DE AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN

Nombre del peticionario: _____

1. DECLARACION DEL PROFESIONAL: El profesional debe declarar que el Estudio de Ingeniería, planos de equipos e instalaciones y demás documentación técnica los presenta bajo su responsabilidad; demostrará que su especialización se encuentra dentro del campo de la Electrónica y/o Telecomunicaciones; indicará claramente su nombre y número de afiliación al Colegio Profesional correspondiente; y manifestará que conoce la Ley de Radiodifusión y Televisión; su Reglamento General y las Normas Técnicas pertinentes.

2. NOMBRE DE LA ESTACION TERRENA:

3. OPERADOR:

3.1 Nombre: _____

3.2 No. Telefónico: _____

3.3 No. Fax: _____

3.4 Dirección: _____

4. INFORMACION GEOGRAFICA

4.1 Latitud: ___ grados ___ min ___ seg. Norte _____ Sur _____

4.2 Longitud: ___ grados ___ min ___ seg. Oeste _____

4.3 Dirección (calles, No. , ciudad)

5. SATÉLITES A UTILIZARSE:

6. TIPO DE ESTACION TERRENA:

- 6.1 Diámetro de antena: _____ metros
- 6.2 Tipo de polarización: _____
- 6.3 Método de rastreo: _____
- 6.4 Banda de recepción _____ a _____ MHz
- 6.5 Figura de mérito G/T: _____ dB/ K
- 6.6 Capacidad para variar la frecuencia: _____

6.7 Sistemas de control de la estación terrena:

7. 7. INDICAR LOS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD HUMANA Y DE NAVEGACION AÉREA QUE DISPONDRÁ LA ESTACION TERRENA:

8. ADJUNTAR LITERATURA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS Y ANTENAS A UTILIZARSE

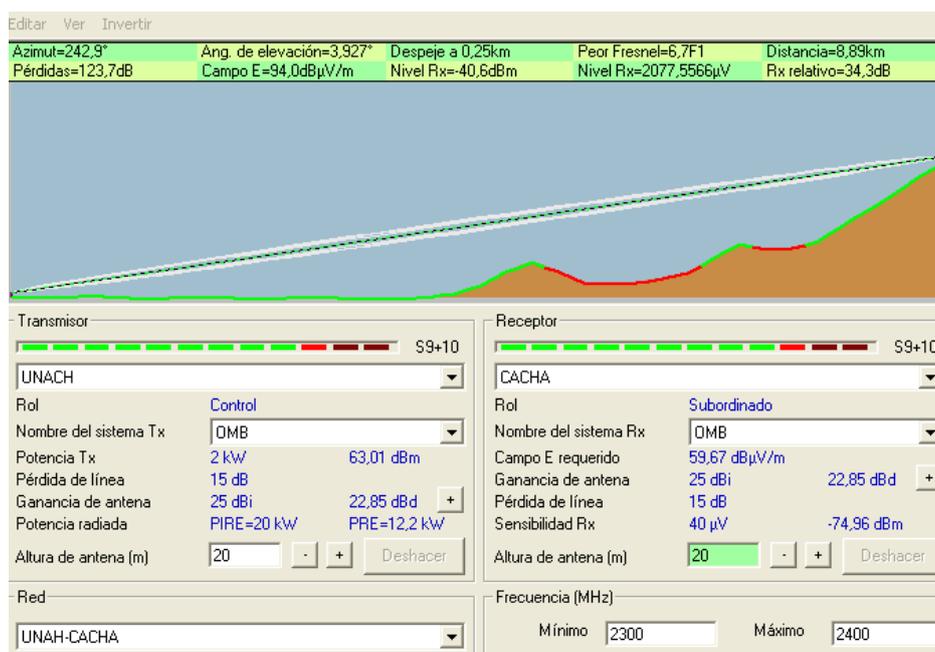
Elaborado por: _____

f) _____

ANEXO C

CARACTERISTICAS DE LOS RADIOENLACES UTILIZADOS PARA COMUNICAR A LAS PROVINCIAS DE BOLÍVAR, COTOPAXI, CHIMBORAZO, PASTAZA Y TUNGURAHUA.

