



PONTIFICIA **UNIVERSIDAD CATÓLICA** DEL PERÚ

Esta obra ha sido publicada bajo la licencia Creative Commons
Reconocimiento-No comercial-Compartir bajo la misma licencia 2.5 Perú.

Para ver una copia de dicha licencia, visite
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

ANÁLISIS TÉCNICO Y DE MERCADO PARA UNA INFRAESTRUCTURA DE TDT PROPUESTA PARA LIMA METROPOLITANA BAJO SBTVD

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO DE LAS TELECOMUNICACIONES
PRESENTADO POR

Ronald Adolfo Matamoros Riojas

ASESOR: Ing. Marco Mayorga Montoya

LIMA – PERÚ

2009

Resumen

El presente proyecto de tesis consiste en dos análisis desde los puntos de vista técnico y económico para una infraestructura propuesta de Televisión Digital bajo el estándar elegido para nuestro país, el Japonés-Brasileño SBTVD.

El primer capítulo se centra en la descripción técnica de la televisión en sus formatos analógicos y digital, centrándose en las distintas tecnologías de Televisión Digital Terrestre (TDT) que se propusieron para el Perú. Además se explicarán las ventajas de la TDT frente a la televisión analógica convencional.

El segundo capítulo busca explicar la infraestructura propuesta, desde las cámaras digitales hasta la transmisión hacia los terminales. Se detallan cada una de las etapas que pasa la señal y se explica cómo se relacionan cada una de ellas.

El tercer capítulo se centra en el análisis técnico de la etapa de transmisión, teniendo en cuenta el enlace microondas desde el estudio hacia la planta y la cobertura del sistema para Lima Metropolitana. Además se proponen soluciones para las posibles zonas de sombra bajo el mismo análisis técnico.

El cuarto capítulo está enfocado al análisis de mercado para los servicios de valor agregado (VAS) que se desarrollen usando el canal de retorno vía ADSL o la red celular. Se segmentará el mercado actual de los servicios que integrarán la nueva industria de la Televisión y se buscará cubrir sus necesidades con aplicaciones propuestas de acuerdo a su consumo audiovisual.

Por último, se presentan conclusiones para los dos tipos de análisis y se presentan algunas recomendaciones para que la implementación del proyecto sea eficiente.

TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE LAS TELECOMUNICACIONES

Título : Análisis Técnico y de Mercado para una Infraestructura de TDT
propuesta para Lima Metropolitana bajo SBTVD

Área : Teoría de la Señal y Comunicaciones # 75

Asesor : Marco Mayorga Montoya

Alumno : Ronald Matamoros Riojas

Código : 20034685

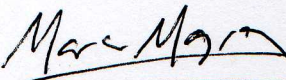

Fecha : 14/08/2009



Descripción y Objetivos

El presente trabajo de tesis consiste en realizar un estudio técnico observando el comportamiento de la señal y de cómo es tratada desde el estudio de televisión, con cámaras 3CCD digitales, pasando por el mezclador de video digital y los distintos elementos que conforman un estudio de televisión; finalmente por un enlace de microondas digital hacia el Morro Solar para ser transmitido a todos los receptores capaces de decodificar la señal.

El objetivo de la tesis es analizar la factibilidad de una infraestructura propuesta teniendo en cuenta los obstáculos técnicos que podrían presentarse en el escenario de Lima Metropolitana. Se determinará la autosuficiencia de ésta infraestructura y la cobertura de la misma. Además, se analiza el mercado para el desarrollo de posibles aplicaciones relacionadas al contenido audiovisual que los posibles segmentos consumirían.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
Especialidad de Ingeniería de las Telecomunicaciones


Ing. LUIS ANGELO VELARDE CRIADO
Coordinador

TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE LAS TELECOMUNICACIONES

Título : Análisis Técnico y de Mercado para una Infraestructura de TDT
propuesta para Lima Metropolitana bajo SBTVD

Índice

1. Conceptos de Televisión Digital y Analógica
2. Infraestructura de TDT bajo estándar SBTVD
3. Análisis Técnico de la Infraestructura de Transmisión
4. Análisis de Mercado para Servicios de Valor Agregado en TDT

Conclusiones

Recomendaciones

Trabajos Futuros

Bibliografía

Anexos

Máximo: 100 páginas

Mara Mejía

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
Especialidad de Ingeniería de las Telecomunicaciones



Ing. LUIS ANGELO VELARDE CRIADO
Coordinador

RJ

Dedicatoria



*A mis padres y abuelos.
Por ser los mejores.*

Agradecimientos

Este trabajo de Tesis no hubiera sido posible sin el apoyo constante de mis padres Ronald y María Elena, quienes con todo el esfuerzo necesario me brindaron la educación que tengo y aprecio. Agradezco también la dedicación de mi hermana Giselle, quien no dudó en guiarme en temas fundamentales para el éxito de la presente Tesis.

No puedo dejar de lado el apoyo de todos los Ingenieros de la PUCP. En primer lugar, el de mi asesor, el Ingeniero Marco Mayorga, quien fue mi guía durante todo el proceso. Quiero agradecer también los Ingenieros Marcial López y Luis Montes, quienes despejaron mis dudas y me aconsejaron sabiamente.

A los ingenieros de ATV, Andina de Radiodifusión, Jean Vargas y Luis Bordo, por su siempre fiel cooperación e interés en el desarrollo de mi tema de Tesis.

Y finalmente a todos mis profesores, por compartir sus conocimientos y por forjar al Ingeniero que siempre quise ser.

Índice

Índice	v
Lista de Figuras	viii
Lista de Tablas	xi
Introducción	xii
Capítulo 1 CONCEPTOS DE TELEVISIÓN DIGITAL Y ANALÓGICA	16
1.0 Introducción	16
1.1 Aspectos de la Televisión Analógica	17
1.1.1 Transmisión de Video y Audio	17
1.1.2 Espectro de la señal de la Televisión Analógica	18
1.2 Aspectos de la Televisión Digital Terrestre.....	20
1.2.1 Modulación COFDM	20
1.2.2 Modulación 8-VSB	21
1.3 Ventajas de la Televisión Digital Terrestre	22
1.3.1 Calidad de Video y Audio	23
1.3.2 Mejor aprovechamiento del espectro	24
1.3.3 Más contenidos	25
1.3.4 Movilidad/Portabilidad	26
1.3.5 Interactividad	26
1.4 Estándares de TDT Propuestos.....	27
1.4.1 Estándar ATSC	27
1.4.2 Estándar DVB-T	28
1.4.3 Estándar ISDB-T	29
1.4.4 Estándar DMB-T	30
1.4.5 Estándar SBTVD-T	31
1.5 TDT en el mundo y el apagón analógico	32
1.6 TDT en el Perú.....	33
Capítulo 2 INFRAESTRUCTURA DE TDT BAJO EL ESTÁNDAR SBTVD	36
2.0 Introducción	36

2.1 Equipos de Estudio	37
2.1.1 Cámara Digital 3CCD	37
2.1.2 Camera Control Unit	38
2.1.3 Control de Producción (Switcher HD)	38
2.1.4 Control Maestro HD.....	39
2.1.5 Mezcla de Audio	41
2.1.6 Codificador MPEG-4 VC-5300.....	41
2.2 Equipos de Radiofrecuencia para Enlace de Microondas	42
2.2.1 Modulador/Demodulador Digital	42
2.2.2 Sistema de Transmisión/Recepción de Microondas.....	43
2.3 Equipos de Broadcasting.....	44
2.3.1 Modulador DTVM-21A	44
2.3.2 Excitador HPB-4773	45
2.3.3 Transmisor DTV Estado Sólido – DiamondCD™.....	45
2.4 Propuesta de Infraestructura de Televisión Digital Terrestre.....	46
Capítulo 3 ANÁLISIS TÉCNICO DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSMISIÓN	48
3.0 Introducción	48
3.1 Descripción del Sistema de Microondas	49
3.1.1 Puntos de Enlace	49
3.1.2 Parámetros de Enlace.....	52
3.1.3 Modelo de las antenas	52
3.1.4 Simulación de enlace de microondas	53
3.1.5 Resultados.....	56
3.2 Parámetros de Radiodifusión.....	58
3.3 Descripción del Sistema Radiante	59
3.3.1 Patrones de Radiación Unitarios	59
3.3.2 Parámetros del Sistema Radiante.....	61
3.3.3 Plano de Distribución	62
3.3.4 Patrón resultante del Sistema Radiante.....	65
3.4 Parámetros de Recepción.....	70

3.4.1 Características de los Receptores.....	70
3.4.2 Puntos de Recepción.....	71
3.5 Simulación y Determinación de la Cobertura.....	73
3.5.1 Configuración del Sistema de Transmisión.....	74
3.5.2 Determinación de la Cobertura	76
3.6 Análisis de los Resultados	78
Capítulo 4 ANÁLISIS DE MERCADO PARA SERVICIOS DE VALOR AGREGADO	
EN TDT	87
4.0 Introducción	87
4.1 Segmento de Mercado	88
4.1.1 Descripción del Segmento	88
4.1.1.1 Segmento de 15 a 24 años.....	89
4.1.1.2 Segmento de 25 a 34 años.....	92
4.1.2 Contexto Socio-Cultural y Tecnología	96
4.1.3 Necesidades de los segmentos	97
4.2 Mercados Existentes	99
4.2.1 Internet ADSL	99
4.2.2 Telefonía Móvil	100
4.3 Oferta de Servicios	101
4.3.1 Cine	102
4.3.2 Noticias	104
4.3.3 Deporte.....	106
4.3.4 Comedia, Entretenimiento y Espectáculos	108
CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS	110
BIBLIOGRAFÍA	114
ANEXOS.....	117

Lista de Figuras

<i>Figura 1.1 Distribución de canales en la banda VHF</i>	19
<i>Figura 1.2 Espectro de la señal de Televisión Analógica</i>	19
<i>Figura 1.3 Sub-portadoras OFDM y densidad espectral de potencia</i>	20
<i>Figura 1.4 Espectro de la portadora 8-VSB</i>	22
<i>Figura 1.5 Resolución de imagen de televisión</i>	23
<i>Figura 1.6 Relación de aspecto convencional y panorámico</i>	23
<i>Figura 1.7 Audio analógico y audio digital</i>	24
<i>Figura 1.8 Ejemplo de Asignación de Servicios</i>	25
<i>Figura 1.9 Temas de aplicaciones para interactividad del televidente</i>	27
<i>Figura 1.10 Espectro de la señal ATSC</i>	28
<i>Figura 1.11 Sistema Jerárquico de Transmisión ISDB-T</i>	30
<i>Figura 1.12 Esquema de TDS-OFDM</i>	31
<i>Figura 1.13 Emulación de señal SBTVD (2 HD + OneSeg)</i>	32
<i>Figura 1.14 Titular de la prensa local anunciando la elección del estándar</i>	34
<i>Figura 1.15 Migración hacia la TDT</i>	35
<i>Figura 2.1 Cámara Profesional 3CCD Panasonic P2</i>	37
<i>Figura 2.2 Rack de Camera Control Units (Sony)</i>	38
<i>Figura 2.3 Grass Valley™ KayakDD™</i>	39
<i>Figura 2.4 Ejemplo de mezcla de contenidos en Switcher Digital</i>	39
<i>Figura 2.5 Thomson Grass Valley™ next generation Maestro™</i>	40
<i>Figura 2.6 Sala de Control Maestro</i>	40
<i>Figura 2.7 Mezcladora Digital y Control Maestro de Audio</i>	41
<i>Figura 2.8 NEC™ VC-7300</i>	42
<i>Figura 2.9 Modem SCM4000 de MRC</i>	43
<i>Figura 2.10 Sistema de Microondas DAR PLUS con antenas de 1.8m</i>	43
<i>Figura 2.11 Modulador DTVM-21A de NEC™</i>	44
<i>Figura 2.12 Interface Transmisor DiamondCD™</i>	46
<i>Figura 2.13 Infraestructura de TDT propuesta</i>	47

Figura 3.1 Enlace Estudio-Planta (Vista Aérea).....	50
Figura 3.2 Vistas desde los puntos de enlace de microondas	51
Figura 3.3 Antena Andrew HP6-130-C3A ubicada en Planta.....	51
Figura 3.4 Patrón de Radiación de antena HP6-C130-C3A.....	53
Figura 3.5 Alineación de las antenas para enlace de microondas	54
Figura 3.6 Parámetros de la red punto a punto de microondas	55
Figura 3.7 Parámetros del sistema DAR PLUS para la simulación	56
Figura 3.8 Zona de Fresnel.....	56
Figura 3.9 Perfil del enlace de microondas de ATV MW a Morro Solar.....	57
Figura 3.10 Enlace Estudio-Planta.....	58
Figura 3.11 Patrón de radiación antena AT15-250	61
Figura 3.12 Montaje de paneles por piso	63
Figura 3.13 Plano de Distribución de Sistema Radiante	64
Figura 3.14 Configuración de Aspectos Generales del Sistema Radiante	65
Figura 3.15 Elemento Unitario AT15-250.....	65
Figura 3.16 Cálculo de HRP.....	67
Figura 3.17 Patrón de Radiación Horizontal Resultante para Sistema Radiante ..	68
Figura 3.18 Patrón de Radiación Vertical para Sistema Radiante para azimut (a) 0° y (b) 100°.....	69
Figura 3.19 Puntos de Recepción para simulación.....	73
Figura 3.20 Configuración de sistema DTV UHF.....	74
Figura 3.21 Configuración de sistema SBTVD	75
Figura 3.22 Configuración Red DTV	75
Figura 3.23 Escenario de la Simulación.....	76
Figura 3.24 Diagrama de Cobertura Polar.....	77
Figura 3.25 Perfil de enlace para punto 20.....	79
Figura 3.26 Perfiles de enlace para los puntos 26 (a) y 27 (b)	80
Figura 3.27 Perfiles de enlace para los puntos 36 (a) y 37 (b)	81
Figura 3.28 Perfil de enlace para el punto 40.....	81
Figura 3.29 Alcance de cobertura para Infraestructura Propuesta	82
Figura 3.30 Cobertura para posibles estaciones repetidoras.....	84
Figura 3.31 Enlaces entre estación principal y estaciones repetidoras	85
Figura 3.32 Micro-estación para zona de sombra de Chorrillos.....	86
Figura 4.1 Jóvenes encuestados con Internet en el hogar	89
Figura 4.2 Pago por el servicio de Internet.....	90
Figura 4.3 Jóvenes encuestados con móviles con acceso a Internet.....	90

Figura 4.4 <i>Uso del servicio de acceso a Internet por móvil por jóvenes encuestados</i>	91
Figura 4.5 <i>Consumo audiovisual de encuestados jóvenes</i>	92
Figura 4.6 <i>Adultos encuestados con Internet en casa</i>	93
Figura 4.7 <i>Pago por el servicio de Internet por Adultos encuestados</i>	94
Figura 4.8 <i>Formato de recepción de TV en hogares de Adultos encuestados</i>	95
Figura 4.9 <i>Consumo audiovisual de encuestados adultos</i>	96
Figura 4.10 <i>Número de subscriptores a acceso a Internet por ADSL (fines del 2008)</i>	99
Figura 4.11 <i>Número de subscriptores a acceso a Internet por ADSL (fines del 2008)</i>	100
Figura 4.12 <i>Líneas celulares en servicio por modalidad</i>	101
Figura 4.13 <i>Propuesta de aplicación para el rubro de Cine</i>	103
Figura 4.14 <i>Propuesta de aplicación para el rubro de Noticieros</i>	105
Figura 4.15 <i>Propuesta de aplicación para el rubro de Eventos Deportivos</i>	107
Figura 4.16 <i>Propuesta de aplicación para el rubro de Entretenimiento</i>	109

Lista de Tablas

Tabla 1.1 Especificaciones técnicas de COFDM	21
Tabla 1.2 Especificaciones técnicas de 8-VSB.....	22
Tabla 1.3 Características principales de los estándares para DTV	32
Tabla 1.4 Televisión Digital Terrestre en el Mundo.....	33
Tabla 3.1 Puntos para enlace de Microondas Estudio-Planta.....	49
Tabla 3.2 Características Sistema DAR 12.....	52
Tabla 3.3 Características de antena HP6-130-C3A	53
Tabla 3.4 Azimut de las antenas en enlace microondas.....	54
Tabla 3.5 Resultados de simulación para enlace de microondas	57
Tabla 3.6 Parámetros de panel AT15-250.....	59
Tabla 3.7 Características de sistema de antenas genérico.....	60
Tabla 3.8 Parámetros de Sistema Radiante Propuesto	66
Tabla 3.9 Parámetros para receptores SBTVD	70
Tabla 3.10 Puntos de Recepción para Simulación.....	71
Tabla 3.11 Resumen de resultados de simulación en puntos de recepción	78
Tabla 3.12 Características de las estaciones repetidoras propuestas.....	83
Tabla 3.13 Enlaces entre estación principal y estaciones repetidoras	85

Introducción

Es un hecho que la digitalización de la información en general es una tendencia imparable y beneficiosa para todos en muchos sentidos. Podemos citar algunos ejemplos: la migración de las cintas magnéticas a los discos compactos se dio por la necesidad de almacenar mayor volumen de información; la digitalización de la señal en teléfonos móviles, que permitió el envío de videos, fotos y contenido multimedia en general entre terminales, a comparación de la primera generación que sólo podía enviar mensajes de texto corto y efectuar llamadas ; así también como el envío y recepción de la información a través de la Internet, facilitando el acceso de banda ancha a cada vez más usuarios, pasando por la migración de la conmutación de circuitos hacia la conmutación por paquetes; todos éstos cambios son hitos que marcan nuestro estilo de vida y generan nuevos tipos de mercado.

La televisión no es un concepto ajeno a todos estos cambios. El avance tecnológico aplicado a la televisión ha generado lo que se denomina Televisión Digital. En nuestro país se generó una comisión multisectorial para recomendar el estándar que se debe optar. En países como Japón, Brasil y toda Europa, ya se tiene definida una fecha para el denominado “apagón analógico”, momento en el cual todas las transmisiones analógicas dejarán de existir para transmitir íntegramente de manera digital.

La televisión digital trae consigo muchas ventajas: la mejora en calidad de señal de video y audio, la nueva relación de aspecto de 16:9, la mayor inmunidad al ruido, entre

otras. Pero la digitalización de la señal de televisión tiene una característica principal que cambiará todo el concepto de broadcasting televisivo. Usando el mismo ancho de banda analógico de 6 MHz de espectro que usa la señal analógica, la tv digital puede reproducir una parilla muy versátil de contenidos audiovisuales entre canales de resolución estándar, canales en alta definición y canales de resolución baja (Low Definition, para los equipos móviles); además de contenidos de valor agregado dependiendo del comportamiento de consumidor del televidente. Con una tasa de transferencia de aproximadamente 20Mbps, el consumidor podrá acceder a nuevos servicios como guías de programación, contenidos relacionados a sus programas preferidos, compras por TV, etc; todo esto dentro de los mismos 6 MHz de espectro de la señal de televisión analógica.

Todos estos servicios generan, además de nuevas oportunidades de negocio para los broadcasters, nuevas especializaciones e investigaciones de mercado.

De la misma manera que sucedió cuando se migró de la televisión de blanco y negro a la de color, existen distintos estándares de televisión digital con distintas características:

- ATSC (Advanced Television Systems Comitee, E.E.U.U.)
- DVB-T (Digital Video Broadcasting Terrestrial - Europa)
- ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial, Japón)
- DTMB (Digital Terrestrial Multimedia Broadcasting, China)
- SBTVD-T (Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre, Brasil)

En Abril de este año, el Ministro de Transportes y Telecomunicaciones, Enrique Cornejo, anunció al país que la norma a usar sería la Japonesa-Brasileira SBTVD, después de analizar el informe presentado por la Comisión Multisectorial encargada de proponer el mejor estándar para nuestro país.

En el Perú desde hace algunos años las cadenas televisivas usan y trabajan a diario con cámaras digitales, procesan su señal y la tratan con mezcladores digitales, trabajan con equipos digitales en Control Maestro para añadir logotipos de la casa televisiva, así como también mensajes publicitarios contratados, etc.; pero la señal se envía hacia el transmisor (en el Morro Solar) a través de enlaces microondas analógicos. Es decir, es en éste último trayecto que la señal pierde toda su riqueza y todas las ventajas que trae la TV digital.

El presente trabajo de tesis consiste en realizar un estudio técnico observando el comportamiento de la señal y de cómo es tratada desde el estudio de televisión, con cámaras 3CCD digitales, pasando por el mezclador de video digital y los distintos elementos que conforman un estudio de televisión; finalmente por un enlace de microondas digital hacia el Morro Solar para ser transmitido a todos los receptores capaces de decodificar la señal. El objetivo de la tesis es analizar la factibilidad de una infraestructura propuesta teniendo en cuenta los obstáculos técnicos que podrían presentarse en el escenario de Lima Metropolitana. Se determinará la autosuficiencia de ésta infraestructura y la cobertura de la misma. Además, se analiza el mercado para el desarrollo de posibles aplicaciones relacionadas al contenido audiovisual que los posibles segmentos consumirían.

Los contenidos se organizan de la siguiente manera:

En el primer capítulo se explicarán las ventajas de la televisión digital frente a la analógica, así como también todos los nuevos mercados que se abren con ésta migración. Además, se describen las características técnicas de cada uno de los estándares definidos para televisión digital; analizando su participación en los distintos países del mundo y comparándolos en los principales parámetros de transmisión y servicio.

En el segundo capítulo, se describe la infraestructura de televisión Digital que se propone, explicando cada uno de los componentes en el estudio y la transmisión.

En el tercer capítulo, se realiza un análisis técnico de la infraestructura de transmisión, desde el enlace de microondas digital, hasta la transmisión hacia los receptores. Se simulará el sistema de transmisión para poder determinar la cobertura del mismo y las posibles soluciones para escenarios de sombra.

En el cuarto capítulo se realiza un análisis de mercado para servicios de valor agregado de TDT relacionados con la interactividad. Se proponen también ciertas aplicaciones posibles a desarrollarse en nuestra localidad teniendo en cuenta el nuevo modelo de negocio que todo esto conlleva.



CAPÍTULO 1

CONCEPTOS DE TELEVISIÓN DIGITAL Y ANALÓGICA

1.0 INTRODUCCIÓN

La televisión está dentro de todas nuestras vidas. Es el medio de comunicación masivo más explotado en las últimas décadas hasta la aparición del Internet. Es justo el Internet el que presenta un nuevo concepto de comunicación. Una comunicación bidireccional, más interactiva, más participativa para el usuario.

Este nuevo tipo de comunicación obliga a los demás medios a darle al usuario el lugar que se merece. No dejarlo con un rol pasivo, poco relevante con los contenidos que ve, y darle verdaderamente el control de la pantalla. No sólo con escoger los programas que piensa ver, sino verlos de una manera distinta, con muchos servicios de valor agregado y con una resolución de imagen y audio dignas de la era tecnológica en la que estamos viviendo.

La televisión entonces tiene que sufrir un cambio. Un cambio no sólo de imagen, sino una total reestructuración de su arquitectura para poder cumplir con todos los requisitos mencionados. Esto generará la necesidad de mayor producción de

contenidos, mayor desarrollo de plataformas interactivas y una revolución total en lo que a “ver televisión” se refiere.

En este capítulo explicaremos básicamente cómo funciona la televisión actual, de manera analógica, y cómo funciona la transmisión de televisión de manera digital. Compararemos las dos tecnologías explicando las ventajas de la TDT (Televisión Digital Terrestre) frente a la Televisión Analógica.

Además, desarrollaremos de manera simple los estándares de Televisión Digital propuestos para los países que todavía no cuentan con uno y haremos un pequeño recuento del desarrollo de la TDT en el Perú y el mundo.

1.1 ASPECTOS DE LA TELEVISIÓN ANALÓGICA

1.1.1 Transmisión de Video y Audio

Debemos de considerar la complejidad del contenido de una señal de televisión terrestre. Está compuesta por una señal portadora de vídeo, generalmente modulada en banda vestigial, y una de audio, que se modula en FM.

La señal de imagen está compuesta por la Luminancia que representa el brillo de la escena que se transmite y por las componentes de color RGB (Red, Green. Blue / Rojo, Verde, Azul). Estas componentes se ubican dentro de la señal de Luminancia por razones de compatibilidad con la televisión en blanco y negro (que sólo tenía esta señal). **[PR06]**

a) Luminancia (Y)

La luminancia es la señal principal de la señal de video de televisión. Está conformada por las tres componentes de color básicas; Rojo, Verde y Azul. Su valor sigue la siguiente regla:

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

Donde R, G y B son las señales de Rojo, Verde y Azul respectivamente. La variación de amplitud de las mismas representa el brillo con un nivel mínimo de “0”, con que se obtiene el negro, y un nivel máximo “1” con que se obtiene una imagen totalmente blanca.

b) Crominancia (C)

Como detallamos anteriormente, la señal de color va incrustada dentro de la señal de Luminancia y se presenta como una sub-portadora. Es una señal vectorial que lleva la información de color de todos los objetos de la escena y se transmite de una manera especial. Para cada color se resta la señal de Luminancia obteniendo los siguientes valores:

$$R-Y = 0.7R - 0.59G - 0.11B$$

$$G-Y = -0.3R + 0.41G - 0.11B$$

$$B-Y = -0.3R - 0.59G + 0.89B$$

Cabe resaltar que basta solamente con enviar las señales Y, R-Y y B-Y. La señal del color verde (G) se obtiene de modo matricial a partir de los tres valores enviados. **[MY03]**

En cuanto a la señal de Audio es montada sobre una portadora a 4.5 MHz de la portadora de video. Esta señal es modulada en FM y puede ser de tipo estéreo/bilingüe analógico con dos portadoras (sistema Zweiton) o de tipo estéreo/bilingüe digital con modulación QPSK (sistema NICAM) aunque en general sólo se usa una portadora de audio estéreo con el contenido de audio de la señal de imagen. **[PR06]**

1.1.2 Espectro de la señal de televisión analógica

El ancho de banda de un canal de televisión analógica es de 6MHz. Para transmitir el contenido anteriormente descrito de la señal de televisión, se deben de tener canales de guarda en los extremos para evitar el overlapping¹. Por ello, los canales son asignados a las casas televisoras de manera que siempre se deje uno libre entre dos usados. Por ejemplo, en la banda VHF (canales 2 al 13):

¹ Overlapping: Efecto de superposición del espectro de la señal con señales adyacentes por efectos del ensanchamiento debido a la transmisión.