Enlace UNACH – CERRO CACHA



La distancia entre UNACH y CACHA es 8,9km (5,5 miles)

Azimut Norte Verdadero = 242,9°, Azimut Norte Magnético = 244,9°, Angulo de Elevación = 3,9271°

Variación de altitud de 646,0m

El modo de propagación es línea de vista, mínimo despeje 6,7F1 0,2km.

La frecuencia promedio es 2350,000MHz

Espacio libre = 118,8 dB, Obstrucción = -1,8 dB, Urbano = 0,0 dB, Bosque = 0,0dB, Estadísticas = 6,7 dB

La pérdida de propagación total es 123,7 dB

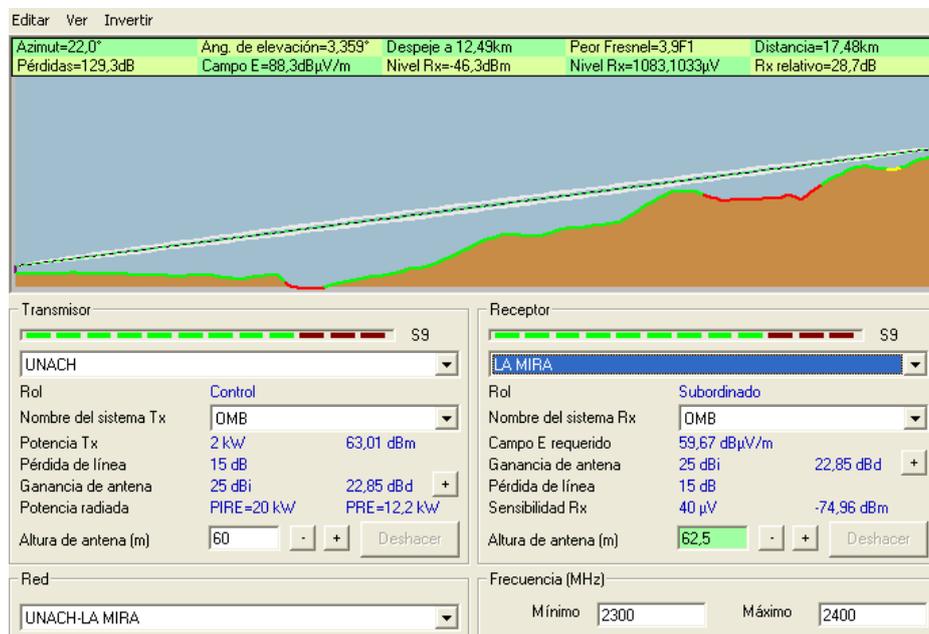
Ganancia del sistema de UNACH a CACHA es de 158,0 dB (corner.ant a 242,9° ganancia = 25,0 dB)

Ganancia del sistema de CACHA a UNACH es de 158,0 dB (corner.ant a 62,9° ganancia = 25,0 dB)

Peor recepción es de 34,3 dB sobre la señal requerida a encontrar

70,000% de situaciones

Enlace UNACH – LA MIRA



La distancia entre la UNACH y LA MIRA es 17,5km (10,9 miles)

Azimut Norte Verdadero = 22,0°, Azimut Norte Magnético = 23,9°, Angulo de Elevación = 3,3588°

Variación de altitud de 1187,1m

El modo de propagación es línea de vista, mínimo despeje 3,9F1 12,5km.

La frecuencia promedio es 2350,000MHz

Espacio libre = 124,7 dB, Obstrucción = -2,0 dB, Urbano = 0,0 dB, Bosque = 0,0dB, Estadísticas = 6,7 dB

La pérdida de propagación total es 129,3 dB

Ganancia del sistema de UNACH a LA MIRA es de 158,0 dB (corner.ant a 22,0° ganancia = 25,0 dB)

Ganancia del sistema de LA MIRA a UNACH es de 158,0 dB (corner.ant a 202,0° ganancia = 25,0 dB)

Peor recepción es de 28,7 dB sobre la señal requerida a encontrar

70,000% de situaciones

Enlace LA MIRA – PILISURCO



La distancia entre LA MIRA y PILISURCO es 40,3km (25,1 miles)

Azmut Norte Verdadero = 347,6°, Azimut Norte Magnético = 349,6°, Angulo de Elevación = 0,0723°

Variación de altitud de 1435,8m

El modo de propagación es línea de vista, mínimo despeje 3,3F1 40,1km.

La frecuencia promedio es 2350,000MHz

Espacio libre = 131,9 dB, Obstrucción = -2,1 dB, Urbano = 0,0 dB, Bosque = 0,0dB, Estadísticas = 6,6 dB

La pérdida de propagación total es 136,5 dB

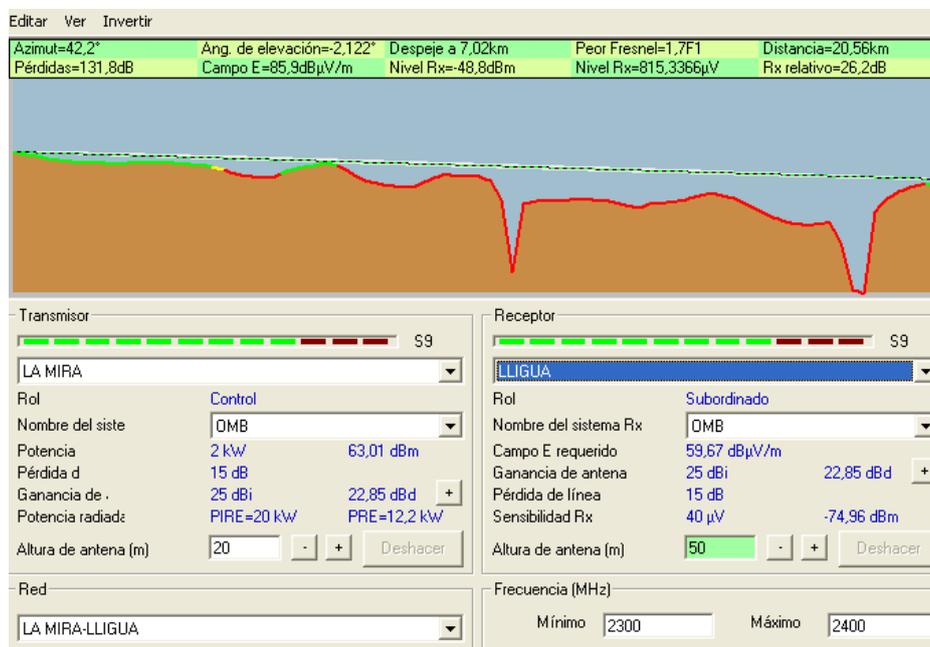
Ganancia del sistema de LA MIRA a PILISURCO es de 158,0 dB (corner.ant a 347,6° ganancia = 25,0 dB)

Ganancia del sistema de PILISURCO a LA MIRA es de 158,0 dB (corner.ant a 167,6° ganancia = 25,0 dB)

Peor recepción es de 21,5 dB sobre la señal requerida a encontrar

70,000% de situaciones

Enlace LA MIRA – LLIGUA



La distancia entre LA MIRA y LLIGUA es 20,6km (12,8 miles)

Azmut Norte Verdadero = 42,2°, Azmut Norte Magnético = 44,2°, Angulo de Elevación = -2,1224°

Variación de altitud de 3673,2m

El modo de propagación es línea de vista, mínimo despeje 1,7F1 7,0km.

La frecuencia promedio es 2350,000MHz

Espacio libre = 126,1 dB, Obstrucción = -1,0 dB, Urbano = 0,0 dB, Bosque = 0,0dB, Estadísticas = 6,7 dB