Banda VHF

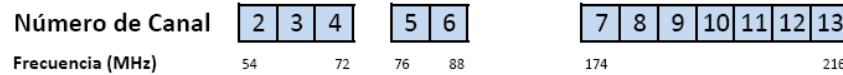


Figura 1.1 – Distribución de Canales en la Banda VHF
Fuente: Elaboración propia

Podemos apreciar que los canales 2 y 4, por ejemplo, necesitan un canal de guarda entre ellos. Por eso se deja libre el canal 3. Por esa razón, los canales licenciados para Radiodifusión Televisiva en el Perú en la banda VHF son los canales 2, 4, 5, 7, 9, 11 y 13.

En la siguiente gráfica podemos apreciar todos los componentes de la señal de Audio y Video de televisión dentro de los 6MHz de un canal de televisión.

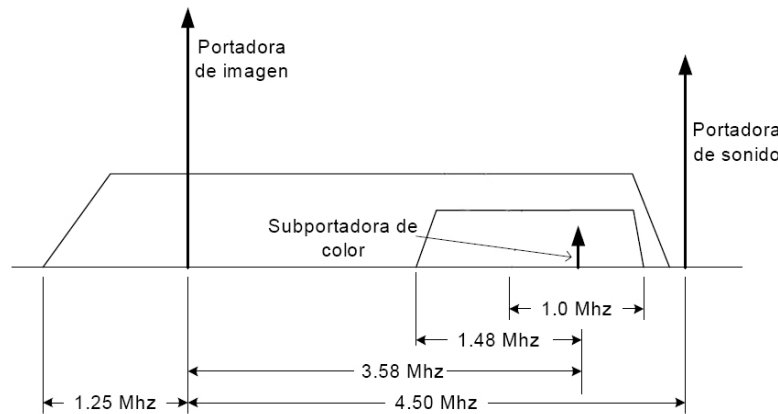


Figura 1.2 – Espectro de la señal de Televisión Analógica [MY03]

Observamos la sub-portadora de color dentro de la banda vestigial de la portadora de imagen. Al final de la banda podemos apreciar a la portadora de sonido aunque algunas veces existen dos portadoras que tienen dos contenidos de audio para un solo canal, como en el caso de SAP².

² Second Audio Programming: Transmisión de audio complementario al audio principal. Suele ser el audio original en material audiovisual con lenguaje doblado.

1.2 ASPECTOS DE LA TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE

Las distintas propuestas de estándares de TDT usan distintas tecnologías de modulación, para lograr las mejoras frente a la transmisión analógica. A continuación una breve explicación sobre cada una de ellas.

1.2.1 Modulación COFDM

El sistema de modulación COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing) tiene como característica principal el uso de varias sub-portadoras consecutivas moduladas en QPSK o QAM. Las portadoras son ortogonales entre sí, lo que garantiza que no interferirán unas con otras, dado que el valor central de una coincide con el valor nulo de la portadora anterior y siguiente. La figura 1.3 nos muestra como se distribuyen las portadoras y como pueden transmitirse de manera adyacente sin interferir entre ellas.

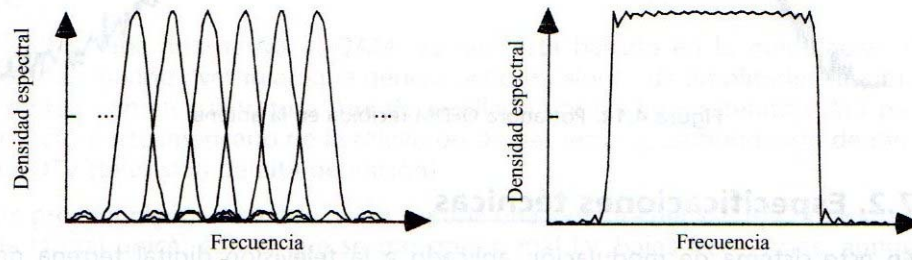


Figura 1.3 Sub-portadoras OFDM y densidad espectral de potencia [PR06]

La codificación de la señal OFDM consiste en añadir redundancia a la señal para poder conseguir recuperarlos de alguna portadora que no sea recibida de manera eficiente. Para ello se usan algoritmos como el Viterbi que desarrolla la dependencia de las portadoras para que los errores de unas se repartan entre las otras. **[PR06]**

Existen dos modos de transmisión en COFDM y se diferencian básicamente en la cantidad de portadoras a transmitir en el ancho de banda asignado. Los modos son llamados 2K y 8K; y sus especificaciones técnicas y diferencias principales están detalladas en la tabla 1.1.

Tabla 1.1 Especificaciones técnicas de COFDM [PR06]

Parámetro	Modo 8K	Modo 2K
Número total de portadoras	8192	2048
Número de portadoras activas	6817	1705
Separación entre portadoras (1/Ts)	1116 Hz	4464 Hz
Duración de símbolo (Ts)	896 μ s	224 μ s
Intervalo de guarda (Δ /Tg)	Ts/4, Ts/8, Ts/16, Ts/32	
Duración Total del símbolo	1120 a 924 μ s	280 a 231 μ s
Velocidad del código convolucional Viterbi	1/2 a 7/8	
Distancia entre portadoras	7.61 MHz	
Modulación de portadora	QPSK, 16QAM y 64QAM	

1.2.2 Modulación 8-VSB

Este tipo de modulación tiene una gran eficacia espectral e inmunidad a la interferencia, pero tiene poca robustez a los ecos. Esta alternativa al QAM está basada en la modulación AM con banda de vestigio, y genera 8 escalones discretos de modulación en cuadratura. Todo en un ancho de banda de 6MHz.

Los ocho niveles discretos tienen valores de -7, -5, -3, -1, +1, +3, +5 y +7 que son generados por un codificador Trellis; y con ellos se establecen las combinaciones de 000 hasta 111 en binario. Al pasar la señal por el modulador VSB, se deja pasar la totalidad de una banda y una pequeña parte de la otra. De esta manera, en el receptor bastará con contar con un detector de envolvente recuperar la información transmitida.

La figura 1.4 muestra el espectro de la señal modulada en 8-VSB. Observamos una señal piloto en la parte inferior de los 6MHz y las dos bandas, la vestigial y la lateral; que es en donde se enviará la información. Con esta distribución, se logra una mejor ubicación de portadoras en canales adyacentes.

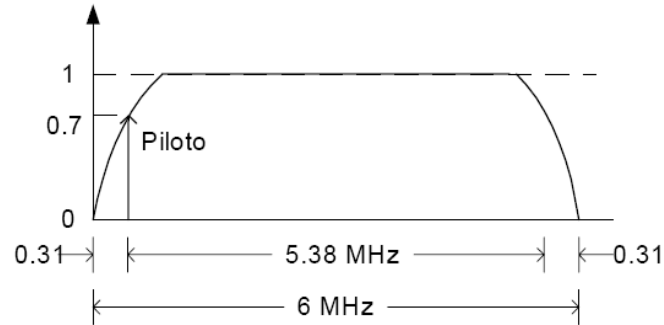


Figura 1.4 Espectro de la portadora 8-VSB [MY03]

Las especificaciones técnicas de la modulación 8-VSB se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 1.2 – Especificaciones técnicas de 8-VSB [PR06]

Parámetro	Valor
Ancho de banda	6MHz
Exceso de ancho de banda	11.50%
Relación de símbolo	10.76 Msímbolo / S
Bits por símbolo	3
Codificación Trellis	Relación 2/3
Codificación Reed-Solomon	T = 10 (207, 187)
Longitud de segmento	832 símbolos
Sincronismo de segmento	4 símbolos
Sincronismo de trama	1 cada 313 segmentos
Relación de datos	19.28 Mbps
Umbral C/N	14.9 dB
Potencia del Piloto	0.3 dB

1.3 VENTAJAS DE LA TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE

La digitalización de la señal de televisión tiene como ventaja principal su naturaleza. Al tratarse de una secuencia de bits, la regeneración de la misma se hace con algoritmos bastante sencillos y se logra vencer a los efectos que el ruido o el desvanecimiento puedan producir. Esta digitalización hace que la televisión obtenga grandes ventajas en cuestión de su contenido.

1.3.1 Calidad de Video y Audio

En primer lugar, la implementación de TDT implica que la resolución de video se triplicará para lograr una calidad de imagen mucho mayor. Mientras que la TV analógica nos ofrece una resolución de 720x480 píxeles, la TV digital tiene, en calidad estándar, 1280x720 píxeles; y en HDTV 1920x1080 píxeles de resolución. Todo esto quiere decir que, con esta nueva tecnología, podremos disfrutar de los programas de televisión en calidad de DVD.

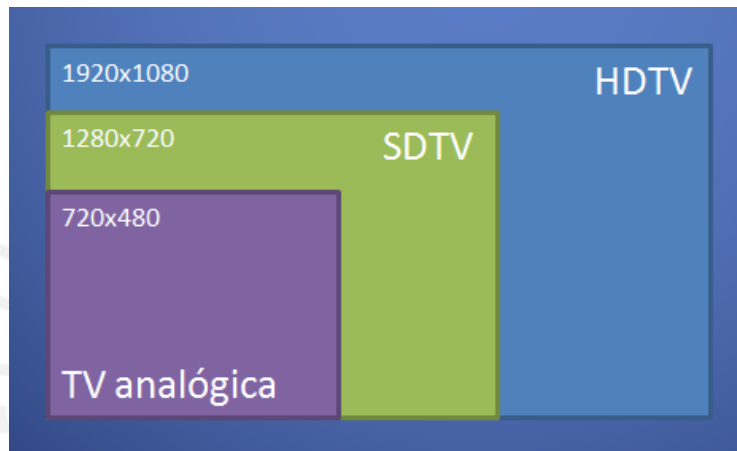


Figura 1.5 – Resolución de imagen de televisión [CN08]

Además disfrutar de una mejor calidad de imagen, la experiencia de ver televisión no será la misma dado que se migrará de una imagen de aspecto convencional de proporción 4:3 (4 de ancho por 3 de alto), a una proporción de aspecto panorámico 16:9, igual al de las pantallas de las salas de cine. Esto, añadido a la mejor de la calidad de imagen, renueva verdaderamente la experiencia de ver televisión.

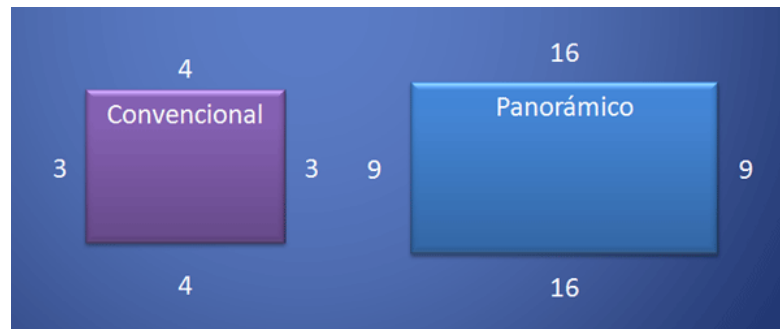


Figura 1.6 – Relación de aspecto convencional y panorámico [CN08]

En cuanto a la calidad de audio, se migrará de una simple transmisión estéreo (2 canales: izquierdo y derecho) a una transmisión por 6 canales en calidad Dolby 5.1 o MPEG-2 de acuerdo al estándar utilizado. El efecto del sonido envolvente producido por estos 6 canales ayudará al televidente a involucrarse más con los contenidos de televisión y disfrutar más de ellos.

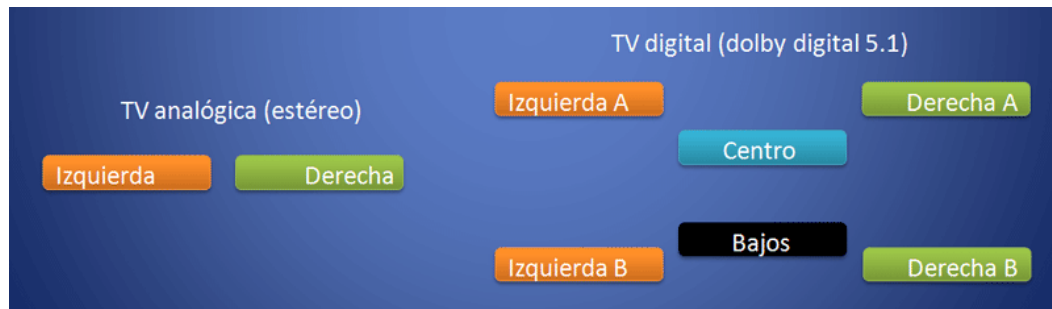


Figura 1.7 – Audio analógico y audio digital [CN08]

Todas estas mejoras son posibles a la tasa de alrededor de 20Mbps que tienen todos los estándares.

1.3.2 Mejor aprovechamiento del espectro

Usando las técnicas de modulación anteriormente explicadas, la transmisión de contenido digital aprovecha de manera eficiente el espectro radioeléctrico. Con esta tecnología la señal se hace mucho más robusta frente a las interferencias lo que permitiría transmitir en todos los canales, ya sea de la banda VHF o UHF, inclusive en canales adyacentes sin provocar ningún tipo de interferencia. Así, tomando en cuenta la figura 1.1, se podrán utilizar los canales que se tenían reservados como canales de guarda en la televisión analógica como son los canales 3, 6, 8, 10 y 12 en la banda VHF, por ejemplo.

Además, la transición no modificará la asignación de frecuencia de estos canales pues un canal de televisión digital ocupa el mismo el ancho de banda que un de televisión analógica, 6MHz.

Por otro lado, se permite el uso de las Redes de Frecuencia Única (SFN – Single Frequency Networks) optando por ciertos estándares. Esta arquitectura permite utilizar

la misma frecuencia para estaciones transmisoras y estaciones repetidoras al dar cobertura a localidades que tengan zonas de sombra [CP08]. De esa manera se aprovecha mejor el espectro al usar sólo una frecuencia por casa televisora y mejora la gestión y planificación de la red.

1.3.3 Más contenidos

Como explicamos en el punto anterior, el ancho de banda usado en el canal es el mismo, pero con la TDT se podrán enviar más programas y contenido por el mismo canal. Además que se desarrolla un uso flexible de la capacidad de transmisión al poder escoger entre el envío de una señal HDTV más datos, 3 señales SDTV más datos y recepción móvil, etc. La parrilla de transmisión la elegirá la casa televisora de acuerdo a las necesidades que crean que sus televidentes puedan tener. Existen varias posibilidades de juntar todos éstos servicios. La siguiente figura nos muestra algunas de ellas.

EJEMPLO DE ASIGNACIÓN DE SERVICIOS EN UN CANAL DE 6 MHz a 19.6 Mbps				
SDTV 6 Mbps				HDTV (MPEG-4) 9.96 Mbps
SDTV 6 Mbps	HDTV 14.4 Mbps			
SDTV 5 Mbps		HDTV (MPEG-2) 19.6 Mbps		HDTV (MPEG-4) 9.26 Mbps
DATOS 1.1 Mbps	SDTV 3.7 Mbps			
MÓVIL 1.5 Mbps	MÓVIL 1.5 Mbps			MÓVIL 380 kbps

Figura 1.8 – Ejemplo de Asignación de Servicios

Fuente: Elaboración Propia

Esta nueva forma de enviar más contenidos por un solo canal, crea nuevos conceptos en cuestión de producción y desarrollo de televisión, además de generar nuevos modelos de negocio, lo cual se explicará más adelante.

1.3.4 Movilidad/Portabilidad

Esta característica genera un tipo completamente nuevo de mercado. Si antes los televidentes tenían que estar en su casa u oficina para disfrutar de los contenidos de televisión, con la TDT los usuarios podrán captar la señal televisiva desde sus dispositivos móviles como teléfonos celulares, laptops, PDAs, etc; inclusive en movimiento. Además, la integración del servicio de radiodifusión con otras infraestructuras de telecomunicaciones, léase redes móviles, WLAN, etc; asegura un canal de retorno para la participación del usuario durante la recepción de la señal. Este canal de retorno, cuyo concepto se desarrolla en el siguiente punto, puede ser UMTS, Internet, etc; dependiendo del dispositivo a recibir la señal.

Cabe resaltar que la calidad de esta señal para recepción móvil es menor que la que recibirá un terminal fijo. Tendrá menos velocidad de transmisión, por ende, menos resolución de video y audio. Pero para las características de estos dispositivos, es más que suficiente.

1.3.5 Interactividad

El televidente deja de ser un simple veedor de los contenidos de televisión, para poder participar más y disfrutar de servicios de valor agregado y aplicaciones nuevas. La integración de la Informática con la Radiodifusión permite el desarrollo de aplicaciones tanto relacionadas como no relacionadas con el contenido de la señal y hace posible la participación del televidente no sólo en la elección e indexación del contenido, específicamente nos referimos a la EPG (Electronic Program Guide - Guía de Programación Electrónica), sino también en servicios bastante parecidos a los que podemos acceder en la Internet. La siguiente figura nos muestra un esquema de los posibles temas de las aplicaciones que brindaría la TDT:



Figura 1.9 – Temas de aplicaciones para interactividad del televidente [RS05]

Para que la interactividad sea posible, es necesario un canal de retorno. En la mayoría de los casos se opta por el ADSL para los terminales fijos, pero en los terminales móviles se necesitará integrar la red de Radiodifusión con otras infraestructuras como redes UMTS.

1.4 ESTÁNDARES DE TDT PROPUESTOS

Al igual que cuando se migró de la televisión de blanco y negro a la televisión a color y aparecieron distintos estándares como el NTSC, SECAM y PAL; este cambio de tecnología en la radiodifusión también tiene varias propuestas a ser evaluadas en cada uno de los países para su elección e implementación.

1.4.1 Estándar ATSC

El estándar ATSC (Advanced Television Systems Committee) fue desarrollado con la finalidad principal de poder transmitir una señal de alta definición (HDTV) o varias de definición estándar (SDTV) en un ancho de banda de 6 MHz a una velocidad de 19.39 Mbps. La señal es modulada usando 8-VSB.

Las señales de video y audio son comprimidas con diversos algoritmos. Para comprimir el video se usan procesos derivados del MPEG-2 como modelado perceptual, estimación de movimiento jerárquico, compensación de movimiento bidireccional y multiplexado de las señales. Para el audio se usa la compresión de tipo Dolby AC-3, y así poder enviar hasta 6 canales de audio digitales. Se usa la codificación Trellis y la corrección de error tipo Reed Solomon. [MY03]

El ATSC viene a ser la evolución del sistema NTSC y busca estar lo más integrado posible con los parámetros de transmisión de este último.

La siguiente figura muestra el espectro de una señal ATSC:

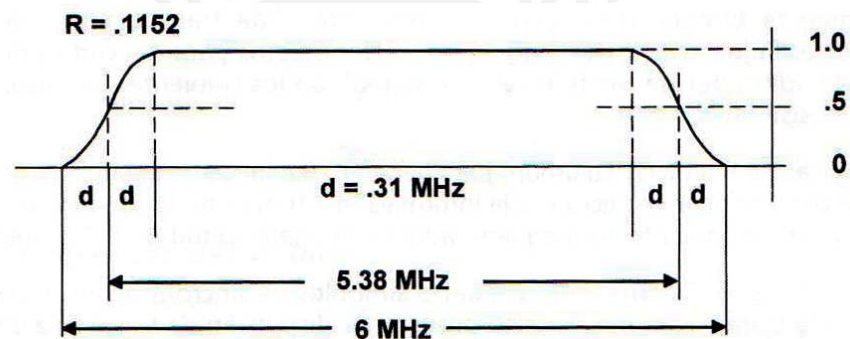


Figura 1.10 – Espectro de la señal ATSC [PR06]

En la figura podemos apreciar cómo se respetan los 6 MHz de ancho de banda pero ubicando la parte principal en los 5.38 MHz internos. La banda inferior se suprime y se inserta una ráfaga piloto para sincronizar la señal. [PR06]

Actualmente ATSC no cuenta con recepción móvil pero está en estudio una nueva versión la cual si contará con esta característica.

1.4.2 Estándar DVB-T

El estándar DVB-T (Digital Video Broadcasting – Terrestrial) fue desarrollado en Ginebra, Suiza; y es el estándar Europeo por excelencia. Tiene la capacidad de transmisión de multi-programa como también de recepción portátil y móvil.

Utiliza la codificación MPEG-2 para video y MPEG-1 Layer 2 para audio, y puede enviar contenido en alta definición (HDTV) tanto como en definición estándar (SDTV).

Su ancho de banda puede ser de 6, 7 o 8 MHz y utiliza modulación COFDM de 2k u 8k, explicada en el punto 1.2.1. Además puede utilizar la arquitectura de Redes de Frecuencia Única (SFN).

Cuenta con dos modos de transmisión **[MY03]**:

a) Transmisión No-Jerárquica

Con este modo se transmite un flujo de datos de 19.6 Mbps en los 6 MHz del canal. Se envía un programa en HDTV con sus datos y audios relacionados; o varios programas SDTV de la misma manera.

b) Transmisión Jerárquica

Aquí se envían dos flujos distintos, con modulaciones diferentes, combinados en uno solo en COFDM. Se envía un programa HDTV para recepción fija, con mayor velocidad de transmisión, y un programa en SDTV para recepción móvil con una tasa de transmisión menor modulada en QPSK.

1.4.3 Estándar ISDB-T

El ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting – Terrestrial), es desarrollado por Japón por el grupo DiBEG (Digital Broadcasting Experts Group). Utiliza compresión de Video y Audio en MPEG-2 y se modula en COFDM en forma segmentada.

Trabaja con anchos de banda de 6, 7 y 8 MHz; y puede trabajar con portadoras OFDM espaciadas a 4, 2 y 1 KHz. Además puede trabajar en modo jerárquico como el DVB-T y con Redes de Frecuencia Única (SFN).

Pero lo que lo diferencia de los otros estándares es la segmentación del ancho de banda. ISDB-T utiliza 13 segmentos ya sea para 6, 7 u 8 MHz. En nuestro caso, para un canal de 6MHz, los 5.6 MHz útiles de la banda son segmentados en 13 segmentos

de 429 KHz cada uno. Además, dentro de estos 13 segmentos se pueden crear grupos, máximo 3, diferenciándolos con distintos parámetros de transmisión, como por ejemplo la modulación. En la figura 1.10 podemos observar este “Sistema Jerárquico de Transmisión” utilizando 12 segmentos para transmitir un programa HDTV o varios programas SDTV y datos con modulación 64QAM; y uno de los 13 segmentos para recepción móvil con modulación QPSK.

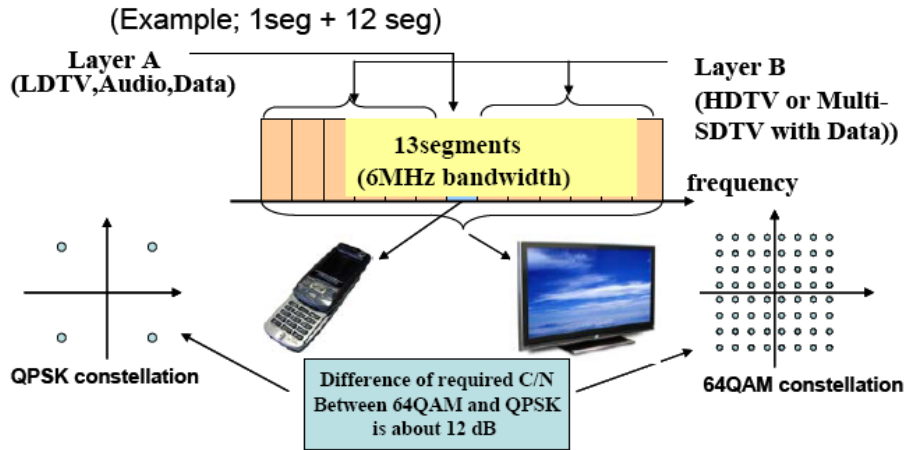


Figura 1.11 – Sistema Jerárquico de Transmisión ISDB-T [DI08]

Esta transmisión móvil de un solo segmento es conocida como la tecnología OneSec™. Actualmente en Japón se encuentran variedad de dispositivos como celulares, PDAs o laptops con esta tecnología.

El ISDB-T trabaja con una corrección de errores tipo Reed Solomon y modula sus portadoras 16QAM, 64QAM o QPSK dependiendo del servicio que se quiera dar.

[DI08]

1.4.4 Estándar DMB-T

Este estándar, de origen Chino, es relativamente nuevo y está tratando de desarrollarse en el mundo tanto como los tres anteriores. A partir de eso, el DMB-T (Digital Multimedia Broadcasting – Terrestrial) cuenta con capacidad de recepción móvil y portátil; así como también la transmisión de programas en alta definición (HDTV).

La tasa con que la data es transmitida para receptores fijos es de más o menos 20Mbps y puede desarrollar un área bastante grande de cobertura dado a su modulación TDS-OFDM (Time Domain Synchronous OFDM).

En este sistema se introducen secuencias de pseudo-ruido (PN) entre bloques de símbolos de transformadas discretas de Fourier (DFT) consecutivas. De esta manera, la información se procesa en los dominios del tiempo y la frecuencia, y se obtienen ganancias de sincronía de más 20dB. [SN05]

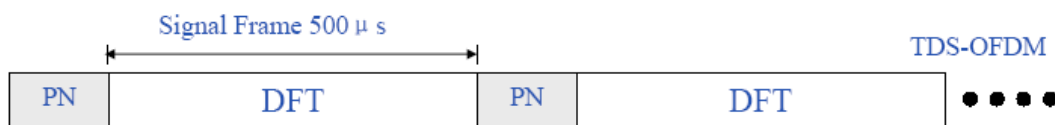


Figura 1.12 – Esquema de TDS-OFDM [SN06]

DMB-T usa los algoritmos de BHC (Bose-Chaudary-Hocquenghem) y LDPC (Low Density Parity Check) para su corrección de errores; y trabaja con constelaciones de 4QAM hasta 64QAM. [SN06]

1.4.5 SBTVD-T

El estándar Brasileño SBTVD-T (Sistema Brasileiro de TV Digital Terrestre) nace a raíz de la inserción del modelo japonés, el ISDB-T, al país y la capacitación que recibieron los desarrolladores brasileños por parte de los japoneses. Éste estándar está basado en el ISDB-T, pero modificado para funcionar mejor en la geografía brasileña entre otras cosas.

Una de las diferencias clave es que la codificación usada deja de ser MPEG-2 para pasar a ser MPEG-4 (AVC/H.264) para vídeo y AAC para audio. Con este tipo de compresión se pueden transmitir dos canales de alta definición (HDTV) a 9.96 Mbps y 9.26 Mbps respectivamente, más un canal OneSeg™ a 339 kbps sumando 19.22 Mbps de toda la señal. Estos datos se pueden observar en una captura de un programa de emulación de señal SBTVD-T utilizado para pruebas.