La pérdida de propagación total es 131,8 dB

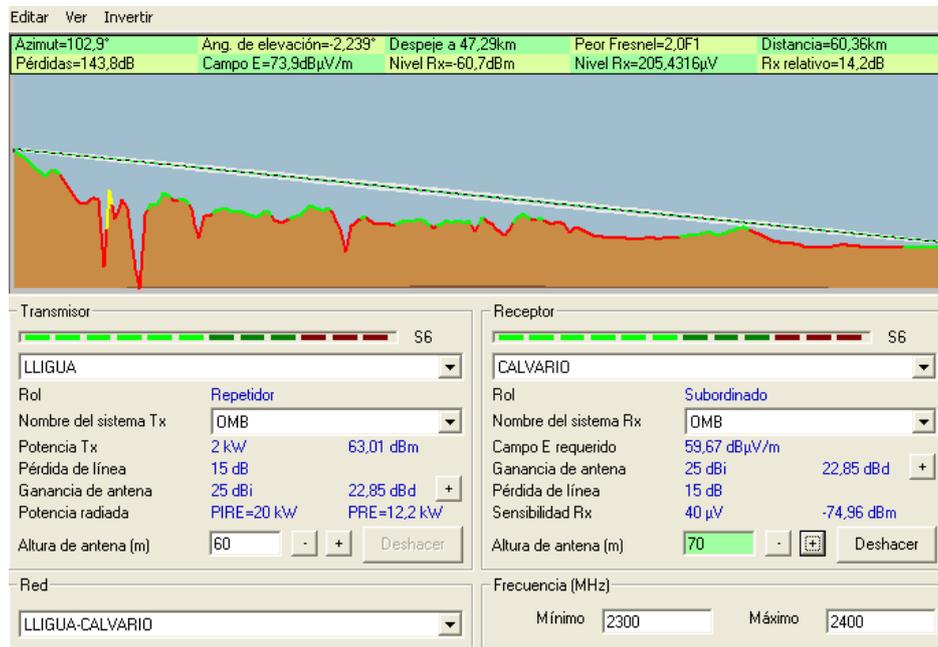
Ganancia del sistema de LA MIRA a LLIGUA es de 158,0 dB (corner.ant a 42,2° ganancia = 25,0 dB)

Ganancia del sistema de LLIGUA a LA MIRA es de 158,0 dB (corner.ant a 222,2° ganancia = 25,0 dB)

Peor recepción es de 26,2 dB sobre la señal requerida a encontrar

70,000% de situaciones

Enlace LLIGUA – CALVARIO



La distancia entre LLIGUA y CALVARIO es 60,4km (37,5 miles)

Azimet Norte Verdadero = 102,9°, Azimet Norte Magnético = 105,0°, Angulo de Elevación = -2,2385°

Variación de altitud de 3046,7m

El modo de propagación es línea de vista, mínimo despeje 2,0F1 47,3km.

La frecuencia promedio es 2350,000MHz

Espacio libre = 135,4 dB, Obstrucción = 1,6 dB, Urbano = 0,0 dB, Bosque = 0,0dB, Estadísticas = 6,7 dB

La pérdida de propagación total es 143,8 dB

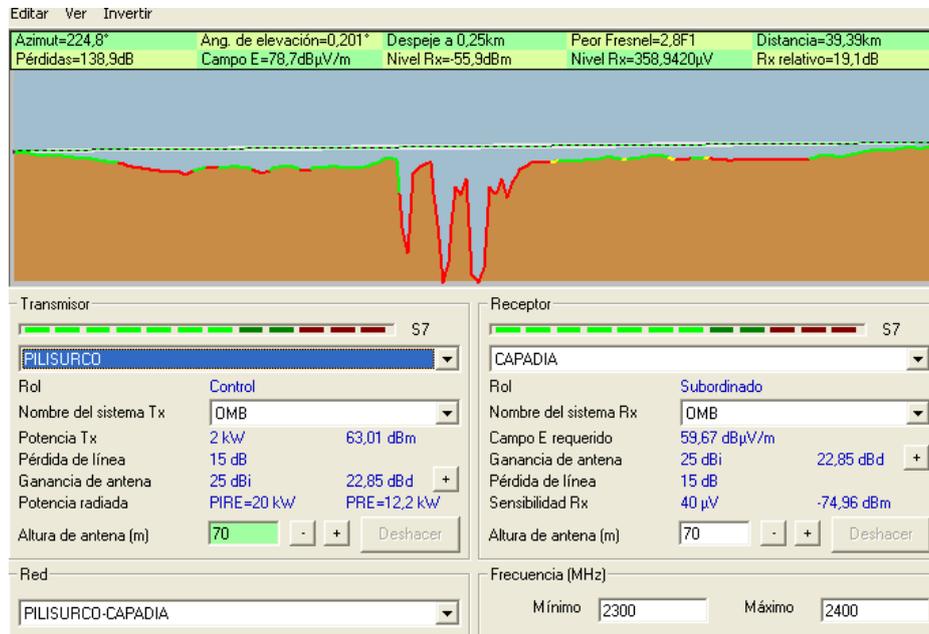
Ganancia del sistema de LLIGUA a CALVARIO es de 158,0 dB (corner.ant a 102,9° ganancia = 25,0 dB)