Figura 1.13 – Emulación de señal SBTVD (2 HD + 1 OneSeg)
Instalaciones de ATV, Andina de Radiodifusión

En el siguiente capítulo explicaremos mejor la arquitectura de ésta tecnología y como se relaciona con toda la infraestructura de producción de televisión.

La siguiente tabla muestra un resumen de las principales características de todas las tecnologías mostradas.

Tabla 1.3 – Características principales de los estándares para DTV
Fuente: Elaboración propia

Tecnología	Ancho de Banda	Modulación	Codificación de Video	Codificación de Audio	Transmisión Jerárquica	Bitrate Promedio
ATSC	6 MHz	8-VSB	MPEG-2	AC-3	No	19.39 Mbps
DVB-T	6, 7, 8 MHz	COFDM	MPEG-2	MPEG-1	Si	19.6 Mbps
ISDB-T	6, 7, 8 MHz	COFDM	MPEG-2	AAC	Si	19.3 Mbps
DMB-T	2, 8 MHz	TDS-OFDM	MPEG-2	MPEG-2	Si	15 Mbps
SBTVD-T	6 MHz	COFDM	MPEG-4	AAC	Si	19.61 Mbps

1.5 TDT EN EL MUNDO Y EL APAGÓN ANALÓGICO

Los distintos países, al igual que durante la migración de la transmisión en blanco y negro a la transmisión a colores, se eligen distintas normas para el desarrollo de la TDT. Además de elegir su estándar, cada región deberá establecer un periodo de

transición para dejar de todo la transmisión analógica para pasar a una transmisión enteramente digital. Es un hecho entonces que habrá un tiempo en que las dos tecnologías convivan hasta que llegue el momento del tan esperado “Apagón Analógico”.

El siguiente es un cuadro que muestra una relación de países con las características de la migración a TDT en su región.

Tabla 1.4 – Televisión Digital Terrestre en el Mundo
Elaborado en base a [CP08]

País	Sistema de TDT	Lanzamiento	Inicio Migración	Apagón Analógico
Reino Unido	DVB-T	15.11.1998	Planeado 2008	Planeado 2012
España	DVB-T	MAY 2000	Planeado 2008	2009, Cataluña
Alemania	DVB-T	NOV2002	Agosto, 2003	Planeado 2008
Japón	ISDB-T	01.12.2003	-	Planeado 2011
Estados Unidos	ATSC	1996	-	12.06.2009
México	ATSC	JUN2004	Fin 2006	Fin 2021
Brasil	ISDB-T / SBTVD-T	NOV2003	-	-
Corea del Sur	ATSC	2001	-	Planeado 2010
Uruguay	DVB-T	18.09.07	-	-
Colombia	DVB-T	28.08.08	-	Planeado 2019
Argentina	ATSC	1998	-	-

Podemos observar que no la totalidad de los países listados tienen fijadas sus fechas de inicio de migración al sistema TDT o del Apagón Analógico. En algunos casos ya se tiene elegido el estándar a utilizar pero no se han hecho avances notorios en el desarrollo del mismo.

1.6 TDT EN EL PERÚ

El 21 de Febrero de 2007, en el diario oficial “El Peruano”, se publicó la Resolución Suprema N° 010-2007-MTC que constituye una Comisión Multisectorial encargada de recomendar al Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones un estándar de TDT para ser instaurado en el Perú. Por la naturaleza multisectorial de la Comisión, se

tomarán en cuenta los caracteres tanto tecnológicos, económicos y políticos de cada una de las posibles elecciones.

La elección del estándar tuvo varias fechas tentativas, y varias fechas aplazadas por distintas razones como la reevaluación de la norma por la consideración de nuevos estándares como el SBTVD-T o el DMB-T y la valoración de los servicios móviles.

Después de todas las pruebas necesarias, el Informe fue entregado al Poder Ejecutivo en Febrero del 2009. Finalmente, el 23 de Abril del mismo año, el Ministro de Transportes y Telecomunicaciones, Enrique Cornejo Ramírez, anunció a la Prensa Nacional que se había elegido ya el estándar oficial de Radiodifusión de Televisión Digital Terrestre, siendo el mismo el ISDB-T con la posibilidad de evaluar los cambios que se hicieron para el estado Brasileño para ser aplicados en el Perú.



Figura 1.14 – Titular de Prensa Local anunciando la elección del estándar

Fuente: <http://peru21.pe>

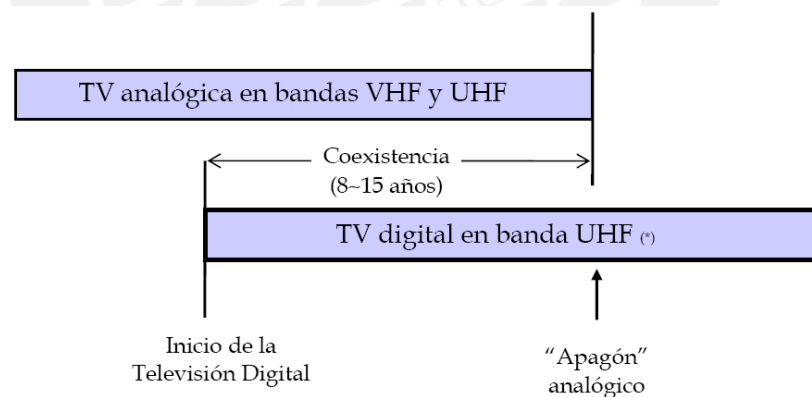
El 24 de Abril del 2009, en el diario oficial “El Peruano”, se publicó la Resolución Suprema N° 019-2009-MTC. En éste documento se resuelve en el Artículo 1°:

“Adoptar el estándar ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial), con las mejoras tecnológicas que hubiere en el momento de su implementación, como sistema de televisión digital terrestre en el Perú” - Diario “El Peruano”, Viernes 24 de Abril, Lima, Perú.

Con esta resolución, y con las notas de Prensa emitidas por tanto por el MTC como por el grupo DiBEG y el foro SBTVD, podemos concluir que la tecnología base para la transmisión de televisión digital en el Perú será la modulación COFDM de ISDBT, ya sea bajo codificación MPEG-2 o MPEG-4 para video.

Para la infraestructura que se propone en la presente Tesis, usaremos la tecnología japonesa-brasileña SBTVD. Esto ya que se puede transmitir más contenido audiovisual dentro del mismo ancho de banda, debido a la mayor compresión de datos.

De todas maneras, se tiene planeado que la migración total hacia la transmisión digital durará aproximadamente 15 años en nuestro país, debido también a la migración hacia la banda UHF.



(*)La determinación sobre el uso de las bandas VHF/UHF es competencia del MTC.

Figura 1.15 – Migración hacia la TDT [MTCGU]

Los canales locales están ya preparándose para la migración haciendo pruebas con equipos de transmisión digitales en bandas de prueba asignadas por el MTC.

CAPÍTULO 2

INFRAESTRUCTURA DE TDT BAJO EL ESTÁNDAR SBTVD-T

2.0 INTRODUCCIÓN

La arquitectura de la infraestructura de Televisión ha sido única por años. La migración a Televisión Digital no cambiará de manera medular este esquema. Sino más bien, actualizará la metodología de tratamiento de señal para establecer un camino totalmente digital.

Como habíamos señalado anteriormente, ya desde hace un tiempo las casas televisoras cuentan equipamiento íntegramente digital; como cámaras, mezcladores y controles maestros (que explicaremos más adelante); pero las transmisiones tanto entre estaciones por enlaces microondas, como a los hogares con transmisores analógicos, perdían todas las características de la digitalización de la señal.

Muchos canales de TV, como también la Comisión Multisectorial, probaron ya las distintas normas y las distintas tecnologías usadas en cada una de ellas, para poder elegir la que más rinde en nuestro país, saliendo como vencedora la norma japonesa-brasileña SBTVD-T.

En nuestro caso, vamos a proponer una infraestructura de TDT tipo Estudio-Planta bajo la norma elegida por la Comisión Multisectorial. Explicaremos cada una de las partes de este esquema así como también explicaremos finalmente como se comunican cada una de ellas

2.1 EQUIPOS DE ESTUDIO

Estos equipos son los que tienen naturaleza digital desde hace muchos años. La tecnología en sensores digitales, procesamiento digital de imágenes y compresión de audio, facilita mucho el trabajo de los desarrolladores de contenidos audiovisuales.

2.1.1 Cámara Digital 3CCD

El CCD (Charge-Coupled Device) es un sensor que manipula las señales analógicas de luz para transformarlas en señales eléctricas controladas por una señal de reloj. La imagen capturada por el lente de la cámara es proyectada hacia un arreglo de capacitores que acumularán una cantidad de energía proporcional a la intensidad de luz recibida. Luego el capacitor enviará su energía a su vecino dentro del arreglo, hasta llegar al último quien enviará su carga a un amplificador quien la convertirá en voltaje. Así se obtendrán una secuencia de voltajes que serán digitalizados y guardados en el algún tipo de memoria. **[ML08]**



Figura 2.1 - Cámara Profesional 3CCD Panasonic P2
Instalaciones de ATV, Andina de Radiodifusión.

Al usar un prisma que divide las longitudes de onda de luz de la imagen a proyectar en tres matrices (R, G y B de Rojo, Verde y Azul); se puede utilizar un CCD para cada una de ellas y así tener un mejor procesamiento de la señal. Esta tecnología 3CCD es la más usada en el desarrollo de cámara de video profesional debido a su gran fidelidad en la imagen y buena integración con los algoritmos de digitalización de la señal.

2.1.2 Camera Control Unit (CCU)

Para controlar la cámara de estudio de una manera remota en varios aspectos teniendo en cuenta el balance de blancos o la apertura del lente, se usa un CCU, generalmente ubicado en el cuarto de Control de Producción.



Figura 2.2 – Rack de Camera Control Units (Sony)
Instalaciones de ATV, Andina de Radiodifusión.

Esto ayuda al camarógrafo a concentrarse solamente en el enfoque y la composición de la toma; y dejar de lado los aspectos técnicos antes mencionados. Además con este tipo de control, el director de televisión podrá tener una uniformidad en todas sus cámaras.

2.1.3 Control de Producción (Switcher HD)

En esta etapa es en donde las señales de todas las cámaras del estudio son mezcladas por el director de televisión según su criterio. Este equipo tendrá que

soportar gran cantidad de procesamiento de datos para poder conmutar, en tiempo real para transmisiones en vivo, todas las señales de video.



Figura 2.3 - Grass Valley™ KayakDD™
Instalaciones de ATV, Andina de Radiodifusión.

Además se agregan títulos y gráficos que cumplan los formatos tanto de HD (en relación 16:9) como de SD (4:3); así como también se agregarán las publicidades contratadas en el programa respectivo y los logos característicos.



Figura 2.4 – Ejemplo de mezcla de contenidos en Switcher Digital
Fuente: <http://www.thomsongrassvalley.com>

2.1.4 Control Maestro HD

Éste es uno de los últimos pasos antes de entrar a la etapa de transmisión. En el Control Maestro está el encargado de monitorear toda la programación de la cadena televisiva y, de haber más de un programa al aire simultáneamente, todos los programas emitidos.



Figura 2.5 - Thomson Grass Valley™ next generation Maestro™

Fuente: <http://www.thomsongrassvalley.com>

En esta consola, se pueden administrar hasta 48 señales con el sistema básico, además de contar con la posibilidad de agregar módulos basados en PC con interfaces gráficas, decodificadores de audio, escaladores de video, módulos de DSP, etc.³



Figura 2.6 – Sala de Control Maestro
Instalaciones de ATV, Andina de Radiodifusión.

Aquí es donde se decide si la señal va al aire o no.

³ Datos tomados de la hoja de datos del sistema de Control Maestro Thomson Grass Valley™ next generation Maestro™ RMC-3002D-2, disponible en www.thomsongrassvalley.com.

2.1.5 Mezcla de Audio

El audio siempre es tratado y procesado independientemente que el video. Después digitalizar las señales de todos los micros del estudio y mezclarlas en una consola digital, el audio pasa por un control maestro especial.



Figura 2.7 – Mezcladora Digital y Control Maestro de Audio
Instalaciones de ATV, Andina de Radiodifusión

La señal de salida se envía finalmente al codificador MPEG-2 AAC que se encargará de comprimirla y sincronizarla con la señal de video.

2.1.6 Codificador MPEG-4 VC-5300

La parte más importante de la digitalización de la señal. La codificación MPEG-4 / H.264 permite un fácil transporte de los contenidos a ser transmitidos sin perder calidad y versatilidad. Con compresión de video digital y calidad de audio avanzadas, este codificador usa la norma 4:2:2 de muestreo.

Esta norma se define así debido a que toma 4 muestreos de la señal Y, más 2 de la señal R-Y (Cr), más 2 de la señal B-Y (Cb), todo en una digitalización de 8 bits. **[MY03]**



Figura 2.8 - NEC™ VC-7300

Fuente: <http://www.nec.com>

El VC-7300 cuenta con un codificador de Audio MPEG-2 AAC LC incorporado que generará la señal 5.1ch en modo surround con una tasa de datos de 48 a 384 Kbps, dependiendo del modo de codificación.⁴

Las entradas de video del Control Maestro HD y de audio de la mezcladora digital son mezcladas para ser tratadas como una sola a partir de esta etapa. A la salida entonces tendremos una señal MPEG-4 HD + MPEG-2 AAC de alrededor de 19 Mbps.

2.2 EQUIPOS DE RADIOFRECUENCIA PARA ENLACE DE MICROONDAS

La infraestructura que vamos a proponer contará con un enlace desde el estudio de televisión hasta el punto de transmisión de la señal a los hogares. Este enlace será íntegramente digital y será constituido por los siguientes equipos.

2.2.1 Modulador/Demodulador Digital

La señal deberá de ser modulada en una portadora única para lograr una mayor tasa de transmisión. El modem SCM4000 de Microwave Radio Communications™ se integra al sistema de radioenlace obteniendo una tasa de hasta 105 Mbps con constelaciones de 64QAM.

⁴ Datos tomados de la hoja de datos del sistema de NEC™ VC-5300, disponible en www.nec.com.



Figura 2.9 – Modem SCM4000 de MRC
Fuente: <http://www.mrcglobalsolutions.com>

El modem tiene una salida a una frecuencia intermedia de 70MHz y a una potencia típica de -10dBm.⁵ Esta señal irá al transmisor de RF.

2.2.2 Sistema de Transmisión/Recepción de Microondas

Para transportar la data de audio y video se necesitará con un sistema capaz de soportar tasas de transporte digital de hasta 120 Mbps, además de contar con compatibilidad con el sistema ATSC. El sistema DAR PLUS de *Microwave Radio Communications*TM cuenta con esas características y por eso lo elegimos para nuestra propuesta.



Figura 2.10 – Sistema de Microondas DAR PLUS con antenas de 1.8m
Instalaciones de ATV, Andina de Radiodifusión.

⁵ Datos obtenidos de la hoja de datos del Modem SCM4000 de Microwave Radio CommunicationsTM, disponible en el Anexo 2.

Trabajaremos a una frecuencia de 13GHz para el enlace, con antenas Andrew™ de 1.8 m, y la potencia promedio estimada para este enlace será de 24 dBm.⁶

2.3 EQUIPOS DE BROADCASTING

Después del transporte de la señal desde el estudio hasta la planta de transmisión, ésta tiene que ser procesada para poder ser transmitida bajo el sistema ISDB-T cumpliendo todas las normas del estándar. Los equipos necesarios, junto con el transmisor, están especificados a continuación.

2.3.1 Modulador DTVM-21A

Esta es la parte previa a la transmisión. La señal recibida por el estudio es modulada en OFDM en cualquiera de los dos modos, 8k ó 2k, según la norma ARIB STD B-31.



Figura 2.11 – Modulador DTVM-21A de NEC™
Fuente: <http://www.nec.co.jp>

La salida de esta etapa será la señal de Transport Stream (TS) de multitrama con las codificaciones ya sean QAM o QPSK en los distintos segmentos de la señal OFDM. Se envía todo en una Frecuencia Intermedia (FI) de 37.15 MHz. **[COM09]**

Es en esta etapa en donde determina la parrilla de programación, en cuanto a la segmentación del espectro y la jerarquización de las modulaciones (QAM o QPSK).

⁶ Datos obtenidos de la hoja de datos del sistema de microondas digital DAR Plus de Microwave Radio Communications™, disponible en Anexo 2.

2.3.2 Excitador HPB-4773

El excitador es el encargado de brindar la señal OFDM de manera continua e íntegra; respetando todas las normas establecidas por ISDB-T. Además se encarga de pasar de la FI a la frecuencia de trabajo en la banda de transmisión.

El dispositivo de NEC cuenta con dos módulos HPB-4703 y HPB-4773 para bandas VHF y UHF respectivamente [COM09]. Nosotros trabajaremos con el segundo ya que nuestros análisis serán en el canal 29 UHF (560 a 566 MHz) como se observará en el próximo capítulo.

2.3.3 Transmisor DTV de Estado Sólido UHF - DiamondCD™

Este último dispositivo es encargado de brindar la potencia necesaria para que la señal ISDB-T llegue a todos los hogares dentro de la cobertura. El DiamondCD™ de Harris™ cuenta con gabinete de control, que tiene una GUI (Graphic User Interface) que monitorea todas y cada una de las partes del transmisor; y un gabinete de potencia (que puede ampliarse hasta 5). Cada gabinete de potencia puede llegar a las 7.25 kW de potencia media de forma individual. Además, dentro de cada uno hay hasta 16 amplificadores de potencia (PA) en paralelo todos controlados con microprocesadores que garantizan protección contra alta potencia reflejada, sobrecalentamiento, baja ganancia, entre otras cosas.⁷

⁷ Datos obtenidos de la hoja de datos del transmisor DiamondCD™ de Harris™ disponible en www.broadcast.harris.com.



Figura 2.12 – Interface Transmisor DiamondCD™
Instalaciones de ATV, Andina de Radiodifusión.

Con el uso de amplificadores de estado sólido y la más alta tecnología de los transistores LDMOS⁸, se obtiene alta eficiencia, alta ganancia y mejores características térmicas.

2.4 Propuesta de Infraestructura de Televisión Digital Terrestre

Con todos los equipos anteriormente descritos podremos esbozar la arquitectura que desarrollaremos en los siguientes capítulos y en la que nos basaremos para desarrollar nuestras pruebas. Se tendrán en cuenta cada una de las interfaces en cada una de las etapas.

⁸ Laterally Diffused Metal Oxide Semiconductor

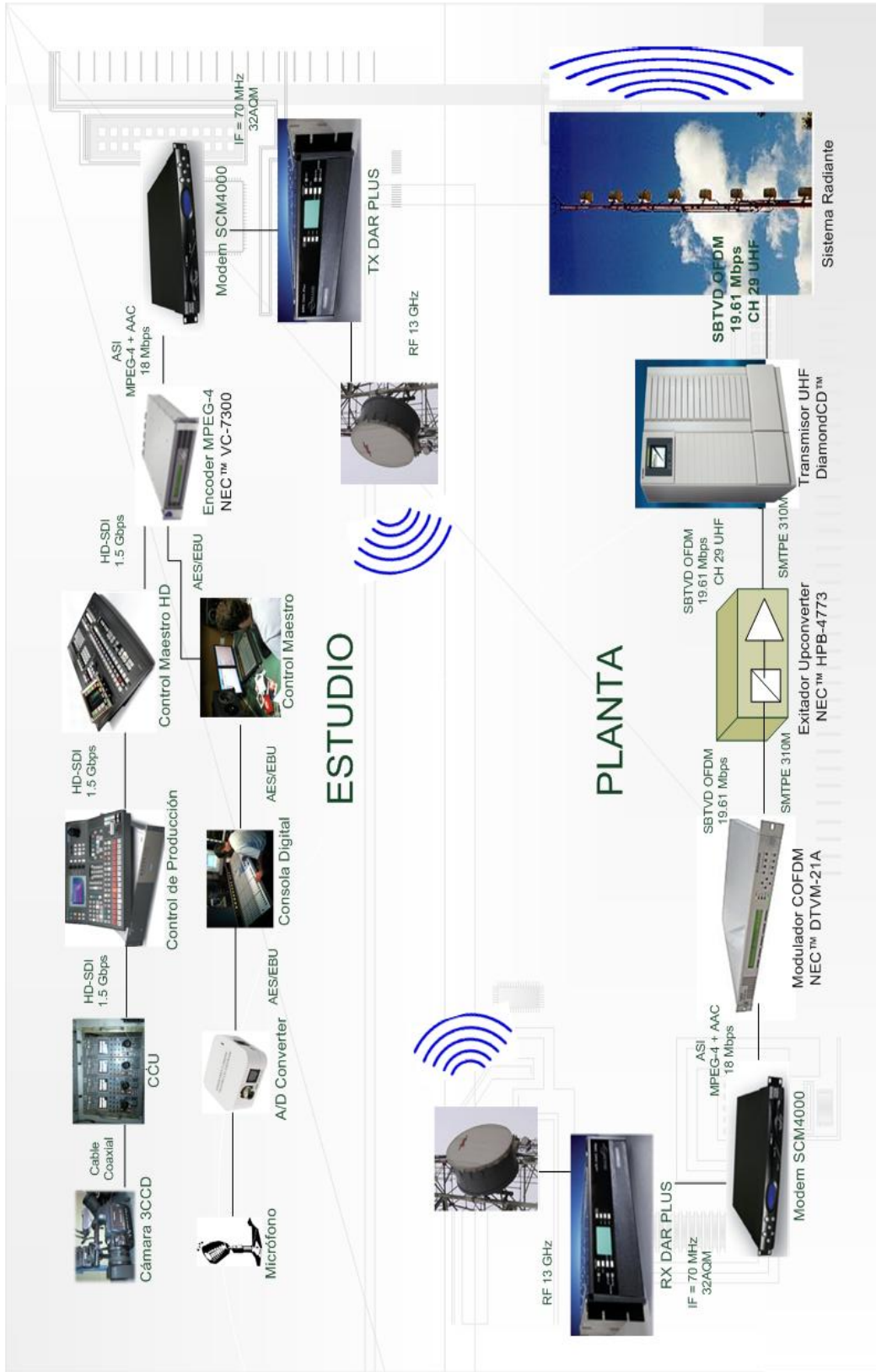


Figura 2.13 Infraestructura de TDT propuesta

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO 3

ANÁLISIS TÉCNICO DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSMISIÓN

3.0 INTRODUCCIÓN

Para que el sistema propuesto sea factible, se deberán hacer simulaciones teniendo en cuenta valores de transmisión y recepción reales pero con modelos de los sistemas a usar. En este capítulo se desarrollarán dichos modelamientos y simulaciones para luego analizar los resultados obtenidos. Con el uso de distintas aplicaciones de software especializadas en transmisiones inalámbricas, podremos obtener el comportamiento de nuestra infraestructura según los parámetros establecidos.

En primer lugar, analizaremos el enlace de microondas mediante el sistema DAR PLUS, explicado en el capítulo anterior, desde el Estudio hasta el lugar de Transmisión. Una vez obtenida la señal para su difusión, pasará al sistema de transmisión bajo un sistema radiante propuesto.

Siguiendo un conjunto de parámetros, tanto para la transmisión como para la recepción, se podrán simular la red para poder ser analizada. Debemos de tener en cuenta de que el servicio deberá ser accesible desde cualquier parte de Lima Metropolitana con niveles aceptables para cualquier receptor comercial.

Finalmente analizaremos como es que se comporta nuestro sistema bajo los parámetros establecidos, y si es que llega a cumplir con la cobertura que se desea obtener.

3.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE MICROONDAS

El sistema de enlace microondas se realizará desde el Estudio de Televisión, encargado de producir todos los contenidos, y la Planta Transmisora, encargada de distribuirlos por toda Lima Metropolitana.

3.1.1 Puntos de Enlace

Para nuestra simulación usaremos como primer punto, Estudio-Transmisor, a los estudios de ATV Andina de Radiodifusión, ubicados en el distrito de San Isidro y como segundo punto, Planta-Receptor, a sus instalaciones en el Cerro Marcavilca (Morro Solar) en el distrito de Chorrillos.

Tabla 3.1 – Puntos para enlace de Microondas Estudio-Planta

Fuente: Elaboración Propia

	Coordenadas	Altitud (msnm)
Estudio	12°06'05.7" S 77°01'57.6" O	107.1
Planta	12°10'57" S 77°01'43" O	256.1

Este enlace de 9 Km en una zona urbana con un tramo cruce con el océano pacífico, como se muestra en la figura 3.1.

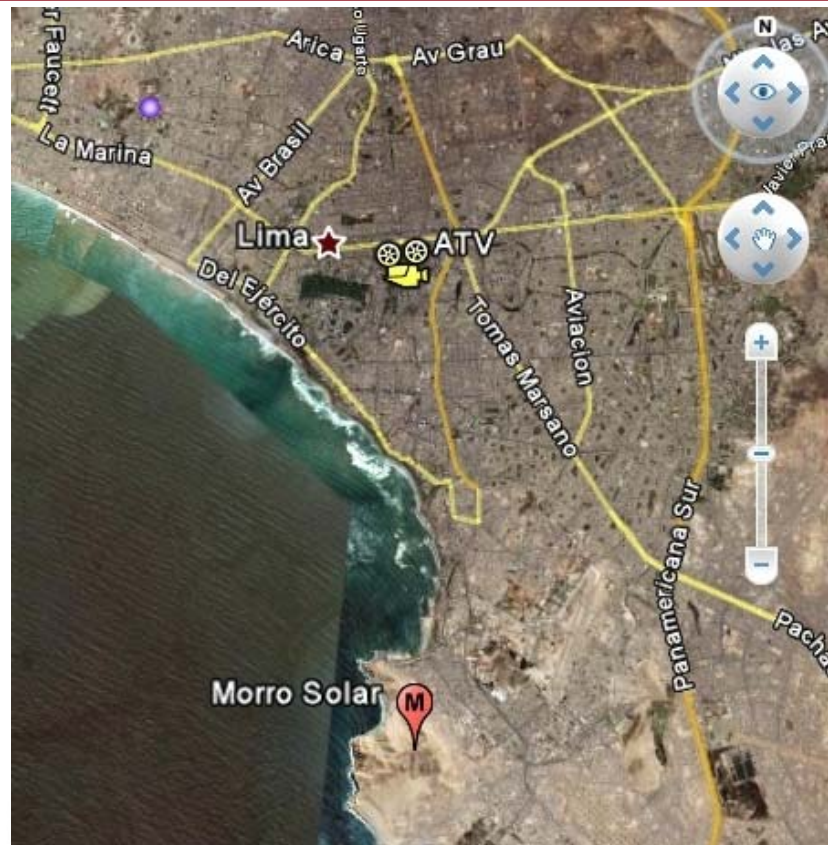


Figura 3.1 Enlace Estudio-Planta (Vista Aérea) (Google Earth)

Los equipos de producción de contenidos de video, se encuentran en el Estudio (marcado con una cámara de video amarilla), y los equipos de transmisión se encuentran a la Planta (marcada con una "M").

Este tipo de topología permite poder transmitir los contenidos desde un punto desde donde se pueda, con el correcto sistema radiante, llevar la señal a toda la ciudad de Lima. El Morro Solar, con una altura de alrededor de 250 m.s.n.m. tiene éstas características.

Podemos observar en la figura 3.2 que existe línea de vista para este enlace.

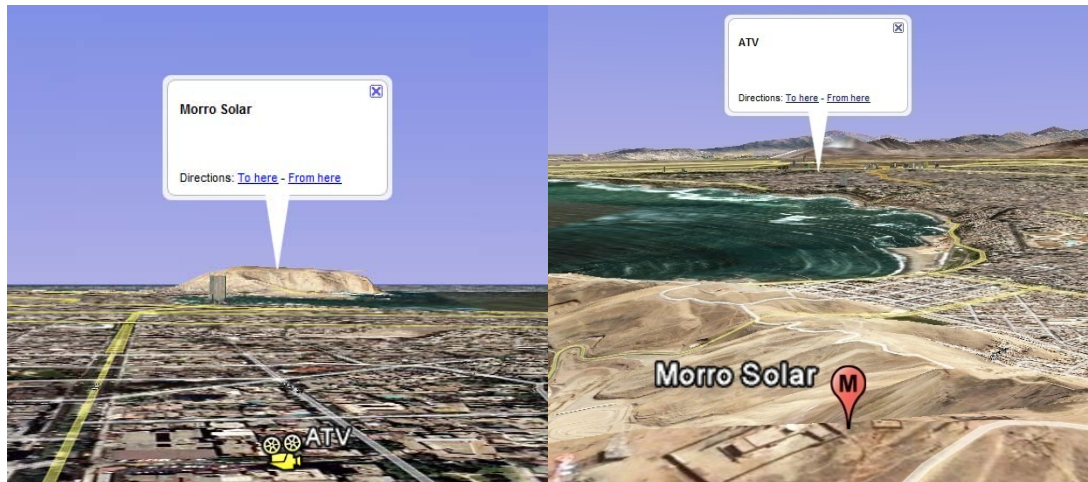


Figura 3.2 Vistas desde los puntos de enlace de microondas (Google Earth)

Los estudios de ATV están ubicados en la cuadra 35 de la Av. Arequipa en San Isidro. La antena para la transmisión está ubicada en un montaje en el último piso del edificio principal (8 pisos).

Por otro lado, la antena receptora está situada en las instalaciones, del mismo canal, en el cerro Marcavilca (Morro Solar), montada en una torre de 15 metros de altura configurada con el azimut correcto para apuntar exactamente al estudio.



Figura 3.3 – Antena Andrew HP6-130-C3A ubicada en Planta Instalaciones de ATV, Andina de Radiodifusión

3.1.2 Parámetros de Enlace

Usando el sistema DAR PLUS, descrito en el capítulo anterior, bajo el modelo DAR 12, trabajaremos el enlace en la frecuencia de 13 GHz, con una potencia de transmisión de 24dBm y un umbral de recepción, para tener un BER de 10^{-6} , de -84dBm.⁹

Las principales características del sistema DAR 12 junto con el MODEM SCM400, también explicado en el capítulo anterior, son descritas en la tabla 3.2.

Tabla 3.2 – Características Sistema DAR 12
Fuente: Elaboración propia basada en [DAR09]

Banda de frecuencia de Operación	10.5 a 13.2 (GHz)
Modulación permitida	QPSK, 16QAM, 32QAM, 64QAM
Tasa de transferencia	36 a 105 (Mbps)
Humedad	0 a 95 (%)
Temperatura Operacional	-10 a 50 (°)
Potencia de Transmisión	24 dBm
Umbral de Recepción	-84 dBm
Figura de Ruido	4 dB

Sabemos que éste es un enlace con un escenario urbano casi al 100%. La atenuación que producen los edificios, además de la producida por difracción por zonas de Fresnel, serán tomadas en cuenta en la simulación posterior.

La distancia entre la estación transmisora y el Morro Solar es alrededor de 9.0 km, por lo que se tendrá en cuenta también las pérdidas de espacio libre y desvanecimiento. Cabe resaltar también que hay una parte del enlace en donde se atraviesa el mar pero no hay reflexiones porque los nodos están tierra adentro.

3.1.3 Modelo de las Antenas

Las antenas a usar en el enlace son antenas de alto rendimiento de tipo parabólica con radome, tienen reflector de una pieza y son de la marca Andrew. Las antenas HP6-130-C3A tienen 1.8 metros de diámetro y cuentan con las siguientes características:

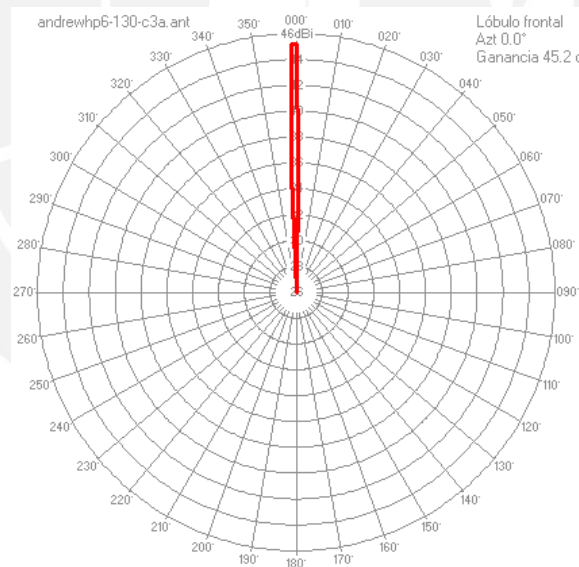
⁹ Confróntese especificaciones del sistema DAR PLUS en el Anexo 2.

Tabla 3.3 – Características de antena HP6-130-C3A

Fuente: Elaboración propia basada en [AND09]

Banda de Operación	12.750 - 13.250 (GHz)
Ganancia	45.2 dBi
Polarización	Única
VSWR	1.08
Front-to-Back Ratio	70 dB
Ancho de Haz Horizontal	0.9°
Ancho de Haz Vertical	0.9°

Como vemos en la tabla, es una antena bastante directiva, lo cual nos permitirá un enlace sólido y un flujo de datos constante, sin sufrir de pérdidas por dispersión y desborde. El patrón de radiación lo obtenemos del RPE (Radiation Pattern Envelope Reference) 3286A según está estipulado en la hoja de datos de Andrew. Tras obtener las coordenadas polares de la tabla en la hoja de datos obtenemos el archivo *andrewhp6-130-c3a.ant* con el siguiente patrón:


Figura 3.4 – Patrón de Radiación de antena HP6-C130-C3A

Fuente: Elaboración Propia

3.1.4 Simulación de enlace de microondas

Para simular este enlace utilizaremos el software Radio Mobile en su versión 8.3.9. Con esta herramienta podremos ubicar cada uno de los nodos del enlace bajo coordenadas WGS84, así como también programar los distintos parámetros de

transmisión y recepción dentro de un escenario propuesto. En este caso usaremos el patrón generado para las antenas de 1.8 m. ubicando las antenas en cada uno de los nodos. Estará direccionada cada una hacia la otra para obtener un enlace óptimo. Para ello, los azimuts de cada una de las antenas tendrán que ser como se especifica en la tabla siguiente.

Tabla 3.4 – Azimut de las antenas en enlace microondas

Fuente: Elaboración Propia

	Azimut (°)
Nodo ATV MW	177.2
Nodo Morro Solar	357.2

Teniendo en cuenta lo anterior, obtenemos el siguiente escenario.



Figura 3.5 – Alineación de las antenas para enlace de microondas (RadioMobile)

Tendremos en cuenta también de que se trata de un enlace realizado en un escenario urbano casi en su totalidad, lo que generará cierto tipo de atenuación, además de que la zona cuenta con un clima sub-tropical, lo que causa atenuación por la humedad y otros factores atmosféricos.

Entonces, los parámetros de la red pueden ser programados dentro del software quien simulará las atenuaciones necesarias y determinará si es que el enlace es factible o no así como también si la calidad de la señal en la recepción es la adecuada.

Ingresamos los parámetros como se muestra en la figura 3.6.

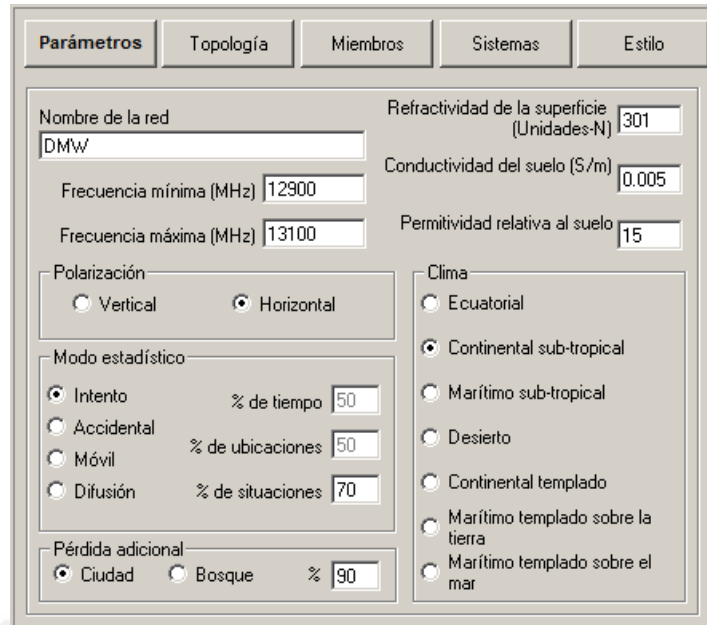
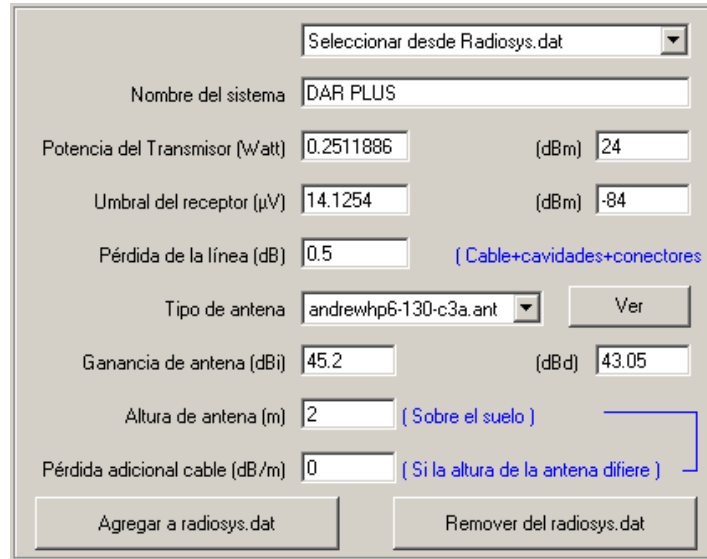


Figura 3.6 – Parámetros de la red punto a punto de microondas (RadioMobile)

Tomamos en cuenta, además de la frecuencia de operación, la pérdida adicional de ciudad al 90% y el clima (Continental sub-tropical) para que la simulación sea más fidedigna.

Esta red cuenta con dos nodos, el nodo ATV MW y el nodo Morro Solar. Para configurar las características de los mismos, creamos un sistema llamado DAR PLUS en donde especificaremos cada una de las características, tanto de recepción como de transmisión, que tendrán los dos nodos. Este sistema será asignado a ellos durante la simulación.



Nombre del sistema	DAR PLUS	
Potencia del Transmisor (Watt)	0.2511886	(dBm) 24
Umbral del receptor (μ V)	14.1254	(dBm) -84
Pérdida de la línea (dB)	0.5	(Cable+cavidades+conectores)
Tipo de antena	andrewhp6-130-c3a.ant	Ver
Ganancia de antena (dBi)	45.2	(dBd) 43.05
Altura de antena (m)	2	(Sobre el suelo)
Pérdida adicional cable (dB/m)	0	(Si la altura de la antena difiere)

Figura 3.7 – Parámetros del sistema DAR PLUS para la simulación (RadioMobile)

Observamos que utilizamos el archivo generado en el modelo de las antenas además de los datos presentados en las tablas 3.2 y 3.3.

3.1.5 Resultados

Para el análisis de los resultados de esta simulación hay que tener en cuenta que se debe de respetar la región elíptica de Fresnel que genera el ensanchamiento de la propagación de la señal.

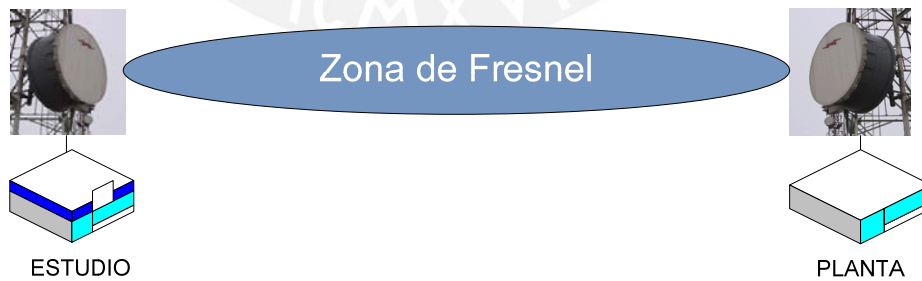


Figura 3.8 – Zona de Fresnel

Fuente: Elaboración Propia

Al menos un 60% de la región de Fresnel ($0.6F$) deberá de permanecer intacta al planear el enlace en orden de que se obtengan niveles y BER adecuados para un flujo de datos constante [OLE2007].

Con la red y el sistema ya configurado, obtenemos el perfil del enlace desde el nodo ATV MW (Maestro) y el nodo Morro Solar (esclavo).

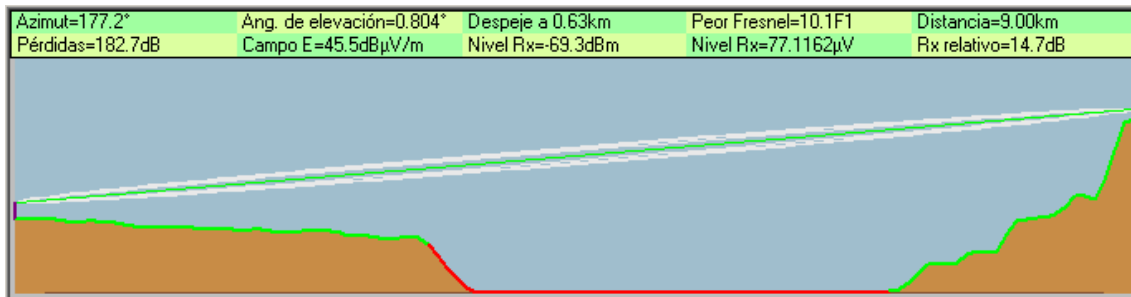


Figura 3.9 – Perfil del enlace de microondas de ATV MW a Morro Solar (RadioMobile)

Observamos cómo se propaga la señal desde el nodo Maestro (ATV, en el lado izquierdo del perfil) hacia el nodo Esclavo (Morro Solar, hacia la derecha).

RadioMobile nos brinda informes de todos los parámetros del enlace. El dato más importante a tener en cuenta es la peor obstrucción en la zona de Fresnel y, como vemos en los resultados, el enlace no tiene obstrucciones hasta 10.1F, es decir, más de 16 veces el valor mínimo. Además, los valores de recepción están 14.7 dB por encima de la potencia mínima que debe de marcar el receptor para obtener los datos de manera adecuada. Los resultados específicos de la simulación se describen a continuación.

Tabla 3.5 – Resultados de simulación para enlace de microondas
Fuente: Elaboración Propia

Parámetro	Valor
Distancia	9 Km
Ángulo de elevación (Maestro)	0.804°
Ángulo de elevación (Esclavo)	-0.885°
Variación de altitud	259.5 m
Mínimo despeje	10.1 F
Pérdidas de espacio libre	133.8 dB
Pérdida por obstrucción	0.2 dB
Pérdida por urbanismo	42.4 dB
Pérdidas Estadísticas	6.6 dB

Con estos resultados podemos concluir que el enlace es lo suficientemente robusto para soportar los, aproximadamente, 18 Mbps que se obtienen del codificador MPEG-4 y se envían hacia la planta para su modulación en OFDM.

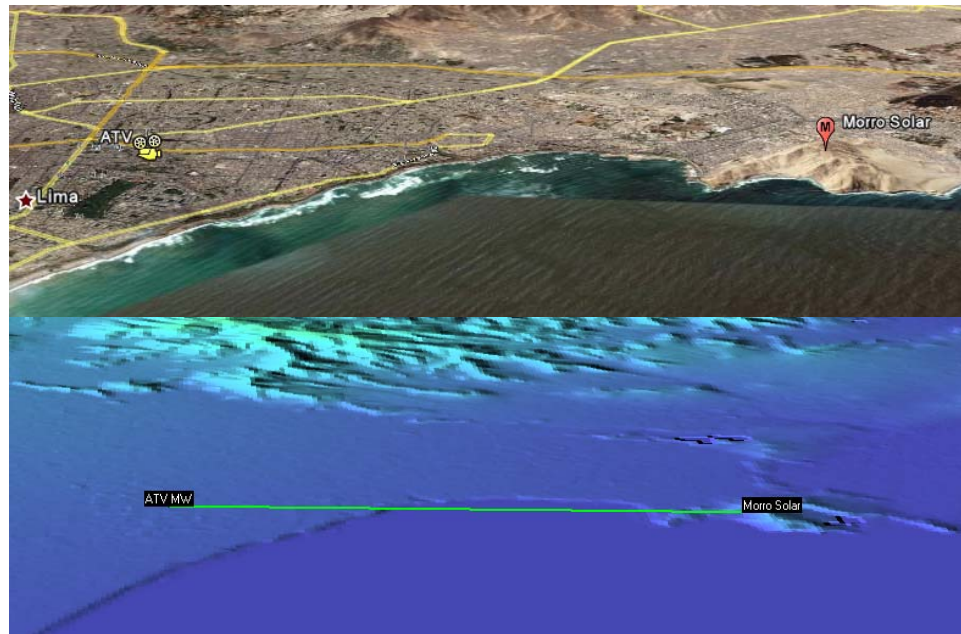


Figura 3.10 – Enlace Estudio-Planta (Google Earth, RadioMobile)

3.2 PARÁMETROS DE RADIODIFUSIÓN

Una vez obtenida la señal de estudio, la señal entra a la etapa de transmisión por broadcast desde planta. Una vez modulada en OFDM, entra a amplificador para luego ser distribuida por el sistema radiante y lograr la cobertura deseada.

Este sistema radiante tendrá que tener un patrón de radiación resultante relacionado con la geografía de la zona a cubrir. En este caso, teniendo en cuenta de que la Planta se ubica cerca de la costa, se tendrá que generar un lóbulo principal en forma de cardioide dirigido hacia la ciudad. Esto se podrá lograr combinando varios elementos radiantes mediante un sistema de distribución de potencia determinado.

Usaremos el canal 29 en UHF para la transmisión. Los 6 MHz de este canal están entre los 560 y 566 MHz en el espectro radioeléctrico. Por el tipo de modulación, la energía es repartida de manera equitativa por todo el rango de frecuencias asignado por lo que se toma a 563 MHz como frecuencia central. Este valor se usará para hacer las simulaciones más adelante.

Sabemos por las especificaciones del foro SBTVD, que la máxima potencia emitida, sobre un HAAT (Height Above Average Terrain) mayor a 150 metros está entre los 0.08 y 80 kW [F15601]. Nuestro HAAT es de 256.1 metros así que podríamos usar cualquiera de los valores dentro de ese rango, pero el transmisor que usaremos, el DiamondCD™ descrito en el capítulo anterior, sólo alcanza niveles de hasta 1.8 kW de potencia.

3.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA RADIANTE

El sistema consistirá de la combinación de varios elementos unitarios de radiación. La empresa española RYMSA nos ofrece una solución para sistema de radiodifusión con paneles especialmente diseñados, junto con un software que simula los patrones resultantes de sistemas radiantes contruidos con elementos unitarios de su catálogo, el cual explicaremos más adelante.

Usaremos la torre triangular de 18 metros ubicada en las instalaciones de ATV, en el cerro Marcavilca, para montar todos los paneles del sistema.

3.3.1 Patrones de Radiación unitarios

Utilizaremos paneles de polarización horizontal y que trabajen en la frecuencia de 563 MHz (ch. 29 UHF). Las antenas AT15-250 cumplen con las características necesarias además de que están especialmente diseñadas para trabajar en sistemas radiantes. Están compuestas por 4 dipolos de polarización horizontal para transmisión por UHF.

Las características eléctricas principales están detalladas en la tabla 3.6.

Tabla 3.6 – Parámetros de panel AT15-250 [RYMSA]

Parámetro	Valor
Rango de Frecuencia	470 - 860 MHz
Pico de ganancia	11.35 dB (ref. dipolo $\lambda/2$)
Ancho de Haz	Plano-E: 61° Plano-H: 26°
Polarización	Horizontal
Impedancia	50 Ω

VSWR	1.10:1 típico
Potencia máxima	1 kW

El último parámetro se deberá de tomar en cuenta para cuando se diseñe el plano de distribución.

Ya con estas características se pueden estimar ciertos valores del sistema radiante resultante, dependiendo de los parámetros de construcción y del tamaño del mismo. RYMSA nos muestra en la hoja de datos de las antenas AT15-250 algunos parámetros del sistema radiante a construir.

Tabla 3.7 – Características de sistema de antenas genérico [RYMSA03]

Number of BAYS	Number ANT (per Bay)	PEAK GAIN (dBd)	Weight (Kg)	Wind Load @ 160 Km/h	System Height(m)
1	2	8.4	20	1.1 KN	1000
	3	6.6	30	1.8 KN	
	4	5.3	40	2.1 KN	
2	2	11.4	40	2.1 KN	2000
	3	9.6	60	3.6 KN	
	4	8.3	80	4.2 KN	
4	2	14.4	80	4.2 KN	4000
	3	12.6	120	7.3 KN	
	4	11.4	160	8.5 KN	
6	2	16.1	120	6.3 KN	6000
	3	14.4	180	10.9 KN	
	4	13.1	240	12.7 KN	
8	2	17.4	160	8.5 KN	8000
	3	15.6	240	14.6 KN	
	4	14.4	320	17.0 KN	

En la tabla tenemos varios valores a tener en cuenta. Como por ejemplo, el número de pisos (Number of BAYS) es la cantidad de niveles verticales que tendrá la torre en donde se montarán los paneles. El número de antenas por piso (Number ANT per bay) es la cantidad de paneles que se montarán con azimuts determinados en cada uno de los pisos del sistema. Estos paneles pueden ser montados con distintos azimuts para generar distintos patrones resultantes. La ganancia pico (PEAK GAIN) es la ganancia que tendrá el lóbulo principal del patrón resultante con relación a una antena de dipolo de media onda (dBd). El peso (Weight) del sistema radiante será proporcional al número de pisos y al número de antenas por piso. Finalmente, la altura del sistema

(System Height) depende también del número de pisos. Cada piso tiene una altura de 1 m ó 1000mm.

A cada una de las antenas, en cada uno de los pisos, se le suministrará un porcentaje de la potencia emitida por el transmisor mediante distribuidores de potencia. De manera independiente, las antenas AT15-250 se comportan de la siguiente manera:

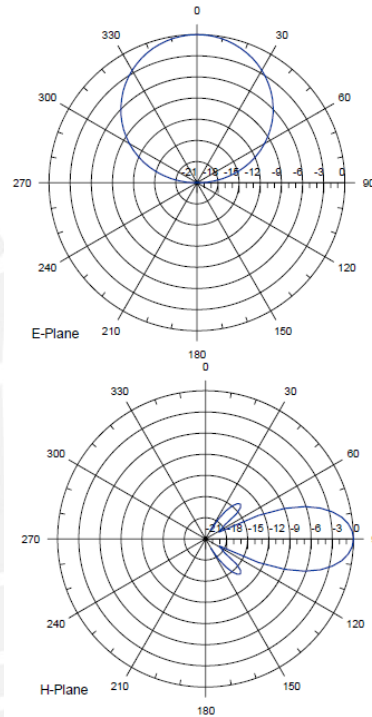


Figura 3.11 – Patrón de radiación antena AT15-250 [RYMSA03]

3.3.2 Parámetros del sistema radiante

Para obtener un patrón acorde a la geografía de la cobertura deseada tendremos que diseñar un sistema que genere un cardioide que tenga el lóbulo principal dirigido, en este caso, hacia el noreste.

Para ello, se deberá diseñar un sistema de distribución (o Branching) que tenga los desfases y las distribuciones de potencias necesarias para generarlo.

Utilizaremos 8 pisos, o bays, para montar las antenas AT15-250. Cada bay tendrá dos antenas, una direccionada al norte y otra al oeste con cierta variación de azimut. De esa manera, obtendremos dos caras. La cara A hacia el norte y la cara B hacia el oeste.

Diseñamos un reparto de potencia asimétrico para cada una de las caras, con distribuidores de 3, de 4 y de 8 vías, con objeto de obtener el diagrama de radiación que queremos.

La torre que usaremos para montar todos los paneles será una torre triangular y los montajes de cada uno de los paneles los separará 24.5 cm de la torre. Cada montaje tiene la posibilidad de variar el azimut e inclinación de su antena.

La unión de entre los distribuidores se realizará con cables de longitudes adecuadas para obtener desfasajes adecuadas en los casos necesarios. Esto se describe en el plano de distribución.

3.3.3 Plano de distribución

En esta sección explicaremos cómo se tendrá que conectar el sistema radiante al transmisor de UHF y como está distribuidas las potencias hacia cada uno de los paneles en cada uno de los pisos de la torre.

Cada bay cuenta, como ya explicamos anterior con dos caras, montadas en el mismo punto de la torre pero con direcciones distintas. El siguiente gráfico muestra como se montarán los paneles a cada bay.