Ganancia del sistema de CALVARIO a LLIGUA es de 158,0 dB (corner.ant a 282,9° ganancia = 25,0 dB)

Peor recepción es de 14,2 dB sobre la señal requerida a encontrar

70,000% de situaciones

Enlace PILISURCO - CAPADIA



La distancia entre PILISURCO y CAPADIA es 39,4km (24,5 miles)

Azmut Norte Verdadero = 224,8°, Azmut Norte Magnético = 226,8°, Angulo de Elevación = 0,2009°

Variación de altitud de 4265,8m

El modo de propagación es línea de vista, mínimo despeje 2,8F1 0,3km.

La frecuencia promedio es 2350,000MHz

Espacio libre = 131,7 dB, Obstrucción = 0,5 dB, Urbano = 0,0 dB, Bosque = 0,0dB, Estadísticas = 6,7 dB

La pérdida de propagación total es 138,9 dB

Ganancia del sistema de PILISURCO a CAPADIA es de 158,0 dB (corner.ant a 224,8° ganancia = 25,0 dB)

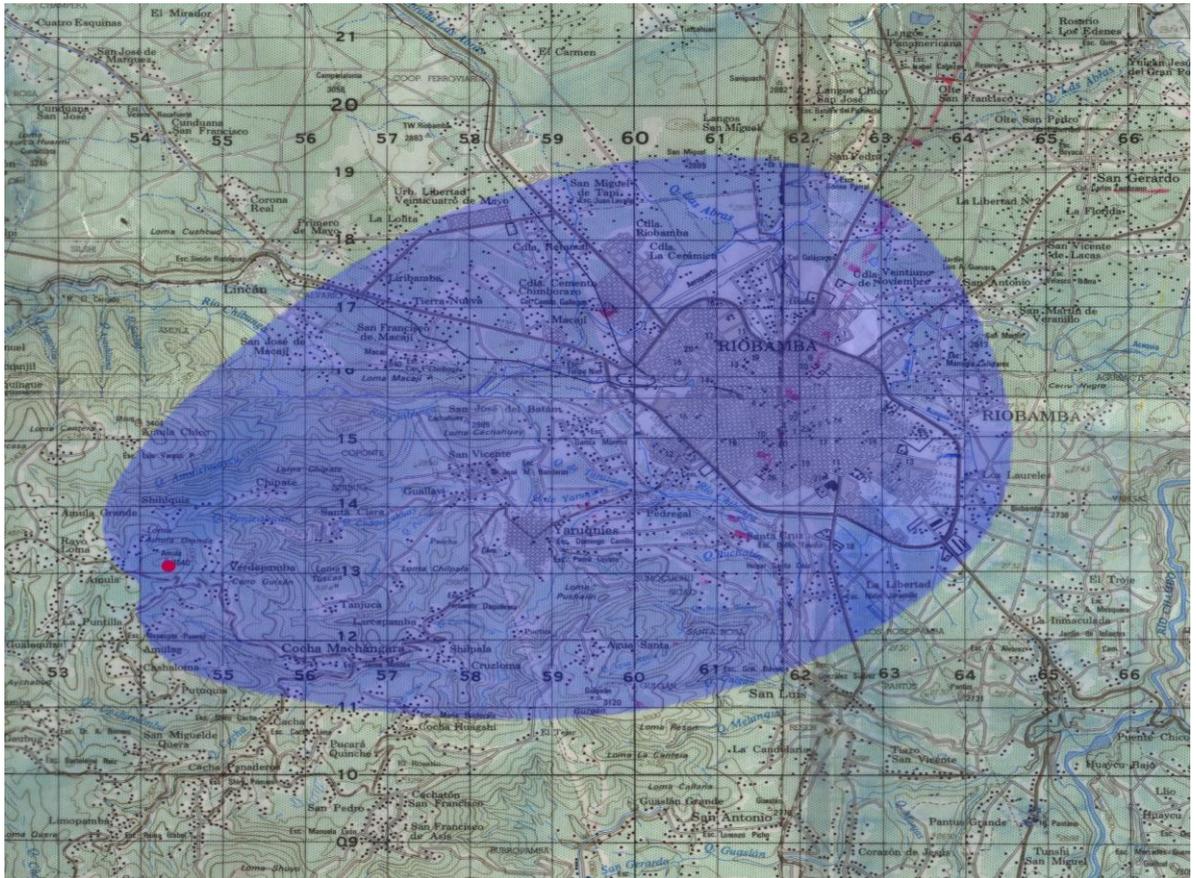
Ganancia del sistema de CAPADIA a PILISURCO es de 158,0 dB (corner.ant a 44,8° ganancia = 25,0 dB)