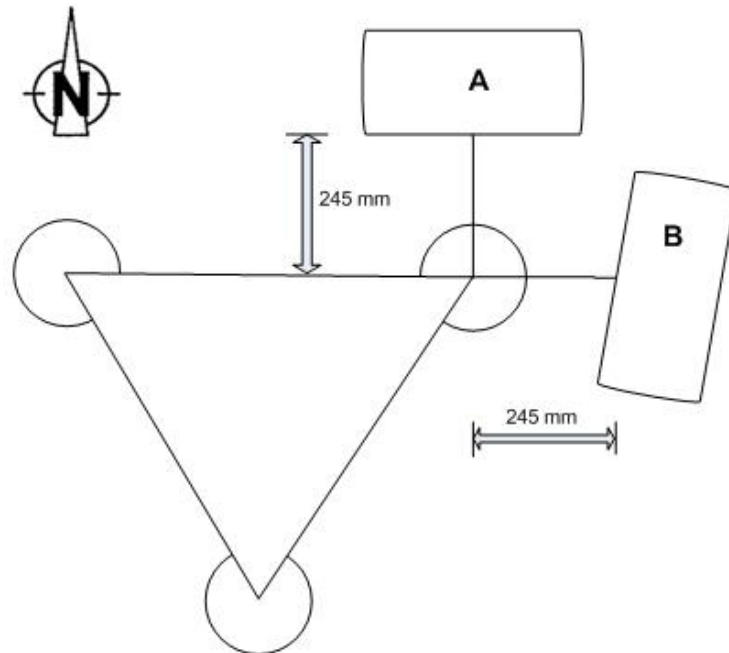


Figura 3.12 – Montaje de paneles por piso

Fuente: Elaboración Propia

Como observamos en la figura 3.11, la cara B tiene 10° de rotación horizontal. Esta rotación fue considerada para poder generar lóbulos secundarios que logren cubrir ciertas áreas.

Para repartir la potencia del transmisor Diamond™ a cada uno de los paneles ubicados en los 8 bays del sistema utilizaremos un distribuidor principal de 3 vías y distribuidores secundarios de 4 y 8 vías. Para el tercer distribuidor secundario utilizaremos un desfase de -90° en la señal, y será distribuida a las caras “A” de los últimos cuatro bays. Esto para poder rellenar los nulos que se generarían para la zona Noreste de Lima.

En el siguiente plano de distribución mostramos como se reparte la potencia sobre los 8 bays.

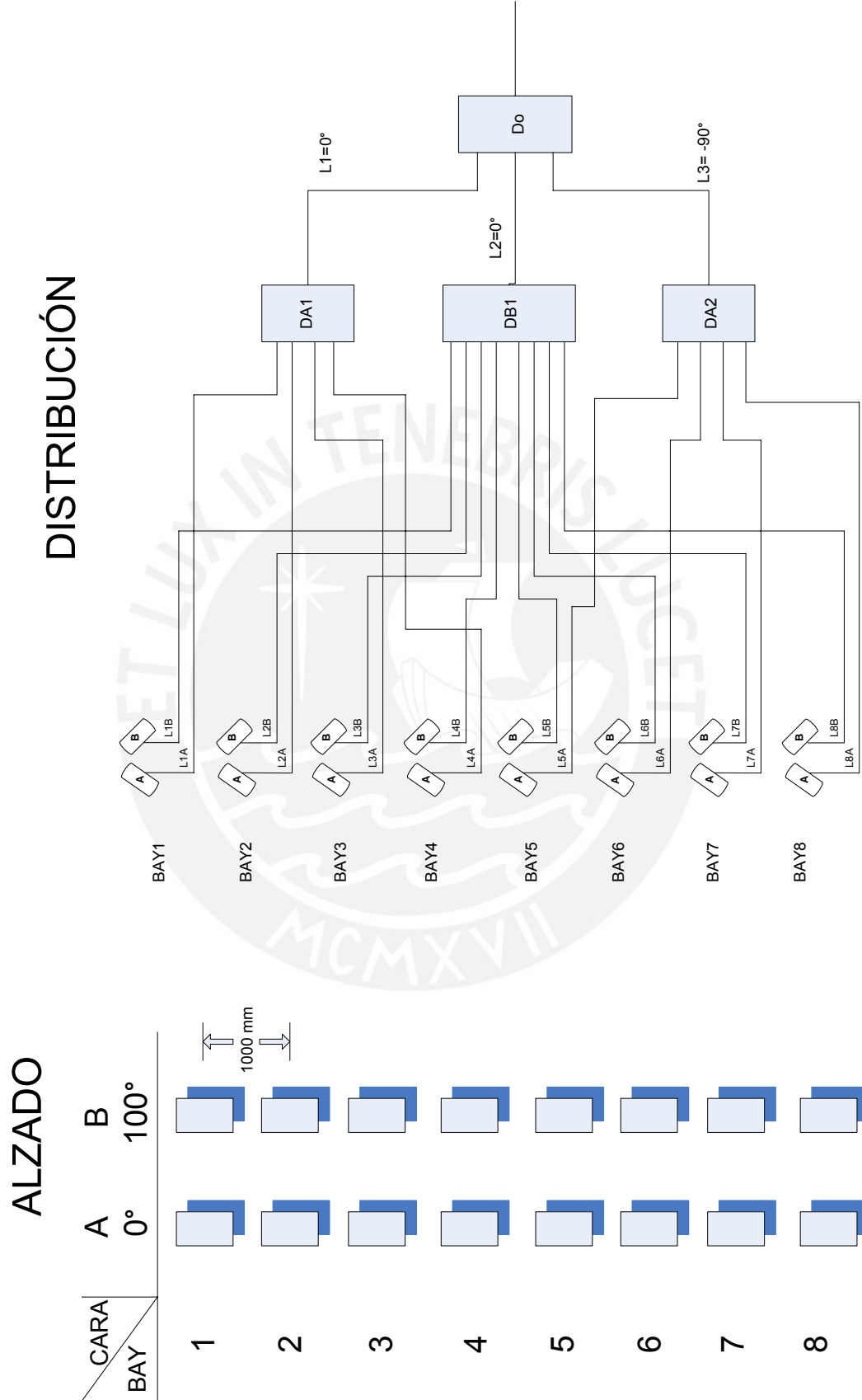


Figura 3.13 – Plano de Distribución de Sistema Radiante
Fuente: Elaboración Propia

3.3.4 Patrón resultante del Sistema Radiante

Una vez diseñado el patrón de distribución de potencia, podemos usar la herramienta que nos ofrece RYMSA para la simulación de sistemas radiantes.

El programa ASWin™ nos permite ingresar los niveles de potencia en cada BAY, además de parámetros como altura, azimut, tilt, etc; para poder generar el patrón resultante, además considera aspectos como la frecuencia de operación y contiene pre-cargados todos los elementos unitarios ofrecidos en sus catálogos.

En primer lugar, configuramos los aspectos generales del sistema.

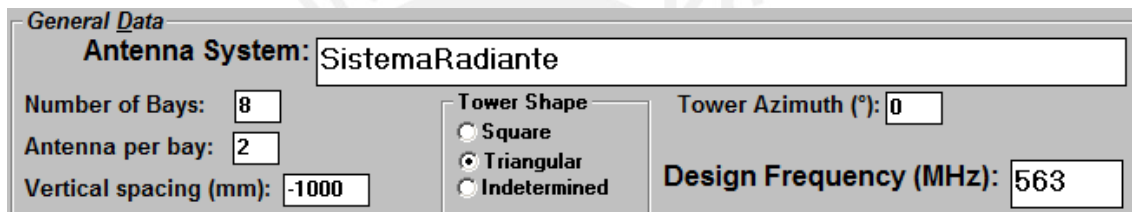


Figura 3.14 – Configuración de Aspectos Generales del Sistema Radiante (ASwin)

Sabemos que vamos a usar 8 Bays (Number of Bays), 2 antenas por Bay (Antenna per Bay), una separación vertical de 1 metro entre cada Bay (Vertical spacing), una torre triangular (Tower Shape) alineada hacia el norte como se muestra en la figura 3.12 (Tower Azimuth), y por último, que trabajaremos en el canal 29 UHF que trabaja en la frecuencia de 563 MHz (Design Frequency).

Luego procedemos a cargar el componente unitario de la antena AT15-250.

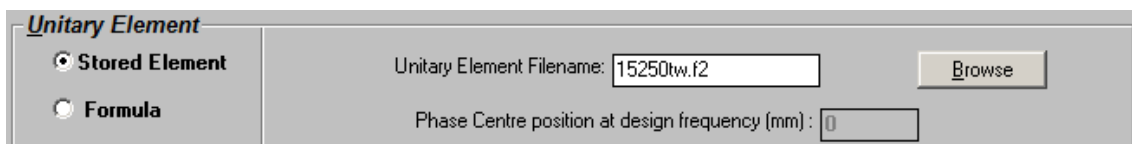


Figura 3.15 – Elemento Unitario AT15-250 (ASWin)

Utilizamos el archivo *15250tw.f2* porque es el que funciona en el rango de 510 a 582 MHz.

Por último, ingresamos los datos necesarios para poder la distribución de la potencia en cada antena en cada bay.

Tabla 3.8 – Parámetros de Sistema Radiante Propuesto (ASWin)

Fuente: Elaboración Propia

Bay	Ant/Bay	X	Y	Z	Power	Phase	Orient.	V. Rot.	H. Rot.
1	A	0	245	0	0.0834	0	0	0	0
1	B	245	0	0	0.0417	0	90	0	10
2	A	0	245	-1000	0.0834	0	0	0	0
2	B	245	0	-1000	0.0417	0	90	0	10
3	A	0	245	-2000	0.0834	0	0	0	0
3	B	245	0	-2000	0.0417	0	90	0	10
4	A	0	245	-3000	0.0834	0	0	0	0
4	B	245	0	-3000	0.0417	0	90	0	10
5	A	0	245	-4000	0.0834	-90	0	0	0
5	B	245	0	-4000	0.0417	0	90	0	10
6	A	0	245	-5000	0.0834	-90	0	0	0
6	B	245	0	-5000	0.0417	0	90	0	10
7	A	0	245	-6000	0.0834	-90	0	0	0
7	B	245	0	-6000	0.0417	0	90	0	10
8	A	0	245	-7000	0.0834	-90	0	0	0
8	B	245	0	-7000	0.0417	0	90	0	10

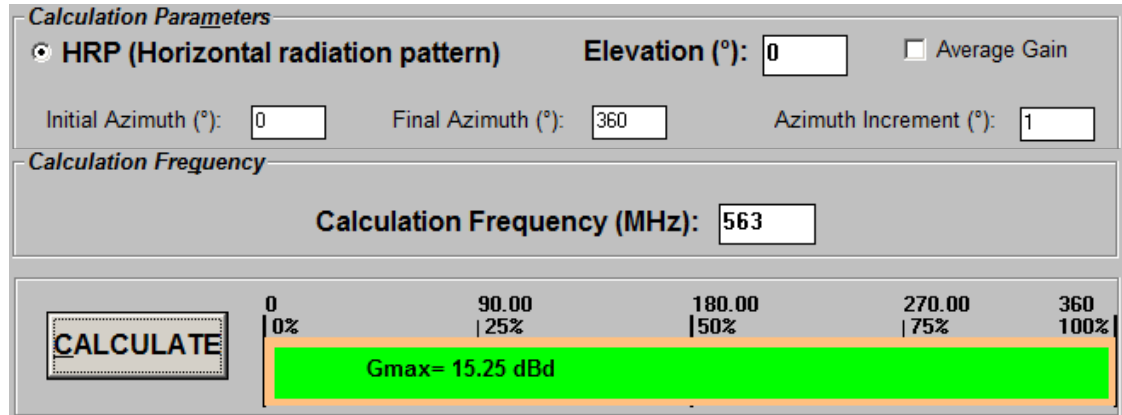
Los parámetros X y Y son las separaciones horizontal y vertical, respectivamente (en vista aérea y en milímetros), del panel a la torre que son producidas por los montajes. Los 245mm de separación son explicados en la figura 3.12. El parámetro Z es la separación vertical o alzado entre Bays. Se toma como referencia el primer piso como '0' y se resta -1000 milímetros a los pisos inferiores.

La potencia suministrada a cada panel se ve reflejada en la columna "Power" tomando valores de 0.0834 (1/12) ó 0.0417 (1/24) si es que se pasó por distribuidores de 4 u 8 vías respectivamente después de pasar por el distribuidor principal de 3 vías en primer lugar.

Todos los paneles 'B' tienen un valor de 90 en la columna "Orient." puesto que están orientados hacia el Este y un valor de 10 en la columna "H. Rot." por los 10 grados de azimut extra que se le otorga en el diseño. Además, los últimos 4 paneles 'A' tienen un desfase de 90° como se detalla en el plano de distribución.

Una vez ingresados todos los parámetros necesarios podemos iniciar los cálculos tanto del patrón de radiación horizontal como vertical del sistema.

En primer lugar calcularemos el patrón horizontal resultante, que es el que más nos interesa para la simulación, y para ello usamos la herramienta HRP (Horizontal radiation pattern) ingresando la frecuencia de trabajo de 563 MHz.



Calculation Parameters

HRP (Horizontal radiation pattern) Elevation (°): 0 Average Gain

Initial Azimuth (°): 0 Final Azimuth (°): 360 Azimuth Increment (°): 1

Calculation Frequency

Calculation Frequency (MHz): 563

CALCULATE 0 | 90.00 | 180.00 | 270.00 | 360
0% | 25% | 50% | 75% | 100%

Gmax= 15.25 dBd

Figura 3.16 – Cálculo de HRP (ASWin)

Como observamos en la figura, el sistema tiene una ganancia máxima de 15.25 dBd.

Cuando graficamos éste patrón en coordenadas polares obtenemos el siguiente resultado.

A.S.: Sistema Radiante

Frequency: 563 MHz
Elevation: 0°
Gain: 15.25 dBd

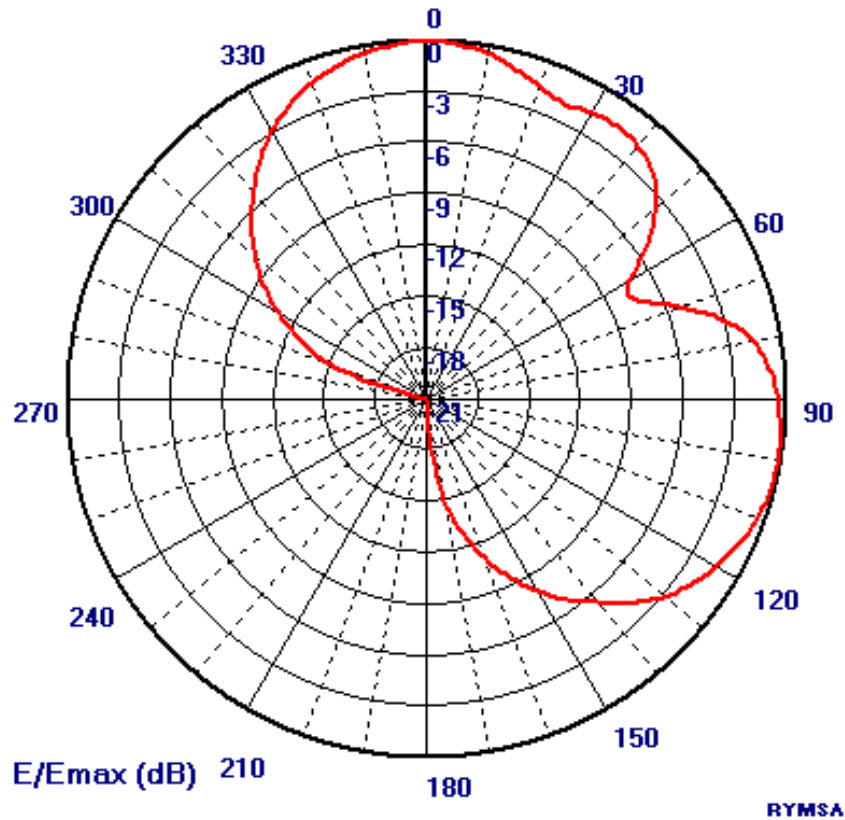


Figura 3.17 – Patrón de Radiación Horizontal Resultante para Sistema Radiante (ASWin)

Observamos cómo los lóbulos principales están en 0° y en 100°, dirigidos hacia el norte y el sudeste respectivamente. De esa manera se podrá llegar hacia las zonas de Puente Piedra y Lurín respectivamente. Y el lóbulo secundario en 40° está dirigido para penetrar la zona de El Agustino.

Por otro lado, cuando usamos la herramienta VRP (Vertical radiation pattern) podremos observar cómo se comporta el patrón vertical en distintos azimuts. Analizaremos el patrón en los lóbulos principales, es decir, en 0° y 100°.

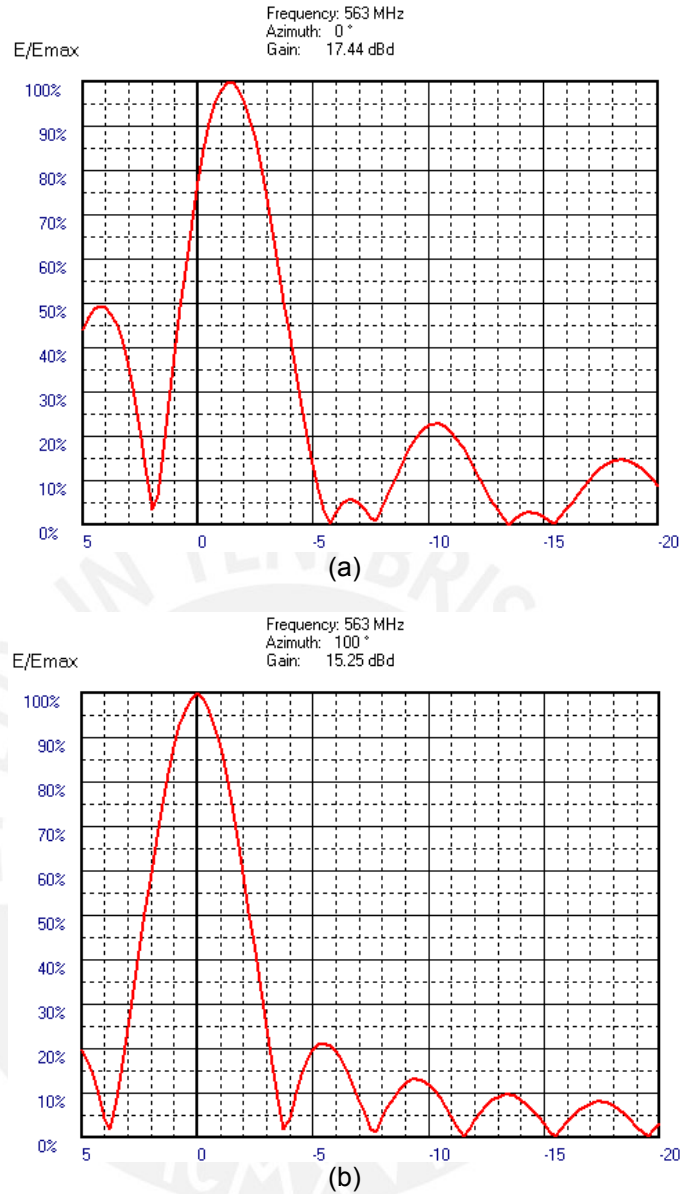


Figura 3.18 – Patrón de Radiación Vertical para Sistema Radiante para azimut (a) 0° y (b) 100° (ASWin)

Con éstas gráficas podemos observar como el sistema irradia casi en su totalidad hacia el horizonte (elevación 0) y va decayendo a medida que la elevación decrece. Es por eso que si se está muy cerca de la estación (elevación de -15 por ejemplo) no se tendrá buena señal. En cambio si se está a una distancia mayor podrá recibirse una señal de mejor calidad. Este escenario se da con estaciones de grande HAAT como la que estamos usando.

3.4 PARÁMETROS DE RECEPCIÓN

3.4.1 Características de los receptores

Para determinar si es que la cobertura de la señal transmitida es la que queremos obtener, debemos de tener en cuenta también los parámetros de los receptores.

El foro SBTVD, en su documento ABNT ABR 15604, especifica los parámetros para los receptores que trabajen con su estándar. El siguiente cuadro detalla cómo es que se determina el nivel mínimo de la señal para que los receptores puedan recuperar la señal de televisión en SBTVD.

Tabla 3.9 – Parámetros para receptores SBTVD

Fuente: [F15604]

Factor	Symbol	Value	Formula/remmarks
Bandwidth	B	5,7 MHz	
Boltzmann Constant	k	$1,38 \times 10^{-23}$ Ws/K	
Absolute temperature	T	290 K	
Thermal noise	N_t	- 106,4 dB	$N_t = 10 \log (kTB) + 30$ (dBW => dBm)
Noise figure of the receiver	N_r	10 dB	Based on laboratory tests performed in Brazil
C/N Threshold (Digital system)	C/N	19 dB	$C/N = 15 + D$ (where D = 4 for COFDM - FEC 3/4)
Minimum power level of signal	P_s	- 77,4 dBm	$P_s = N_t + N_r + C/N$

Con los parámetros como el ancho de banda efectivo (5.7 MHz) y especificaciones recomendadas para los receptores SBTVD, se obtiene un valor mínimo de -77.4 dBm para una señal efectivamente recibida.

Por otro lado, existen tanto set-top boxes y receptores portátiles en el mercado con sensibilidades de -105 dBm^{10} . Entonces, para nuestras pruebas, usaremos receptores con sensibilidad **-90 dBm** para determinar la cobertura de nuestra transmisión SBTVD sin requerir de ningún tipo de repetidor.

3.4.2 Puntos de Recepción

Para la simulación, tendremos puntos de prueba para la recepción de la señal distribuidos por toda Lima Metropolitana. En cada uno de esos puntos se colocará un receptor con las características explicadas en la sección anterior.

Teniendo en cuenta la necesidad de cobertura en cada uno de los distritos de Lima Metropolitana, hemos escogido los siguientes puntos para las pruebas de recepción en la simulación de radiodifusión de la señal:

Tabla 3.10 – Puntos de Recepción para Simulación

Fuente: Elaboración Propia

Punto	Ubicación	Distrito	Coordenadas WGS84	
			S	W
1	Plaza Principal de la Punta	Callao	12° 04' 21.54"	77° 09' 51.33"
2	Av. Venezuela Cdr. 11	Callao	12° 03' 51.43"	77° 06' 42.88"
3	Av. Insurgentes con Av. Precursores	San Miguel	12° 04' 08.93"	77° 06' 14.86"
4	Faucett con 2 de Mayo	Callao	12° 02' 19.41"	77° 05' 54.88"
5	Tomas Valle con Bertelo CC	Callao	12° 01' 06.67"	77° 06' 04.71"
6	Canta Callao con Calle 3	Callao	11 °59' 57.80"	77° 06' 52.86"
7	Av. Lima con 27 Noviembre	San Martín de Porres	12° 01' 45.05"	77° 04' 59.14"
8	Av. Universitaria con Angélica Gamarra	Los Olivos	12° 00' 25.45"	77° 04' 57.98"
9	Av. Universitaria con La Marina	San Miguel	12° 04' 38.95"	77° 04' 54.62"
10	Av. Brasil con Av. Del Ejercito	Magdalena	12° 05' 49.59"	77° 04' 17.76"
11	Residencial San Felipe	Jesús María	12° 05' 20.01"	77° 03' 12.56"
12	Plaza de la Bandera	Pueblo Libre	12° 04' 02.99"	77° 03' 40.35"
13	Plaza Bolognesi	Breña	12° 03' 36.93"	77° 02' 29.50"
14	Unidad Vecinal Matute	La Victoria	12° 04 '18.92"	77° 01' 26.64"
15	Torres de Limatambo	San Borja	12° 06 '31.44"	77° 00' 14.06"

¹⁰ Consultar especificaciones en el Anexo 4.

16	Juan de Arona con Rivera Navarrete C. Empresarial	San Isidro	12° 05' 47.45"	77° 01' 35.70"
17	Ovalo Gutiérrez	Miraflores	12° 06' 36.76"	77° 02' 12.24"
18	Av. Larco con Mc. De la Reserva (Marriott)	Miraflores	12° 07' 51.98"	77° 01' 47.81"
19	Plaza Butters	Barranco	12° 08' 36.71"	77° 00' 56.57"
20	Av. Paseo de la República cdr. 13 V. Militar	Chorrillos	12° 10' 26.91"	77° 00' 41.50"
21	Las Brisas de Villa	Chorrillos	12° 12' 58.45"	76° 59' 43.78"
22	Av. El Sol / Pastor Sevilla Sec. VI gr. 1A	Villa el Salvador	12° 12' 21.87"	76° 57' 12.78"
23	Av. Pastor Sevilla con Av. 200 Millas	Villa el Salvador	12° 14' 03.81"	76° 56' 04.75"
24	Av. Vargas Machuca con César Canevaro	San Juan de Miraflores	12° 09' 53.67"	76° 58' 07.92"
25	Av. San Juan con Av. Allende	San Juan de Miraflores	12° 08' 54.33"	76° 58' 09.57"
26	Av. Mariátegui con Av. Olaya	Villa María del Triunfo	12° 08' 39.73"	76° 56' 58.53"
27	Las Viñas de la Molina	La Molina	12° 06' 03.32"	76° 56' 42.88"
28	Jv. Prado con Flora Tristán	La Molina	12° 04' 02.63"	76° 56' 37.70"
29	Av. La Encalada con el Derby	Surco	12° 05' 57.83"	76° 58' 07.21"
30	Av. Tomas Marsano con Velasco Astete	Surco	12° 08' 27.16"	76° 59' 30.84"
31	Av. Angamos con República de Panamá	Surquillo	12° 06' 47.27"	77° 01' 03.90"
32	Av. Alberto del Campo con los Castaños	San Isidro	12° 05' 55.70"	77° 02' 59.54"
33	Av. Sucre y Av. La Mar	Pueblo Libre	12° 04' 45.21"	77° 03' 53.11"
34	Av. Benavides con Av. Dueñas	Lima	12° 02' 56.63"	77° 03' 50.90"
35	Av. Túpac Amaru con Izaguirre	Independencia	11° 59' 20.42"	77° 03' 25.53"
36	Av. Túpac Amaru con Av. Jamaica	Comas	11° 55' 47.28"	77° 02' 37.68"
37	Av. Júpiter con Av. Mercurio	Ventanilla	11° 53' 17.29"	77° 07' 34.35"
38	Av. Separadora Industrial Av. Santa Rosa	Ate-Vitarte	12° 04' 20.26"	76° 58' 53.93"
39	Residencial Santa Anita	Santa Anita	12° 02' 25.90"	76° 57' 00.54"
40	Av. Ramiro Prialé con Vía de Evitamiento	El Agustino	12° 01' 58.95"	76° 59' 27.81"
41	Av. Próceres de la Independencia con Av. Tusilagos	San Juan de Lurigancho	12° 00' 48.28"	77° 00' 06.10"
42	Av. Canto Grande con Av. El Sol	San Juan de Lurigancho	11° 58' 57.57"	77° 00' 45.72"
43	Alameda de los Lobos con Av. Amancaes	Rímac	12° 01' 34.48"	77° 02' 01.14"
44	Antigua Panamericana Sur con Av. Manuel del Valle.	Lurín	12° 15' 38.90"	76° 53' 10.13"
45	Av. Paucartambo con Los Cedris	Puente Piedra	11° 54' 59.16"	77° 04' 33.25"

Existen puntos de prueba en casi todos los distritos de Lima Metropolitana, para determinar si la infraestructura propuesta será suficiente para brindar un buen servicio sin la necesidad de instalar estaciones repetidoras en algún lugar estratégico. De ser así, las pruebas darán las pautas para la elección de las posibles ubicaciones. Los puntos de prueba se muestran en la figura 3.19.

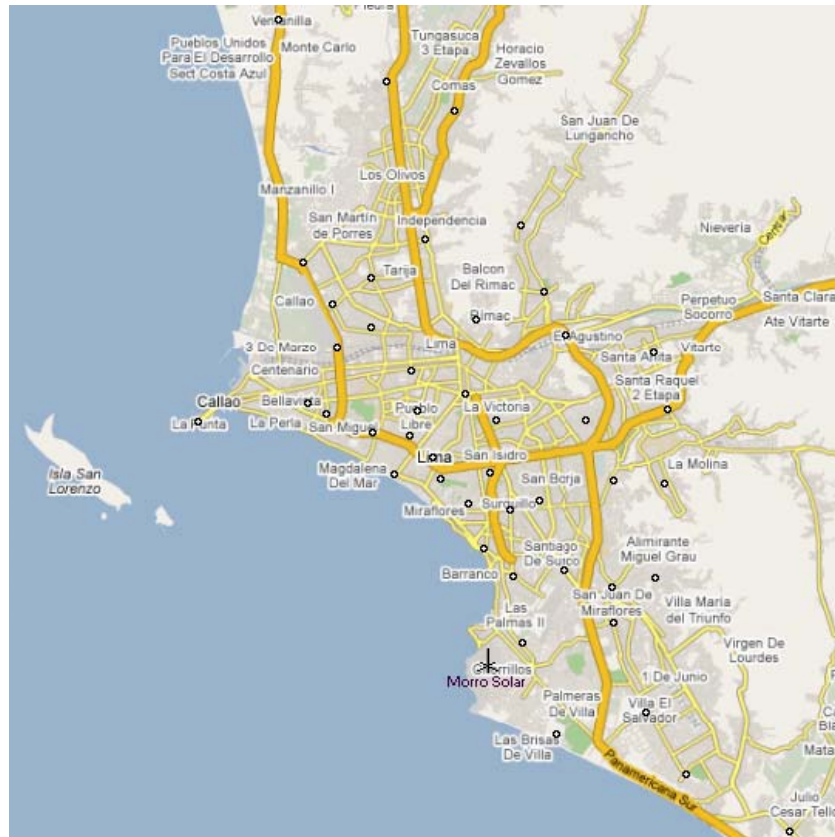


Figura 3.19 – Puntos de Recepción para simulación (RadioMobile)

Estos puntos se escogieron con la finalidad de delimitar el área de cobertura de la estación transmisora. Con éste análisis procedemos a la simulación del sistema.

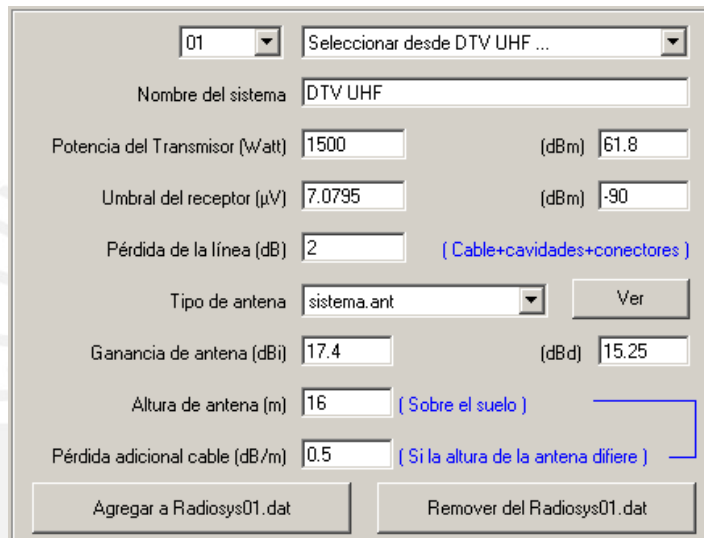
3.5 SIMULACIÓN Y DETERMINACIÓN DE COBERTURA

En esta sección, describiremos como se simulará, dentro del software RadioMobile, nuestro sistema de transmisión y el comportamiento de la señal en cada uno de los puntos elegidos.

3.5.1 Configuración del Sistema de Transmisión

Una vez desarrollado el patrón de radiación resultante del sistema radiante propuesto (sección 3.3.4), obtenemos el archivo *'sistema.ant'* que contiene los valores de ganancia normalizados en coordenadas polares. Con ése archivo configuraremos al sistema llamado DTV UHF dentro del RadioMobile.

El sistema tiene en cuenta los parámetros explicados anteriormente y su configuración se detalla en la figura 3.20.



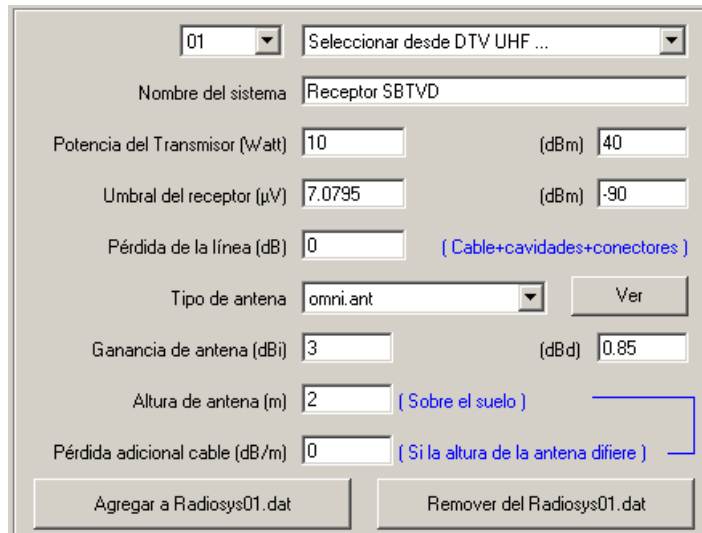
01	Seleccionar desde DTV UHF ...
Nombre del sistema	DTV UHF
Potencia del Transmisor (Watt)	1500 (dBm) 61.8
Umbral del receptor (µV)	7.0795 (dBm) -90
Pérdida de la línea (dB)	2 (Cable+cavidades+conectores)
Tipo de antena	sistema.ant Ver
Ganancia de antena (dBi)	17.4 (dBd) 15.25
Altura de antena (m)	16 (Sobre el suelo)
Pérdida adicional cable (dB/m)	0.5 (Si la altura de la antena difiere)
Agregar a Radiosys01.dat	
Remover del Radiosys01.dat	

Figura 3.20 – Configuración de sistema DTV UHF (RadioMobile)

El transmisor emitirá a una potencia de 1.5 kW ó 61.8 dBm. Además se considerarán pérdidas de línea y de los cables. Hay que tener en cuenta que el sistema estará sobre una torre de 16 metros. Consideraremos una pérdida de 0.5 dB por metro.

Lo más importante es configurar el tipo de antena con el archivo *'sistema.ant'* y configurar la ganancia con el valor de 15.25 dBd (ó 17.4 dBi) hallada con el ASWin.

Además tenemos que configurar el sistema 'Receptor SBTVD' que tendrá en consideración los parámetros explicados en la sección 3.4.1. Los detalles del sistema se muestran en la siguiente figura.



01 Seleccionar desde DTV UHF ...

Nombre del sistema Receptor SBTVD

Potencia del Transmisor (Watt) 10 (dBm) 40

Umbral del receptor (µV) 7.0795 (dBm) -90

Pérdida de la línea (dB) 0 (Cable+cavidades+conectores)

Tipo de antena omni.ant Ver

Ganancia de antena (dBi) 3 (dBd) 0.85

Altura de antena (m) 2 (Sobre el suelo)

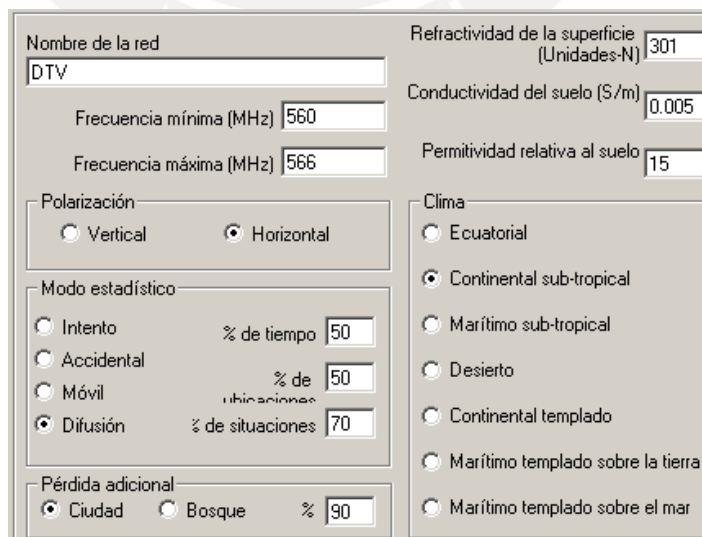
Pérdida adicional cable (dB/m) 0 (Si la altura de la antena difiere)

Agregar a Radiosys01.dat Remover del Radiosys01.dat

Figura 3.21 – Configuración de sistema SBTVD (RadioMobile)

Como observamos, el umbral del receptor es de -90 dBm y se usarán antenas omnidireccionales de 3dBi de ganancia. También despreciaremos pérdidas por cables y conectores y tomaremos 2 metros como altura promedio desde el suelo.

Una vez que ya se tienen los sistemas y se han asignado a cada uno de los puntos de la simulación ('DTV UHF' para Morro Solar y 'Receptor SBTVD' para todos los receptores), se procede a configurar la red que conforman el transmisor con los receptores. Esta red se llamará DTV y será configurada con todos los parámetros explicados anteriormente en la sección 3.2.



Nombre de la red DTV

Refractividad de la superficie (Unidades-N) 301

Frecuencia mínima (MHz) 560

Conductividad del suelo (S/m) 0.005

Frecuencia máxima (MHz) 566

Permitividad relativa al suelo 15

Polarización
 Vertical Horizontal

Clima
 Ecuatorial
 Continental sub-tropical
 Marítimo sub-tropical
 Desierto
 Continental templado
 Marítimo templado sobre la tierra
 Marítimo templado sobre el mar

Modo estadístico
 Intento % de tiempo 50
 Accidental % de ubicaciones 50
 Difusión % de situaciones 70

Pérdida adicional
 Ciudad Bosque % 90

Figura 3.22 – Configuración Red DTV (RadioMobile)

Trabajaremos en el canal 29 UHF (560 – 566 MHz), con un sistema radiante de polarización horizontal. Además se tendrán en cuenta pérdidas estadísticas en modo de Difusión, perdidas por fenómenos climáticos en escenario Continental sub-tropical y, por último, pérdidas por posibles obstrucciones al 90% debido a la urbanización de Lima.

3.5.2 Determinación de la Cobertura

Se genera un enlace para cada punto desde el Morro Solar y cada uno de los enlaces genera un reporte de niveles de recepción y valores de los distintos tipos de pérdida.

Al correr la simulación tenemos el siguiente escenario:

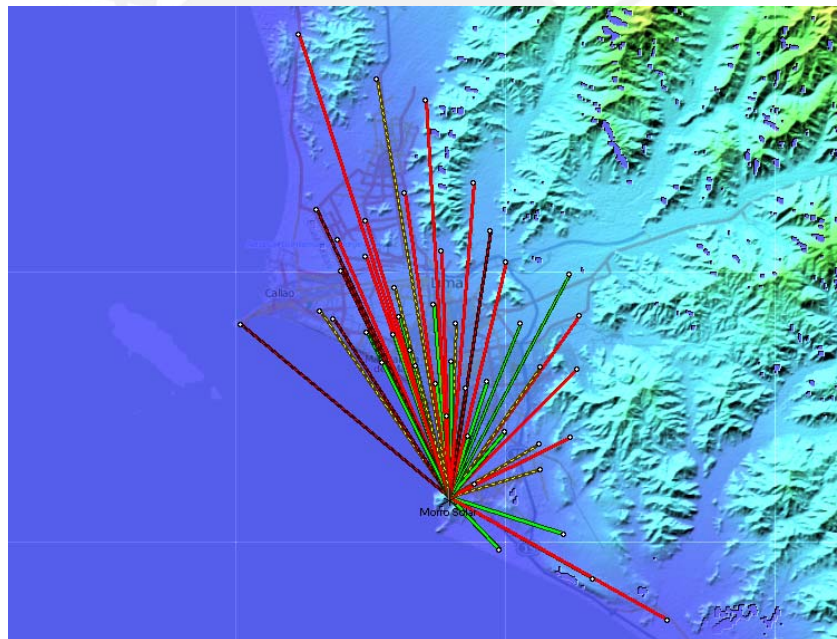


Figura 3.23 – Escenario de la Simulación (RadioMobile)

Además, podemos generar un gráfico de cobertura de radio polar que nos dará una idea de los niveles a recibir en todo el territorio a analizar. Esta opción utiliza como referencia una unidad (con todos sus parámetros) y la moviliza alrededor de una unidad fija, que en nuestro caso es la estación base, dibujando los niveles referenciales de señal que se obtendrían según una gama de colores.

La figura 3.24 es el diagrama de cobertura polar generado por el software utilizando como unidad móvil a la Unidad 1. Con este diagrama podríamos determinar los límites geográficos en donde la señal de nuestra estación transmisora tendrá niveles por encima de los mínimos.

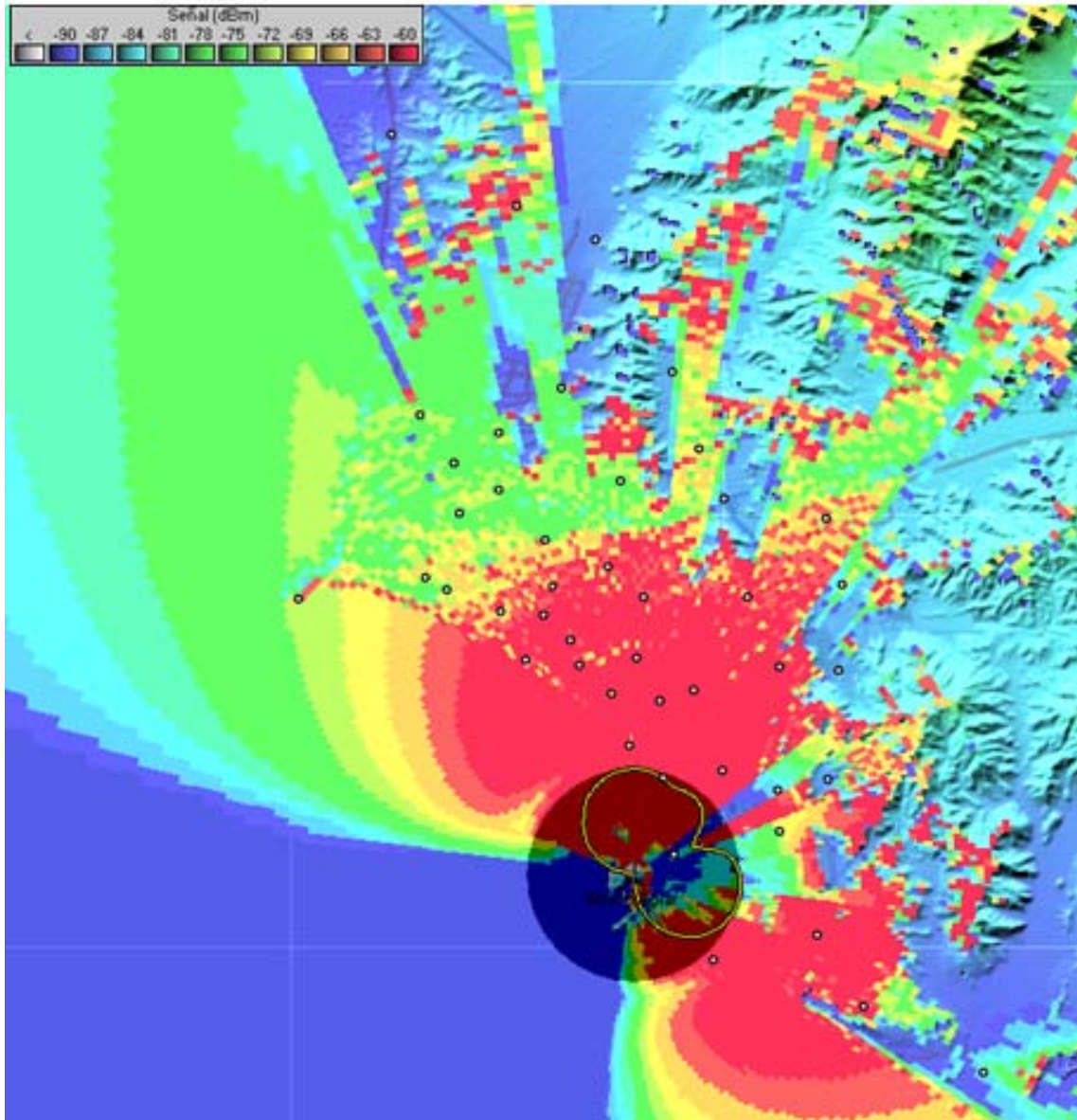


Figura 3.24 – Diagrama de Cobertura Polar (RadioMobile)

Como observamos en la figura, la mayoría de los puntos obtienen buenos niveles de señal, entre -63 y -78 dBm, pero hay algunos que no tienen cobertura alguna. Esto podremos analizarlo observando los niveles en cada uno de los puntos.

3.6 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

La siguiente tabla muestra un resumen de la simulación y sus parámetros en cada uno de los puntos de recepción.

Tabla 3.11 – Resumen de resultados de simulación en puntos de recepción

Fuente: Elaboración Propia

Punto	Distancia (Km)	Pérdidas (dB)	Nivel Rx (dBm)	Rx Relativo (dB)
1	19.14	139.8	-67.6	22.4
2	15.99	138.7	-62.5	27.5
3	15.03	138.3	-61.6	28.4
4	17.69	146.3	-68.2	21.8
5	19.86	148.3	-69.8	20.2
6	22.39	149.7	-71.6	18.4
7	18.04	147.9	-68.9	21.1
8	20.36	150.4	-71.3	18.7
9	13.02	137.7	-59.3	30.7
10	10.58	135.8	-57.8	32.2
11	10.75	135.9	-56.5	33.5
12	13.26	137.4	-58	32
13	13.63	137.6	-57.6	32.4
14	12.3	137.2	-57.1	32.9
15	8.63	134.2	-55.4	34.6
16	9.56	135	-54.9	35.1
17	8.08	133.7	-53.8	36.2
18	5.71	131	-50.9	39.1
19	4.55	129.2	-50.3	39.7
20	2.08	165.9	-92.9	-2.9
21	5.2	130.3	-54.2	35.8
22	8.57	134.2	-54.3	35.7
23	11.73	136.5	-57.6	32.4
24	6.78	132.4	-56.1	33.9
25	7.47	133.1	-60.2	29.8
26	9.58	179.7	-107.1	-17.1
27	12.82	186.4	-108.4	-18.4
28	15.77	159.1	-80.4	9.6
29	11.3	136.2	-57.6	32.4
30	6.11	131.5	-53.1	36.9
31	7.8	133.5	-53.6	36.4
32	9.58	135	-55.6	34.4

33	12.13	136.8	-57.8	32.2
34	15.32	146.9	-67.5	22.5
35	21.72	160	-80.1	9.9
36	28.13	193.8	-113.7	-23.7
37	34.99	191.1	-112.1	-22.1
38	13.27	137.4	-59.1	30.9
39	17.93	139.4	-61.1	28.9
40	17.1	181.7	-102.4	-12.4
41	19.02	143	-63.2	26.8
42	22.27	167.7	-87.7	2.3
43	17.37	155.6	-75.5	14.5
44	17.76	160.5	-81.55	8.5
45	30.01	147.3	-67.5	22.5

Observamos como en 6 puntos los niveles de recepción relativa negativos (diferencia entre la potencia recibida y el umbral de recepción). Veamos los perfiles del enlace en cada uno de esos puntos.

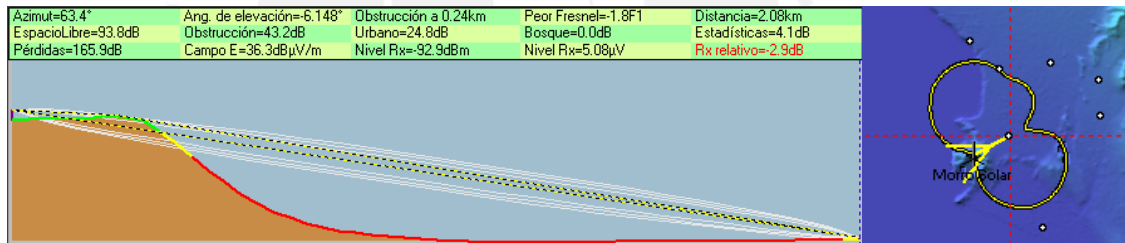


Figura 3.25 – Perfil de enlace para punto 20
Fuente: Elaboración Propia

Este punto se encuentra en el mismo distrito en donde está la estación transmisora, Chorrillos. La causa de la mayor pérdida, después de la de espacio libre, es la obstrucción a los 240 metros producida por el mismo Cerro Marcavilca que es en donde se encuentra la planta de transmisión. Esto puede ser un problema para los receptores que se ubiquen muy cerca al cerro porque, según este resultado, no tendrán niveles de señal adecuados.

Los puntos 26 y 27 se encuentran en los distritos de Villa María del Triunfo y La Molina respectivamente. Los dos son distritos rodeados por altos cerros, fuentes principales de las pérdidas por obstrucción como veremos en los perfiles.

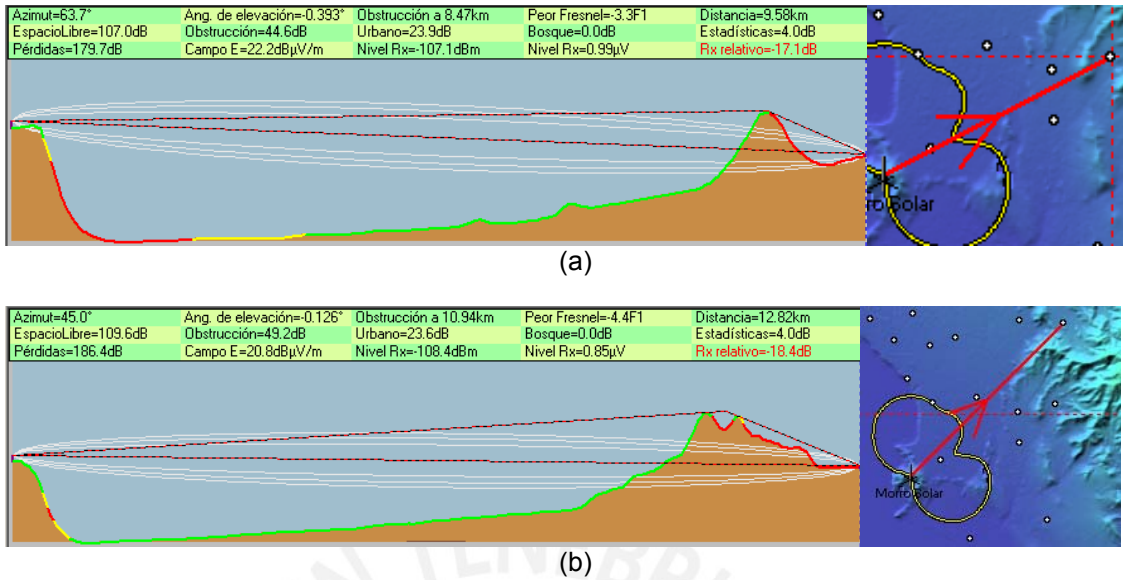


Figura 3.26 – Perfiles de enlace para los puntos 26 (a) y 27 (b)

Fuente: Elaboración Propia

Como vemos en estos casos, los niveles de recepción relativos están por debajo de los -15 dB (-17.1 dB para Villa María del Triunfo y -18.4 dB para La Molina) por ello se tiene que buscar alguna solución para poder llevar niveles de señal adecuados a lugares.

En el caso de los puntos 36 y 37, hay que tener en cuenta que se encuentran bastante alejados de la planta de transmisión (28 y 35 Km respectivamente, con pérdidas por espacio libre de 107 y 109.6 dB) pero también se encuentran obstruidos por elevaciones que generan pérdidas por obstrucción de por encima de los 40 dB. Estos puntos se encuentran Comas y Ventanilla, distritos del Cono Norte.