Peor recepción es de 19,1 dB sobre la señal requerida a encontrar

70,000% de situaciones

ZONA DE COBERTURA

Riobamba



ANEXO E

HOJAS DE DATOS DE LOS EQUIPOS

Cámara 1080i HDV

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
SISTEM HDTV	1080i/60i
FORMAT	Mini DV and HDV
CCD	3x 16:9 1/3" Mega-Pixel CCD - 1,1200k per CCD Video Actual Pixels 1,070,000k per CCD
AUDIO	PCM Digital stereo, 12-bit/32 KHz/4ch, 16-bit/48 KHZ/2ch
ZOOM	12 x Optical Lens Carl Zeiss Vario-Sonnar T 4,5-5,4mm f/1.6-2.8 for 35mm Conversion 32.5-390mm
MPEG-2	2 entradas ASI BNC Hembra 75 Ohm
FILTER SIZE	72mm
IMAGE STABILIZER	Yes, Super SteadyShot Optical Stabilization System
LUX	3 Lux
VIEWFINDER	Precision 16:9 Color Viewfinder - 252k pixels
LCD MONITOR	3.5" 16:9 Precision Hybrid Color - 250k pixels
MANUAL CONTROLS	Focus (ring) Explosure White Balance Zoom (ring) Shutter Speed (1/4-1/10,000) Iris Audio Mic Level Control Date & Time Yes Time Code Yes Tape Counter H/M/S Edit Control Control L - Lanc A/V Dubbling Yes Inputs S-Video 4 pin x 1 Audio /Video Mini to 3 RCA - with cable

Transmisor TV Digital ISDBT/TB

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
PROCESADO DE LA SEÑAL	
MODOS	Modo 1, 2 y 3
INTERVALO DE GUARDA	1/4 1/8 1/16 1/32
TASA DEL CODIFICADOR CONVOLUCIONAL	1/2 2/3 3/4 5/6 7/8
CONSTELACIÓN	QPSK, 16-QAM, 64-QAM, DQPSK
MODO JERÁRQUICO (OPCIONAL)	Hasta 3 capas
MODO DE TRANSMISIÓN	MFN y SFN (paquetes IIP)
ANCHO DE BANDA	6MHz
ENTRADAS	
MPEG-4	2 entradas ASI BNC Hembra 75 Ohm
REFERENCIA DE RELOJ	Conector: BNC Hembra (50 Ohm/>1000 Ohm ajustable) Frecuencia: 10MHz Nivel: 100mV - 3Vpp
REFERENCIA TEMPORAL	Conector: BNC Hembra (50 Ohm/>1000 Ohm ajustable) Frecuencia: 1 PPS Nivel: TTL
SALIDA RF (MODULADOR ISDBT/TB)	
FRECUENCIA CENTRAL	50 MHz-1GHz ajustable (pasos 1Hz)
ESTABILIDAD DE FRECUENCIA	Ref. interna 0.3 ppm
POLARIDAD ESPECTRAL	Invertido/No Invertido (seleccionable)
RESPUESTA RETARDO DE GRUPO	Frecuencia central ± 2.8 MHz: ± 10 ns
RESPUESTA AMPLITUD-FRECUENCIA	Frecuencia central ± 2.8 MHz: ± 0.2 dB
RUIDO DE FASE SSB	10Hz: <60dBc/Hz 100Hz: <86dBc/Hz 1kHz: <100dBc/Hz 10kHz: <105dBc/Hz 100kHz: <110dBc/Hz 1MHz: <120dBc/Hz
ETAPAS DE AMPLIFICACIÓN	
RANGO DE FRECUENCIA	Banda IV & V UHF: 470-870MHz
TIPO DE AMPLIFICACIÓN	Driver: Clase A Amplificador Final: Clase AB
CONECTOR DE SALIDA	EIA 7/8"
IMPEDANCIA DE SALIDA	50 Ohm
CONECTOR SALIDA DE MONITOREO	BNC Hembra
IMPEDANCIA DE SALIDA DE MONITOREO	50 Ohm
EMISIÓN DE ESPÚREAS (CON FILTRO DE SALIDA)	<-60dBc
EMISIÓN DE ARMÓNICOS (CON FILTROS DE SALIDA)	<-60dBc
NIVEL DE HOMBROS	<-36dBc
MER	>36dBc
POTENCIA DE SALIDA	800Wrms
INTERFASES DE CONTROL Y VISUALIZACIÓN	
CONTROL DE LA POTENCIA DE SALIDA	Automático o Manual (seleccionable por conmutador)

VISUALIZACIÓN DE PARÁMETROS	Monitorización de parámetros a través de LCD
INTERFAZ RS232	Conector: 9-pin SUB-D Hembra
INTERFAZ HW	Conector: 9-pin SUB-D Hembra
ETHERNET	RJ46
ALIMENTACIÓN	
VOLTAJE	90-264Vac
FRECUENCIA	47-63Hz
CONSUMO TOTAL	3KW
ESPECIFICACIONES MECÁNICAS	
REFRIGERACIÓN	Aire forzado
DIMENSIONES	10RU 19" (483x44x483mm)
PESO	80Kg

MODULADOR DIGITAL TERRESTRE

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
PROCESADO DE LA SEÑAL	
MODOS	Modo 1, 2 y 3
INTERVALO DE GUARDA	1/4 1/8 1/16 1/32
TASA DEL CODIFICADOR CONVOLUCIONAL	1/2 2/3 3/4 5/6 7/8
CONSTELACIÓN	QPSK, 16-QAM, 64-QAM, DQPSK
MODO JERÁRQUICO (OPCIONAL)	Hasta 3 capas
MODO DE TRANSMISIÓN	MFN y SFN (paquetes IIP)
ANCHO DE BANDA	6MHz
ENTRADAS	
MPEG-4	2 entradas ASI BNC Hembra 75 Ohm
REFERENCIA DE RELOJ	Conector: BNC Hembra (50 Ohm/>1000 Ohm ajustable) Frecuencia: 10MHz Nivel: 100mV - 3Vpp
REFERENCIA TEMPORAL	Conector: BNC Hembra (50 Ohm/>1000 Ohm ajustable) Frecuencia: 1 PPS Nivel: TTL
SALIDA RF (MODULADOR ISDBT/TB)	
FRECUENCIA CENTRAL	50 MHz-1GHz ajustable (pasos 1Hz)
ESTABILIDAD DE FRECUENCIA	Ref. interna 0.3 ppm
POLARIDAD ESPECTRAL	Invertido/No Invertido (seleccionable)
RESPUESTA RETARDO DE GRUPO	Frecuencia central ± 2.8 MHz: ± 10 ns
RESPUESTA AMPLITUD-FRECUENCIA	Frecuencia central ± 2.8 MHz: ± 0.2 dB
RUIDO DE FASE SSB	10Hz: <60dBc/Hz 100Hz: <86dBc/Hz 1kHz: <100dBc/Hz 10kHz: <105dBc/Hz 100kHz: <110dBc/Hz 1MHz: <120dBc/Hz
SALIDAS MONITORIZACIÓN	
MONITOR RF	Conector: BNC Hembra 50 Ohm Nivel: 30 dB por debajo de la salida de RF
MONITOR DE REFERENCIA	Conector: BNC Hembra 75 Ohm Frecuencia: 10MHz Nivel: 2Vpp
INTERFASES DE CONTROL	
PANEL FRONTAL	Display LCD y botones de ejecución
INTERFAZ RS232	Conector SUB-D 9 pines Macho Protocolo de comandos: Comandos CLI interactivo
INTERFAZ RS485	Conector SUB-D 9 pines Hembra
RELÉ DE ALARMAS	Relé de alarma de contacto seco Contactos disponibles en el conector RS485
INTERFAZ WEB	Internet Explorer 6.0+ Ethernet 10/100/1000 Base-T