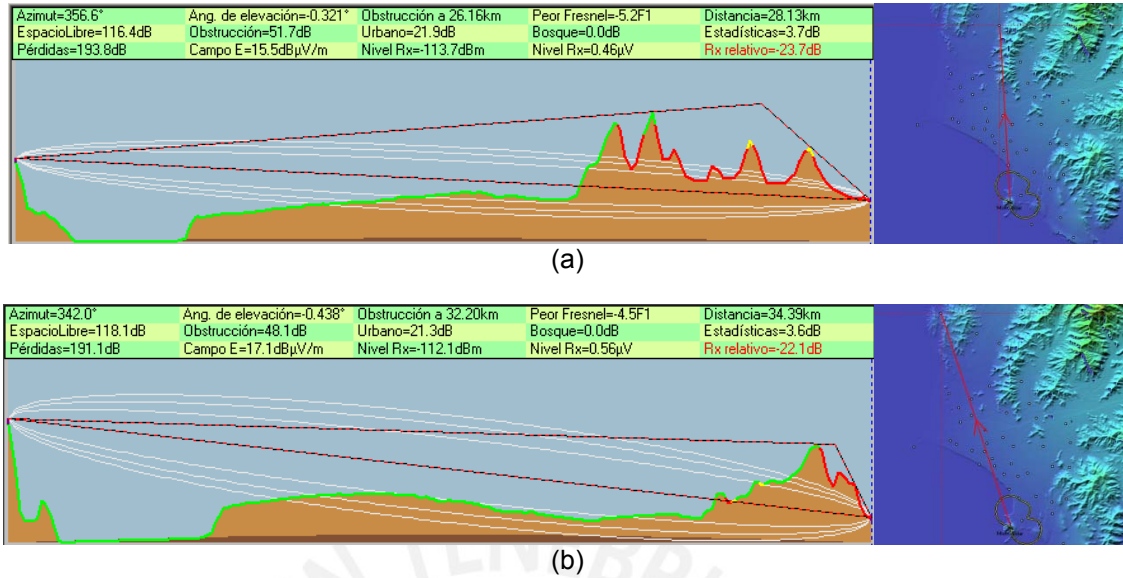


Figura 3.27 – Perfiles de enlace para los puntos 36 (a) y 37 (b)

Fuente: Elaboración Propia

Por último, para el punto 40, ubicado en el Agustino, tenemos un problema principalmente ocasionado por la obstrucción del Cerro El Agustino hacia los receptores ubicados detrás de él.

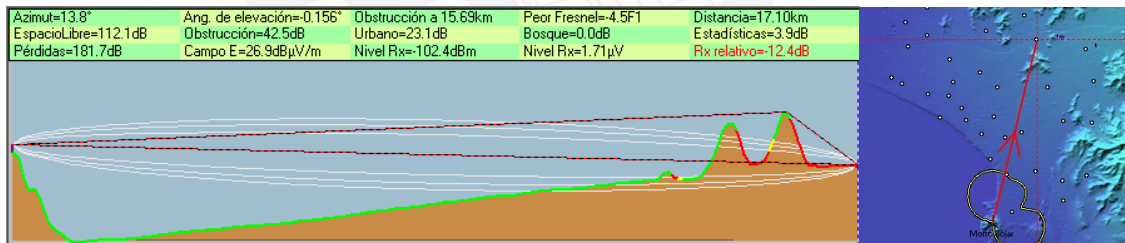


Figura 3.28 – Perfil de enlace para el punto 40

Fuente: Elaboración Propia

Con los resultados de la simulación en estos 6 puntos podemos afirmar que la estación ubicada en el Cerro Marcavilca en Chorrillos **necesitará de estaciones repetidoras** para poder distribuir su señal en todos los distritos de Lima Metropolitana. Aunque se configure a su máxima capacidad (1.8 kW), el transmisor Diamond no podrá penetrar dentro de distritos rodeados por cerros como La Molina y Villa María del Triunfo. Es por esta geografía accidentada de Lima que la señal se pierde y necesita ser repetida en algunos lugares poco accesibles pero no menos importantes que los demás en términos de demanda del servicio.

Con sólo la estación de Marcavilca, la cobertura del servicio no llega a las expectativas planteadas. La figura 3.29 detalla los alcances de la señal en Lima Metropolitana.

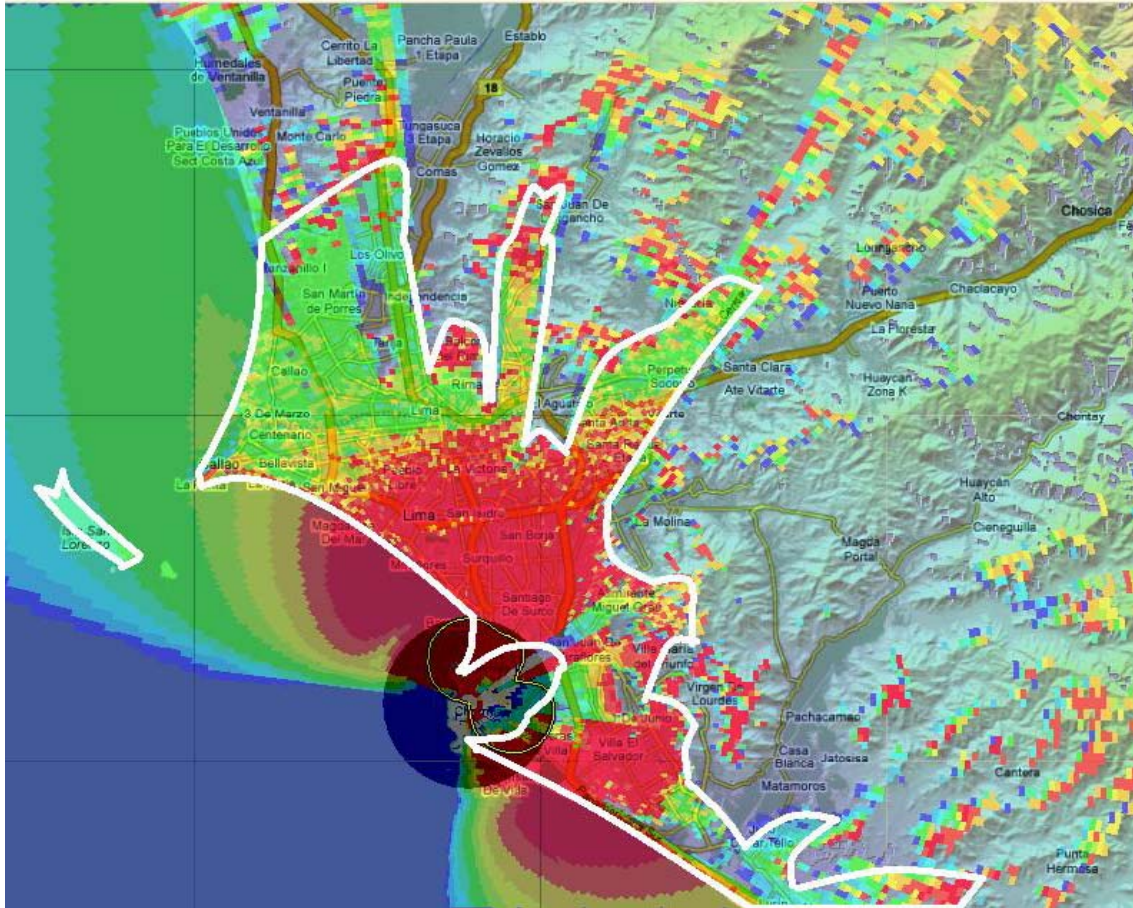


Figura 3.29 – Alcance de cobertura para Infraestructura Propuesta
Fuente: Elaboración Propia

Observamos como quedan varios distritos como Ventanilla, Comas, El Agustino, Lurigancho-Chosica, Chaclacayo, La Molina, Pachacámac, Cieneguilla; quedan sin servicio o con niveles de señal muy bajos. Entonces, por la cobertura de esta estación se puede constituir como la estación principal pero no como la única estación en la red. Las estaciones repetidoras se encargarán de terminar de cubrir el terreno no cubierto por ella.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, y tratando de aprovechar la altura de los cerros, podemos proponer posibles ubicaciones para las estaciones repetidoras de tal manera que se logre cubrir la mayor parte de Lima Metropolitana y poder ampliar la oferta del servicio.

Lo ideal es instalar la menor cantidad de repetidoras para no tener infraestructura de más y usar la que se dispone de manera que se aprovechen sus capacidades de la mejor manera. Tenemos que tener en cuenta también que no tendremos problemas de interferencia co-canal, si es que haya algún sitio en donde se podría dar, debido a que SBTVD, al igual que ISDB-T, es una tecnología SFN (Single Frequency Network). Así podremos usar el mismo canal (29 UHF) para transmitir en todas las estaciones.

Para cubrir las áreas de sombra de la Estación principal proponemos cuatro posibles estaciones repetidoras. Dichas estaciones están descritas en la siguiente tabla.

Tabla 3.12 – Características de las estaciones repetidoras propuestas

Fuente: Elaboración Propia

Estación	Norte	La Molina	Pedregal	Cieneguilla
Coordenadas	11°46'43.34"S	12°03'55.5"S	11°53'43.3"S	12°03'19.7"S
	77° 3'17.30"O	76°55'15.6"O	76°42'28.5"O	76°47'46.2"O
Tipo de patrón	Cardioide	Cardioide	Elipse	Elipse
Potencia	100 W	50 W	25W	50W
Azimut	155°	220°	150°	140°
Distritos a cubrir	Ancón, Santa Rosa, Ventanilla, Puente Piedra	El Agustino, La Molina	Chaclacayo, Chosica, Ate	Cieneguilla, Pachacámac

Con las estaciones propuestas se podrán cubrir, con niveles de señal aceptables, todos los distritos de Lima Metropolitana a excepción de los distritos del sur (Punta Hermosa, Punta Negra, San Bartolo, Santa María y Pucusana). Para estos distritos se deberá de efectuar un planeamiento adecuado, teniendo en cuenta un plan estratégico comercial para ese tipo de mercado fluctuante.

La cobertura de las posibles estaciones repetidoras se muestra en la figura 3.30.

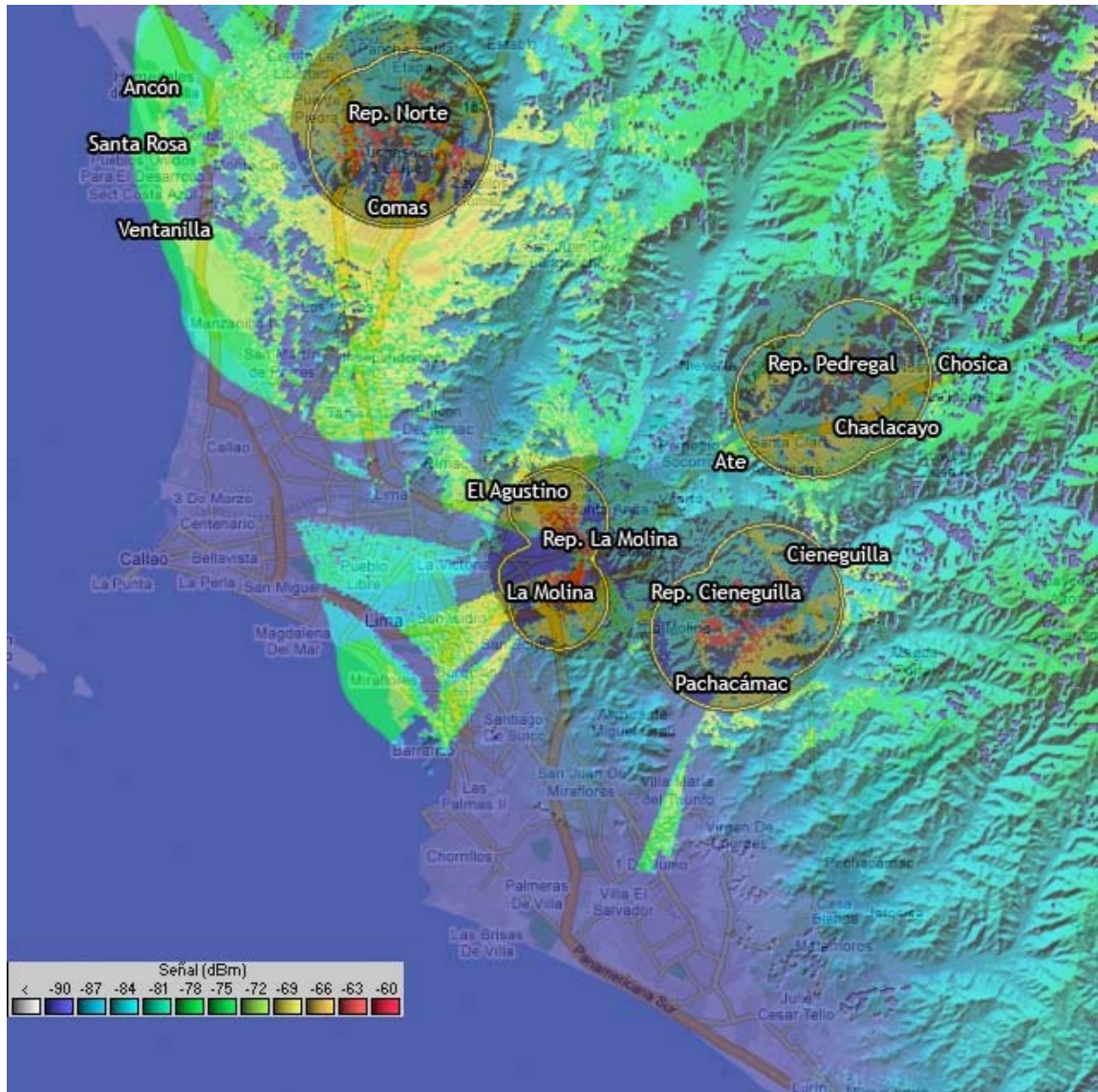


Figura 3.30 – Cobertura para posibles estaciones repetidoras

Fuente: Elaboración Propia

Es importante que los sistemas radiantes tengan el downtilt adecuado, dependiendo el caso.

Se deben de instalar enlace microondas similares con el enlace Estudio-Planta descrito en la sección 3.1 usando el sistema DARPLUS y las antenas HP6-130-C3A de Andrew. Así las estaciones estarán conectadas y podrán distribuir la misma señal. Los enlaces están descritos en la figura 3.31 y en la tabla 3.13.

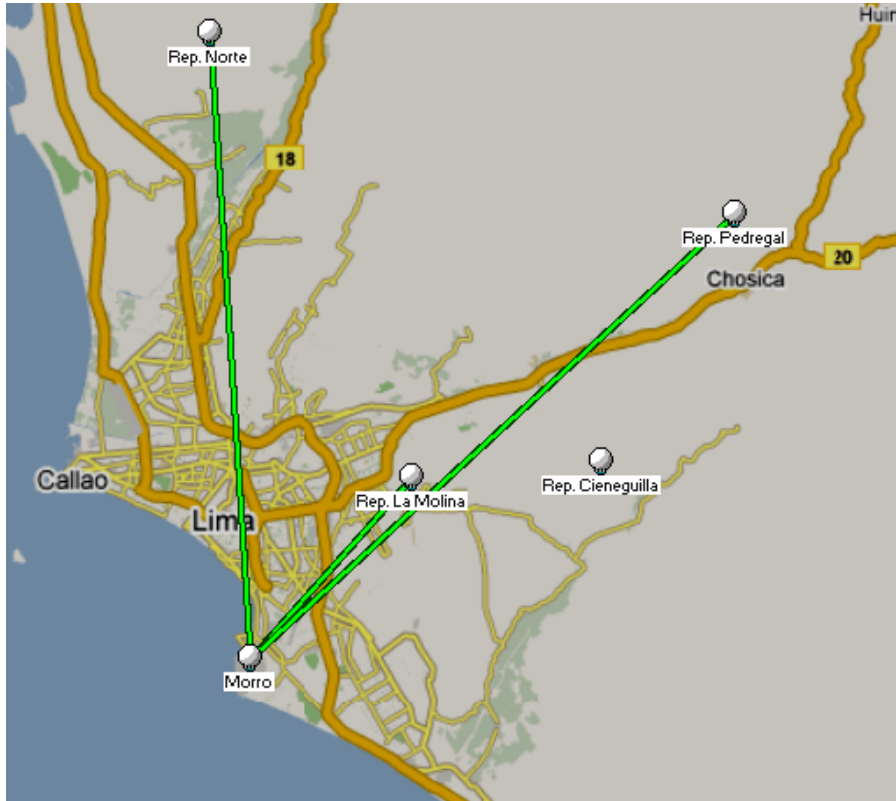


Figura 3.31 – Enlaces entre estación principal y estaciones repetidoras (RadioMobile)

Tabla 3.13 – Enlaces entre estación principal y estaciones repetidoras

Fuente: Elaboración Propia

Estación	Norte	La Molina	Pedregal
Distancia	44.96 km	17.9 km	47.25 km
Pérdidas	156.8 dB	149.8 dB	157.8 dB
Rx. Relativo	40.6 dB	47.6 dB	39.6 dB

La estación repetidora Cieneguilla se encuentra en un territorio muy agreste para establecer un enlace de microondas. Para su interconexión se usará un enlace satelital entre el estudio y la estación usando tecnologías VSAT. Ésta red satelital podrá servir también para interconectar a las demás repetidoras hacia el interior del país.

Para el caso de la zona de Chorrillos cercana al cerro Marcavilca (punto de recepción #20), se propone una solución basada en el concepto de micro-celdas aplicado a las redes de telefonía celular. La solución implica a instalación de micro-estaciones para las pequeñas zonas de sombra. En este caso, la obstrucción se da por el mismo cerro Marcavilca debido a que la estación transmisora está lejos del borde del cerro y no “ve”

hacia abajo. Además esto pasa porque el sistema radiante principal está configurado para la transmisión lejana (hacia el horizonte) y no para penetración inmediata.

Para una transmisión analógica no se presenta este problema, puesto que la señal llega, aunque ruidosa, a las zonas cercanas. No pasa lo mismo con una señal digital en donde el umbral de recepción, directamente relacionado con el umbral de energía entre un 0 y un 1, marca la diferencia radical entre recibir la señal de manera correcta y no recibir señal alguna.

La figura 3.32 explica la solución propuesta.



Figura 3.32 – Micro-estación para zona de sombra de Chorrillos

Fuente: Elaboración Propia

La pequeña estación estará conectada mediante un enlace de fibra óptica SMTPE 310M con el modulador DTVM-21A. Se recomienda un transmisor que trabaje entre 5 y 15 W y un pequeño sistema radiante constituido de 2 a 3 paneles. Es importante que estos paneles sean de polarización vertical para que la penetración se de de manera eficiente.

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DE MERCADO PARA SERVICIOS DE VALOR AGREGADO EN TDT

4.0 INTRODUCCIÓN

Arnanz afirma que la tecnología solo es relevante si viene de la mano con modelos de negocio coherentes que prueban su eficacia en los mercados reales [ARN2002]. Ya existen mercados para los servicios individuales que engloban la nueva arquitectura de la televisión digital, pero para determinar que tan viable es la propuesta integrada es necesario analizar los posibles mercados para el negocio. Este negocio dejará de estar financiado exclusivamente por los ingresos por publicidad y pasará a tener un porcentaje considerable de ingresos por servicios de valor agregado, basándonos en la plausible penetración de dichos servicios.

En éste capítulo se determinarán posibles segmentos de mercado a los que se les ofrecerán los servicios de valor agregado propuestos más adelante, basándonos tanto en estadísticas de mercados anteriores, como en una investigación de campo.

En primer lugar, se describirán las variables de segmentación, seguidas de los segmentos de mercado escogidos en función a ellas, además de tener en cuenta lo atractivos que pueden llegar a ser para el nuevo modelo de negocio. Así podremos determinar las necesidades a cubrir con los servicios ofrecidos.

Luego, analizaremos los mercados existentes relacionados con la nueva arquitectura de la Televisión Digital y, a raíz de ellos, podremos estimar la factibilidad de la penetración del servicio dentro de dichos mercados.

Describiremos también los servicios que se podrán brindar con la migración digital detallando a que segmento va dirigido cada uno y como se relacionan con la oferta actual de otros servicios.

4.1 SEGMENTO DE MERCADO

4.1.1 Descripción del Segmento

Para que un servicio sea rentable, tendrá que tener un público objetivo determinado. Para determinar este segmento se tiene que delimitar un grupo dentro de un universo (en éste caso Lima Metropolitana). Las variables que limitan a este grupo pueden ser geográficas, de ciclo de vida, demográficas, de estilos de vida, de nivel socioeconómico, etc. Es importante segmentar en primer lugar y luego proponer los servicios que cubran las necesidades de dicho segmento.

En nuestro caso segmentaremos por edades y nivel socioeconómico para determinar dos segmentos de mercado. Para ello, tendremos en cuenta los resultados de una encuesta¹¹ realizada a 86 personas de distintas edades y distintos distritos. El principal punto a analizar es determinar si los posibles canales de retorno, médula de la interactividad y los servicios de valor agregado, son explotados o no por los segmentos.

¹¹ Las preguntas de la encuesta se detallan en el Anexo 5.

4.1.1.1 Segmento de 15 a 24 años

Para el primer segmento elegiremos a las personas jóvenes para quienes la tecnología no es algo nuevo y es algo más bien cotidiano. De todas las personas que cumplen este requisito, nos interesa saber cuántos están involucrados con el uso frecuente de contenido en línea.

Un buen indicador es si cuentan con el servicio de internet en casa o no. Los resultados se muestran en la figura 4.1.



Figura 4.1 – Jóvenes encuestados con Internet en el hogar
Fuente: Elaboración Propia

Los resultados son bastante reveladores en cuanto a la penetración del servicio de internet en el mercado limeño. Esto propone la idea de que la presencia de jóvenes en el hogar es determinante para la decisión de adquirir el servicio de acceso a Internet. Pero hay que tener en cuenta que existen distintos tipos de acceso de banda ancha con distintos precios. Otro indicador, para saber la importancia de la presencia de este servicio en cada uno de los hogares es saber el precio que se paga por él.

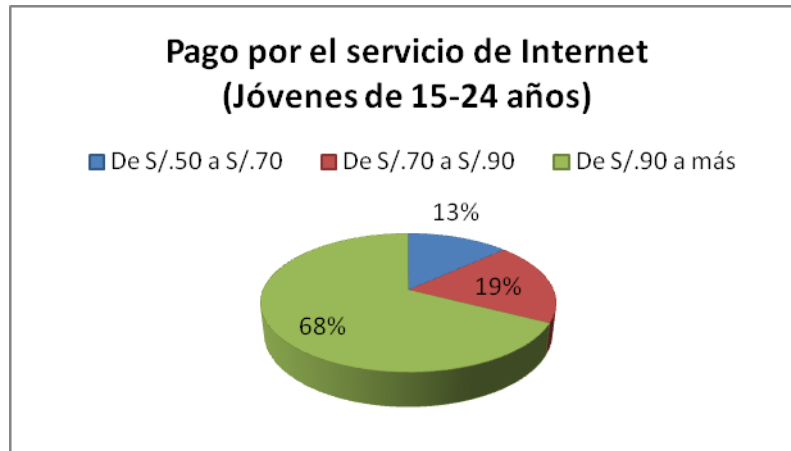


Figura 4.2 – Pago por el servicio de Internet
Fuente: Elaboración Propia

Observamos cómo el 68% de los jóvenes encuestados pagan S/. 90 o más por tener acceso de Internet en casa. Con esto entendemos que el Internet se convierte cada vez más en un servicio de primera necesidad y es más considerado en el presupuesto familiar.

Por otro lado, el mercado celular ha crecido mucho en los últimos años, como veremos más adelante. Los jóvenes representan un gran porcentaje de los usuarios de este servicio. Preguntamos a nuestros encuestados si cuentan con acceso a Internet en sus teléfonos móviles y éstas fueron sus respuestas.

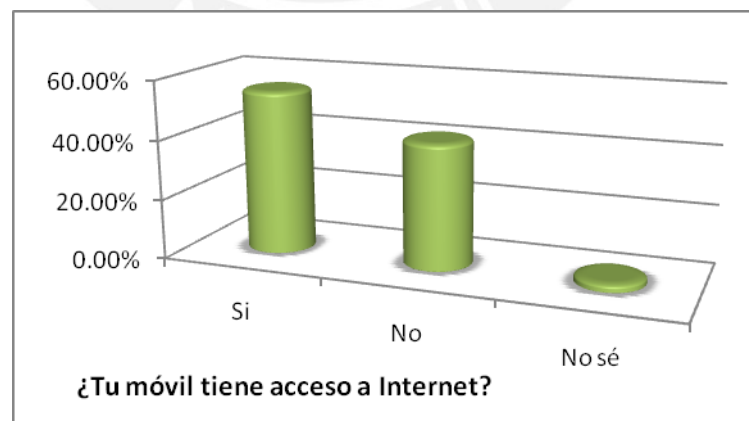


Figura 4.3 – Jóvenes encuestados con móviles con acceso a Internet
Fuente: Elaboración Propia

Aunque la mayoría cuenta con un equipo con capacidad de navegar por Internet, un 42.1% de los encuestados no lo hace. Lo más preocupante es que hay un pequeño porcentaje que ni siquiera sabe si puede usar Internet en su móvil o no.

Esto tiene que ser un tema a tomarse en cuenta para los planes de mercadeo que pueden aplicarse cuando se lance el servicio de DTV.

Es muy distinto tener el servicio a usarlo. La idea de la portabilidad de recepción móvil en Televisión Digital se desarrolla mejor cuando el usuario, además de disfrutar de los contenidos audiovisuales, participa en distintas plataformas de servicios. Para ello, se debe de usar la red celular como canal de retorno. Preguntamos a nuestros encuestados si usan con regularidad o no el acceso a internet desde sus móviles. El resultado se muestra en la siguiente figura.

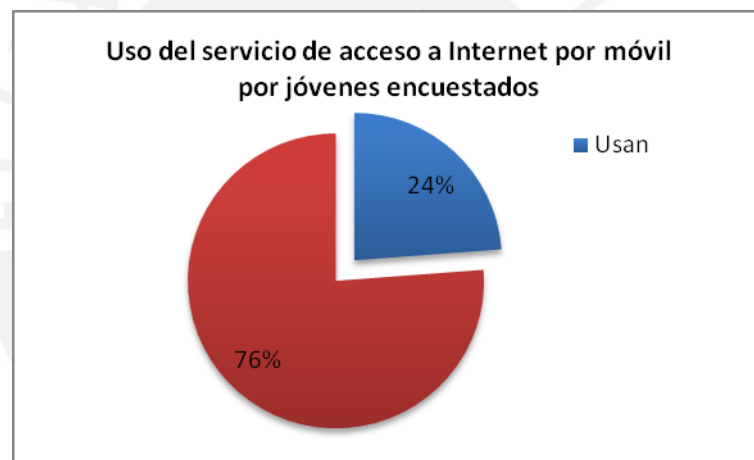


Figura 4.4 – Uso del servicio de acceso a Internet por móvil por jóvenes encuestados
Fuente: Elaboración Propia

Es bastante probable que los resultados mostrados se deban al despliegue actual de tecnologías de banda ancha móvil en la ciudad de Lima. Operadores como Claro y Movistar tienen ya desplegadas, aunque en fases iniciales, sus redes de Tercera Generación pero los precios no son los más adecuados para el mercado actual. Con tecnologías como HSUPA (High Speed Uplink Packet Access), las tarifas planas a servicios de acceso de banda ancha móvil serán más accesibles para los jóvenes. Con esta modalidad no habrá restricciones para el uso del canal de retorno y las aplicaciones diversas crecerán su demanda.