	2 Conectores RJ45
INTERFAZ DE CONTROL SNMP	Ethernet 10/100/1000 Base-T
	2 Conectores RJ45
	Tablas MIB proporcionadas
	GENERAL
ALIMENTACIÓN	100-240VAC; 50/60Hz
CONSUMO	Máx. 45VA
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	0 a 50°C
HUMEDAD RELATIVA	95%
DIMENSIONES	483x44x495mm (1 unidad de rack estándar de 19")
PESO	6Kg

Enlaces Microondas Digitales Fijos

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
CONFIGURACIÓN	
ARQUITECTURA	ODU: Unidad para exteriores con antena integrada. IDU: Unidad para interiores o dispositivos PoE, con interfaz Ethernet
INTERFAZ IDU ODU	Cable Cat-5e para exteriores; longitud máxima del cable 100m
RADIO	
CAPACIDAD	50 Mbps (rendimiento de red, Full dúplex)
ALCANCE	Hasta 120Km 7 75 millas
BANDAS DE FRECUENCIA	4,9 - 5,8 GHz
ANCHO DE BANDA DEL CANAL	20MHz
MODULACIÓN	2x2 MIMO-OFDM (BPSK/QPSK/16QAM/64QAM)
MODULACIÓN Y CODIFICACIÓN	Soportada
SELECCIÓN AUTOMÁTICA DE CANALES	Soportado
POTENCIA MÁXIMA DE TRANSMISIÓN	25 dBm
TECNOLOGÍA DÚPLEX	TDD
CORRECCIÓN DE ERRORES	FEC k= 1/2, 2/3, 3/4, 5/6
ENCRIPCIÓN	AES 128
INTERFAZ ETHERNET	
NÚMEROS DE PUERTOS ETHERNET	2 en IDU, 1 en el dispositivo PoE
TIPO	10/100 Base T con auto negociación (IEEE 802.3u)
TRAMADO / CODIFICACIÓN	IEEE 802. 3
IMPEDANCIA DE LÍNEA	100Ω
SOPORTE VLAN	Transparente
CONECTOR	RJ-45
TAMAÑO MÁXIMO DE TRAMA	2048 Bytes
LATENCIA	3mseg (típica)
GESTIÓN	
APLICACIÓN DE GESTIÓN	RADWIN Manager
PROTOCOLO	SNMP Y Telnet
MECÁNICA	
DIMENSIONES	ODU con antena integrada: 37,1(a)x37,1(a)x10,0(p)cm; 3,5kg/7lbs
	ODU con conectores: 19,0(a)x27,0(a)x7,0(p) cm; 1,8kg/3,6lbs
	IDU: 48,3(a)x4,5(a)x29(p) cm; 1,5kg/3,3lbs
POTENCIA	
ALIMENTACIÓN	Alimentación dual, -20 a 60 vcc
CONSUMO DE ENERGÍA	<35W (IDU+ODU)
MEDIOAMBIENTALES	
TEMPERATURA OPERATIVA	ODU: -35°C a +60°C/ -31°F a 140°F
	IDU: 0°C a +50°C / 32°F a +122°F
HUMEDAD	ODU: hasta 100% sin condensación, IP67
	IDU: 90% sin condensación

REGLAMENTOS DE RADIO	
FCC	47CFR, Parte 15, Subparte C
IC (CANADÁ)	RSS-210
WPC (INDIA)	GSR-38
MII (CHINA)	Reglamento de la banda 5.8GHz
SEGURIDAD	
FCC/IC (cTUVus)	UL 60950-1, CAN/CSA 6095-1 C22.2
ETSI	EN/IEC 60950-1
EMG	
FCC	CFR47 Clase B, Parte 15, Subparte B
ETSI	EN 300 386 (2005), EN 301 489-4 (2002)
CAN/CSA-CEI/IEC	CISPR 22-04 Clase B
AS/NZS	CISPR 22-2004 Clase B