Para que los jóvenes se interesen en consumir aplicaciones desarrolladas para recepción móvil, hay que entender que es lo que consumen en contenidos audiovisuales y que intereses tienen. Existen distintos tipos de programas que atraen a distintos tipo de público. Los jóvenes encuestados nos dieron éstas respuestas.

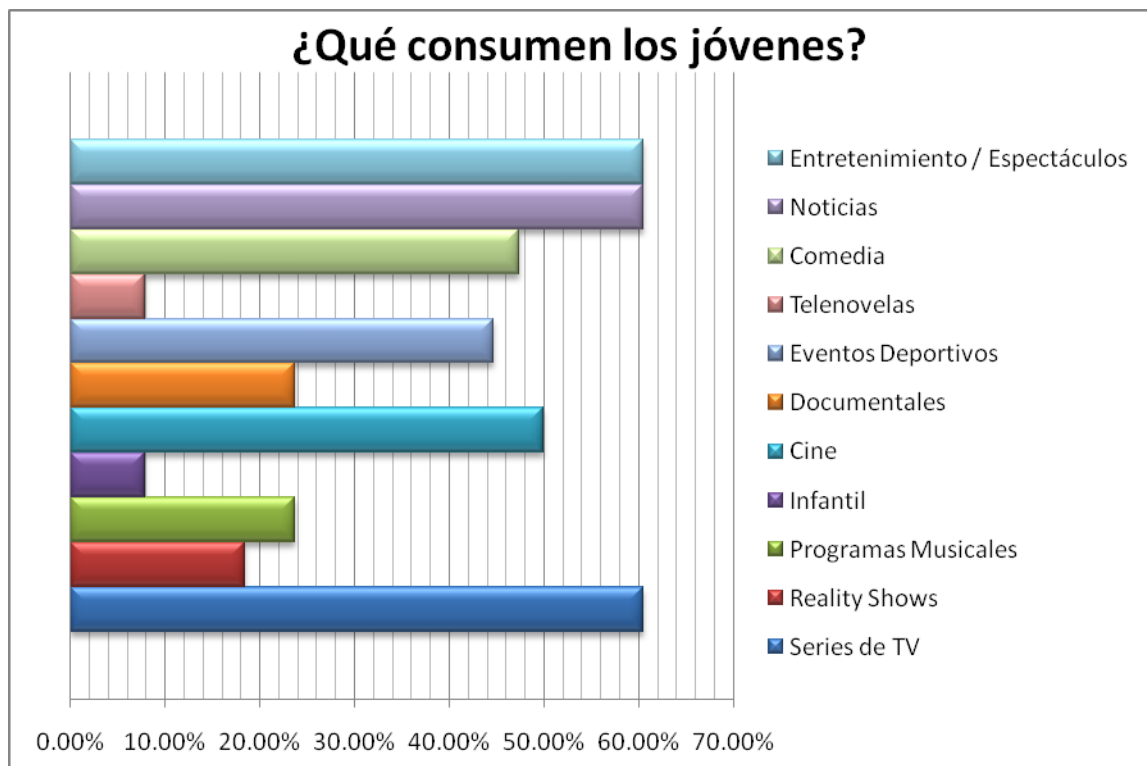


Figura 4.5 – Consumo audiovisual de encuestados jóvenes

Fuente: Elaboración Propia

Como observamos en la gráfica, la mayoría de atención es dirigida hacia el **Entretenimiento**, las **Noticias** y las **Series**; seguidos por la **Comedia**, los **Eventos Deportivos** y el **Cine**. Éstos deben ser los rubros en donde las posibles aplicaciones orientadas al programa deben desarrollarse.

4.1.1.2 Segmento 25-34 años

El segundo segmento está compuesto por personas adultas, de entre 25 y 34 años, que generalmente son cabezas de familia y toman las decisiones con respecto a los presupuestos del hogar.

Haciendo el mismo análisis que en el segmento anterior, tenemos el siguiente resultado.

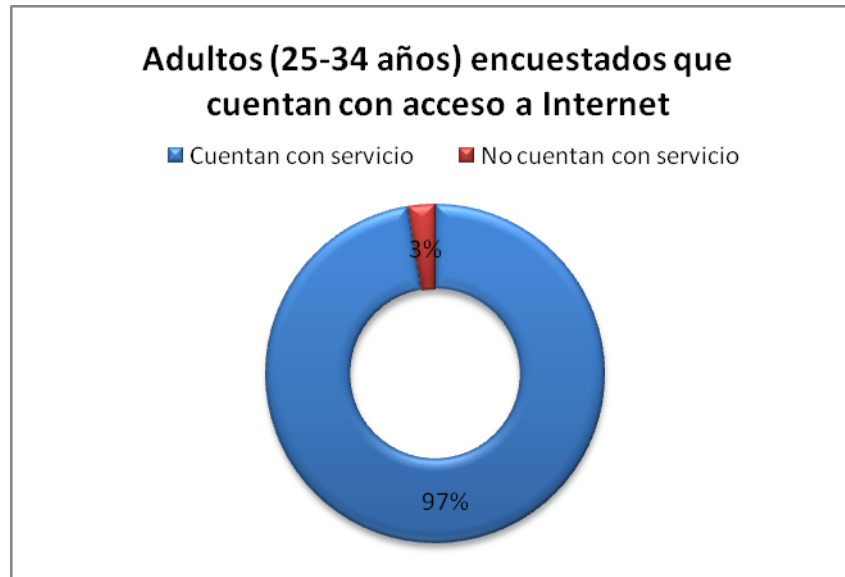


Figura 4.6 – Adultos encuestados con Internet en casa

Fuente: Elaboración Propia

Observamos cómo se presenta el mismo comportamiento que en la ocasión anterior. Se confirma entonces que el acceso a Internet se puede considerar como un servicio de primera necesidad.

El análisis tarifario del servicio de Internet en este segmento es más relevante puesto que la importancia que el servicio tenga para los encuestados se reflejará en el monto que paguen por él. La figura 4.6 muestra los resultados.

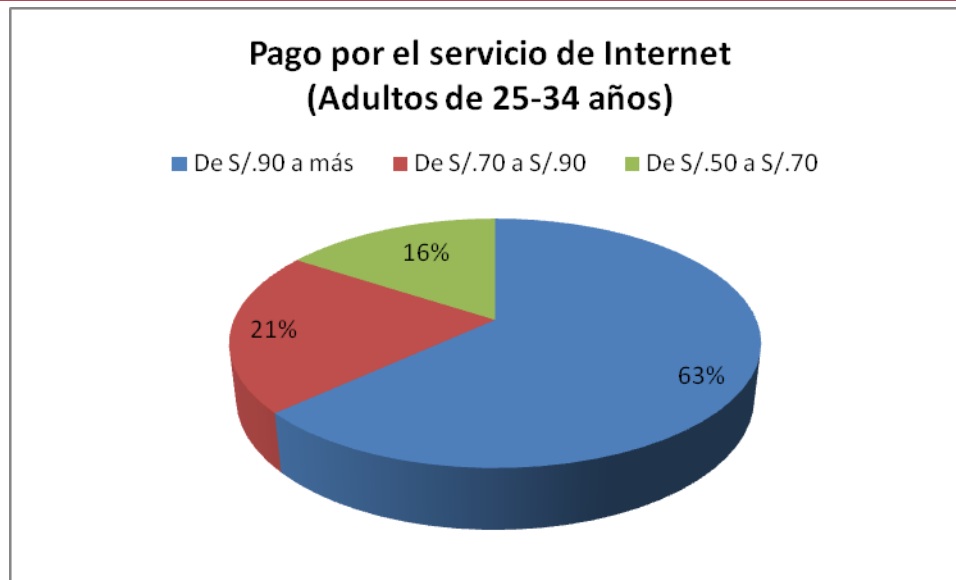


Figura 4.7 – Pago por el servicio de Internet por Adultos encuestados
Fuente: Elaboración Propia

Vemos como la gran mayoría (68%) paga más de S/.90 por el servicio de Internet. Teniendo en cuenta que este segmento representa a las cabezas de familia, podemos deducir que los miembros hogares serán consumidores de servicios relacionados con el Internet y estarán interesados en las bondades y aplicaciones interactivas que les ofrece la televisión digital.

Sin embargo, estos consumidores tienden a preferir la televisión por cable que la televisión de señal abierta (ver figura 4.7), pues sus contenidos son muchísimos más variados y de mayor calidad. Por lo tanto, si pudieran elegir entre programas de televisión por cable y programas de televisión abierta, erigirían sin duda el primero, pero no descartarían la posibilidad de acceder de alguna manera a las nuevas oportunidades y beneficios del segundo.

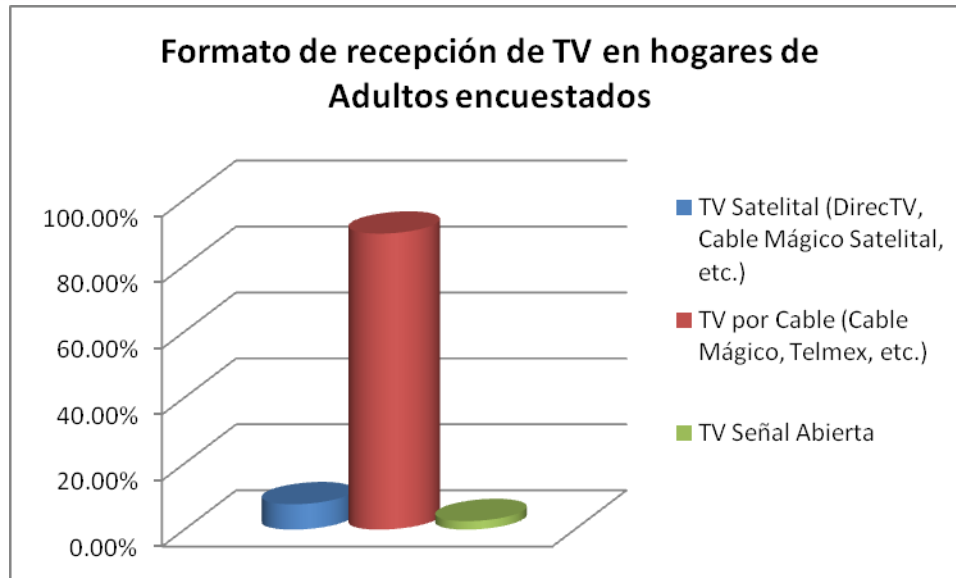


Figura 4.8 – Formato de recepción de TV en hogares de Adultos encuestados
Fuente: Elaboración Propia

Pero esta preferencia no supone un obstáculo para que los servicios de valor agregado de televisión digital penetren exitosamente estos hogares. Si se considera que el 68% paga más de 90 soles por internet, se puede asumir que tienen el suficiente poder adquisitivo para tener, como mínimo, 2 televisores en casa. De esta manera, pueden disfrutar de manera simultánea y sin problemas de incompatibilidad a la televisión por cable y a las innovadoras propuestas de la televisión digital abierta.

Esto los convierte en un segmento sustancial [KOT2008], es decir, un segmento de mercado lo bastante grande o rentable como para servirlo y ofrecer una propuesta de valor especial.

En cuanto a los intereses de este segmento, se puede deducir que los adultos limeños prefieren programas relacionados con las **Noticias**, los **Espectáculos** y los **Eventos Deportivos**; y en segundo lugar el **Cine**, los **Documentales** y la **Comedia**.

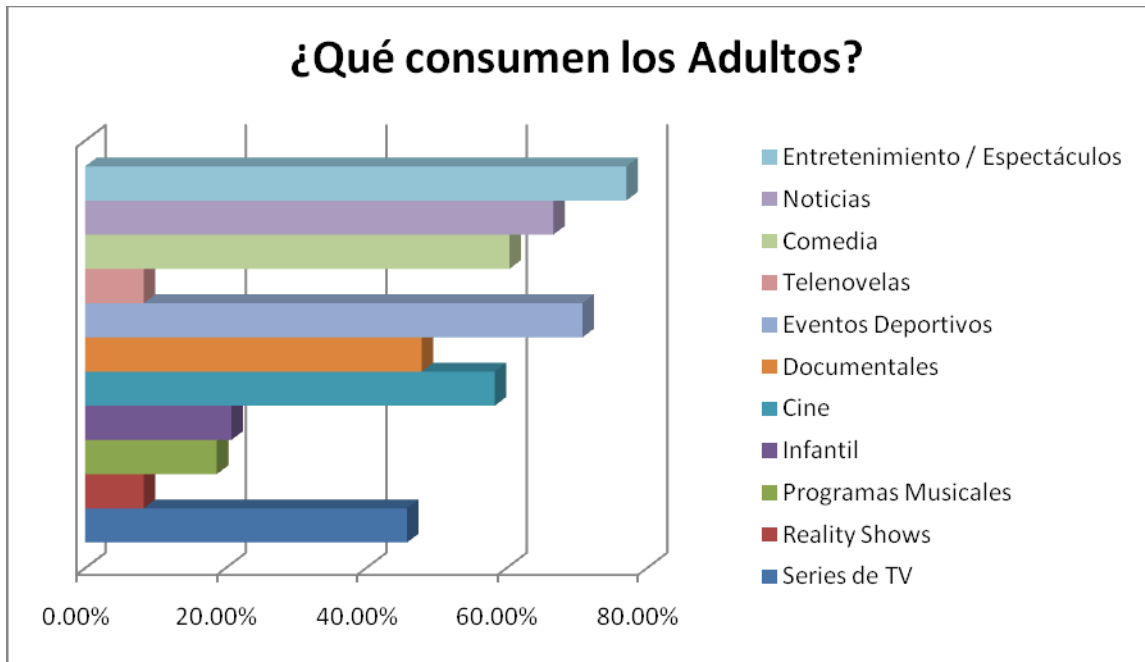


Figura 4.9 – Consumo audiovisual de encuestados adultos
Fuente: Elaboración Propia

4.1.2 Contexto Socio-Cultural y Tecnológico

Es necesario entender cómo los ámbitos sociales y tecnológicos definen las características del perfil del consumidor y sus necesidades. Además, hay que tener en cuenta que el desarrollo tecnológico es determinante para la evolución y desarrollo de los contextos socio-culturales de los segmentos a servir.

El Internet se ha convertido en una herramienta que utilizan los jóvenes para realizar casi cualquier tipo de actividad de su vida cotidiana. Desde el manejo de correos electrónicos para trámites universitarios, hasta el uso de Facebook para su desenvolvimiento social, los jóvenes han tenido al alcance esta tecnología casi desde su nacimiento y lo integran fácilmente con la cotidianidad. Son estos jóvenes los adoptadores tempranos¹² de esta tecnología. Cualquier tipo de desarrollo tecnológico tiene como público objetivo, en la mayoría de veces, al sector juvenil. Ellos se

¹² Los adoptadores tempranos son los consumidores que adquieren un producto en el momento que recién se está introduciendo al mercado. [KOT2008]

encuentran en una actualización continua para proveerse siempre de las últimas novedades tecnológicas.

Dentro de los jóvenes se encuentran los estudiantes y trabajadores primerizos, que por su cada vez más dinámico estilo de vida suelen ver televisión a partir de las 6 de la tarde. Pero a través de teléfonos celulares o dispositivos móviles capaces de recibir televisión digital será posible que puedan ver televisión en cualquier momento del día y en cualquier lugar.

En cuanto a los adultos, entre ellos los trabajadores y padres primerizos cabezas de familias, el uso del internet ha sido forzado por los nuevos requerimientos de los escenarios laborales y de la sociedad en general. En el caso de este segmento la introducción de nuevas tecnología en sus hogares está relacionada con el bienestar tanto personal, como el de su nueva familia y hogar, y el momento en que adquieren las nuevas tecnologías es cuando estas se encuentran en la etapa de madurez de su ciclo de vida¹³.

Hay que tener en cuenta que debido al ajetreado estilo de vida de este segmento, los momentos en que suelen ver televisión son principalmente los nocturnos, en su casa después de la jornada laboral. Las posibilidades de que tengan tiempo de ver televisión a través de un dispositivo móvil durante el día no son muchas; sino que es en un momento de descanso y de compartir con la Familia, en la comodidad de su hogar, se disponen a ver su programación favorita.

Dentro de 10 años, los jóvenes actuales son quienes se convertirán en los nuevos adultos, y su relación con las nuevas tecnologías será más fuerte, así como el conocimiento del manejo de las mismas será mucho más amplio de lo que es ahora.

4.1.3 Necesidades de los segmentos

Estos segmentos tienen prioridades totalmente distintas en la toma de decisiones que definen su estilo de vida. Mientras que los jóvenes piensan más en actividades

¹³ La etapa de madurez del ciclo de vida de un producto es cuando es adquirido por la mayoría de sus compradores potenciales. [KOT2008]

relacionadas con el entretenimiento y el ocio, los adultos toman más en cuenta la responsabilidad para con su hogar y familia, y las necesidades de desarrollarse personalmente.

Al segmento juvenil le interesan principalmente dos aspectos. Necesitan omnipresencia y la ubicuidad, es decir, estar conectados siempre y en donde sea. Las actualizaciones en tiempo real, así como el acceso a contenido exclusivo, son aspectos medulares de las plataformas más explotadas por los jóvenes, como Facebook o Twitter.

En el caso de los adultos, los intereses y necesidades son distintos. La búsqueda por contenidos es más bien estacionaria y desarrollada en el hogar. La alta definición y la cobertura de eventos especiales son necesidades fundamentales para este tipo de audiencia. Además, los contenidos informativos y educativos que generen ampliación de conocimientos, apoyando al desarrollo personal y profesional, son de gran interés para los pequeños empresarios o personas que empiecen su carrera laboral.

Son las necesidades de cada segmento lo que permitirá diseñar una oferta especial y adecuada para cada grupo de edad. Estas necesidades se transforman en deseos específicos, en forma de productos que las satisfagan. Por ejemplo, un adolescente tiene la necesidad de escuchar música en todo momento. En los ochentas deseaba un Walkman, ahora desea un iPod. Las necesidades de cada grupo de edad tienden a ser vigentes con el paso del tiempo. Lo único que cambia es la forma de satisfacer dichas necesidades, forma que está directamente relacionada con el desarrollo tecnológico.

*“(...) en muchos casos los clientes no saben lo que quieren o ni siquiera que es posible. Por ejemplo, hace 20 años, ¿a cuántos consumidores se les habría ocurrido pedir teléfonos celulares, PDAs, computadoras portátiles, cámaras digitales y de video, cuentas de corredería por Internet disponibles las 24 horas, o sistemas de posicionamiento global por satélite en sus automóviles? Tales situaciones requieren de un **marketing impulsador de clientes**: entender las necesidades de los clientes mejor que los propios clientes y crear productos y servicios que satisfagan las necesidades existentes hoy y latentes en el futuro.”*

[KOT2008, pág. 11]

Para el desarrollo de aplicaciones para TDT, hay que entender que es lo que necesita el usuario. De esta manera, para cada segmento descrito se tratará de cubrir distintas necesidades relacionadas con el consumo de televisión de acuerdo a su edad. El desarrollo de las aplicaciones se basará en lo que actualmente desean los consumidores y en una estimación de lo que desearán en el futuro en relación con sus intereses actuales.

4.2 MERCADOS EXISTENTES

Existen varios mercados actuales que de manera gradual pueden converger para constituir el mercado de los VAS de TDT.

4.2.1 Internet ADSL

La gran mayoría de los subscriptores al servicio de internet de banda ancha contratan la tecnología ADSL por su fácil instalación (de tener una línea telefónica ya contratada) y por su accesible precio (de acuerdo a la velocidad de acceso). La siguiente figura muestra la cantidad de subscriptores de ADSL a fines del año 2008.

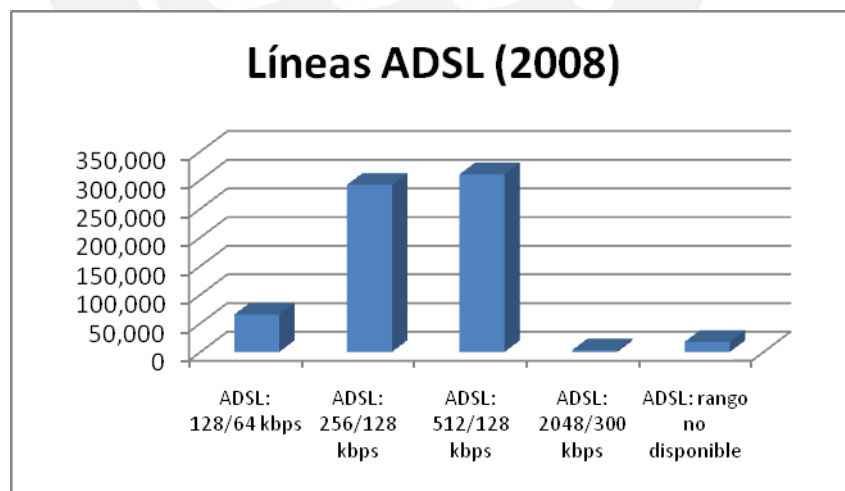


Figura 4.10 – Número de subscriptores a acceso a Internet por ADSL (fines del 2008)

Fuente: Elaboración propia basada en datos de OSIPTEL (<http://www.osiptel.gob.pe>)

Los accesos a mayores velocidades se ven un poco rezagados frente los de velocidades medias. Al ser esa la situación actual del mercado podemos analizar cómo

ha ido evolucionando con los años y poder así estimar su comportamiento en los próximos.

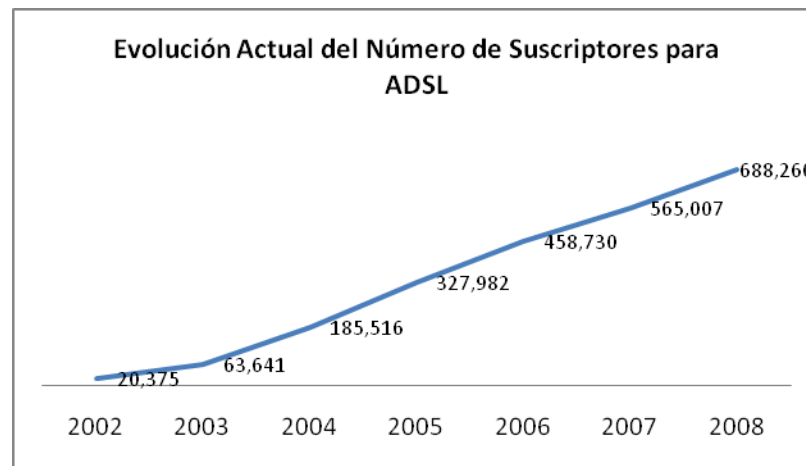


Figura 4.11 – Número de suscriptores a acceso a Internet por ADSL (fines del 2008)

Fuente: Elaboración propia basada en datos de OSIPTEL (<http://www.osiptel.gob.pe>)

Observamos un crecimiento lineal en el número de suscriptores desde el año 2003 y casi constante hacia el año 2008. Podemos estimar el mismo crecimiento para los próximos 5 u 8 años. De esa manera, para el año 2016 habrá al menos 1'700,000 usuarios del servicio ADSL. Todos posibles usuarios de los VAS para TDT.

4.2.2 Telefonía Móvil

El mercado de telefonía celular es uno de los más crecientes en general. La razón principal del crecimiento es la competencia entre los operadores y la baja de las tarifas consecuencia de ésta. Pero existen distintas modalidades de servicio y las líneas pre-pago son las que más han aumentado en los últimos años.

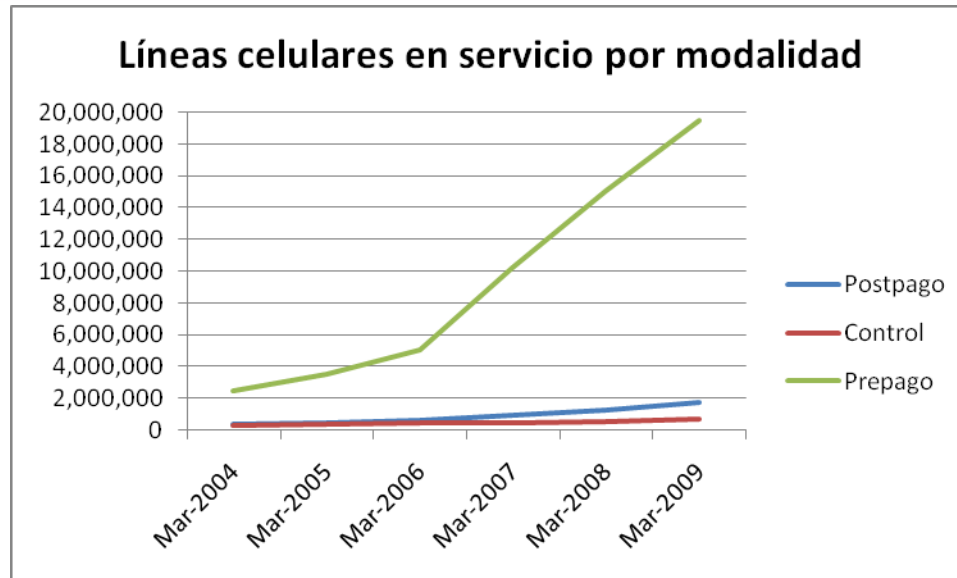


Figura 4.12 – Líneas celulares en servicio por modalidad

Fuente: Elaboración propia basada en datos de OSIPTEL (<http://www.osiptel.gob.pe>)

Por más de la tendencia de compra sea el comprar equipos prepago, al existir alrededor de 22 millones de usuarios, el mercado para televisión digital crece en un porcentaje sustancial. Además hay que tener en cuenta que las nuevas tecnologías de acceso móvil a desplegarse completamente en los próximos años, harán posible el servicio de Internet móvil ilimitado a tarifa plana más accesible económicamente al público.

4.3 OFERTA DE SERVICIOS

Además de la introducción de la alta definición para el audio y video, la principal novedad que introduce la TDT es la posibilidad de interactuar con el usuario. Esto es aprovechado para el desarrollo de aplicaciones, ya sean relacionadas o no con el contenido audiovisual. En esta sección se proponen distintas aplicaciones que aprovechen el canal de retorno, sea ADSL para recepción fija o red celular para teléfonos móviles, para distintos tipos de programas. Los distintos rubros de los contenidos audiovisuales tienen distinto tipo de audiencia, por lo que ello se tomó en cuenta para la propuesta de las aplicaciones.

4.3.1 Cine

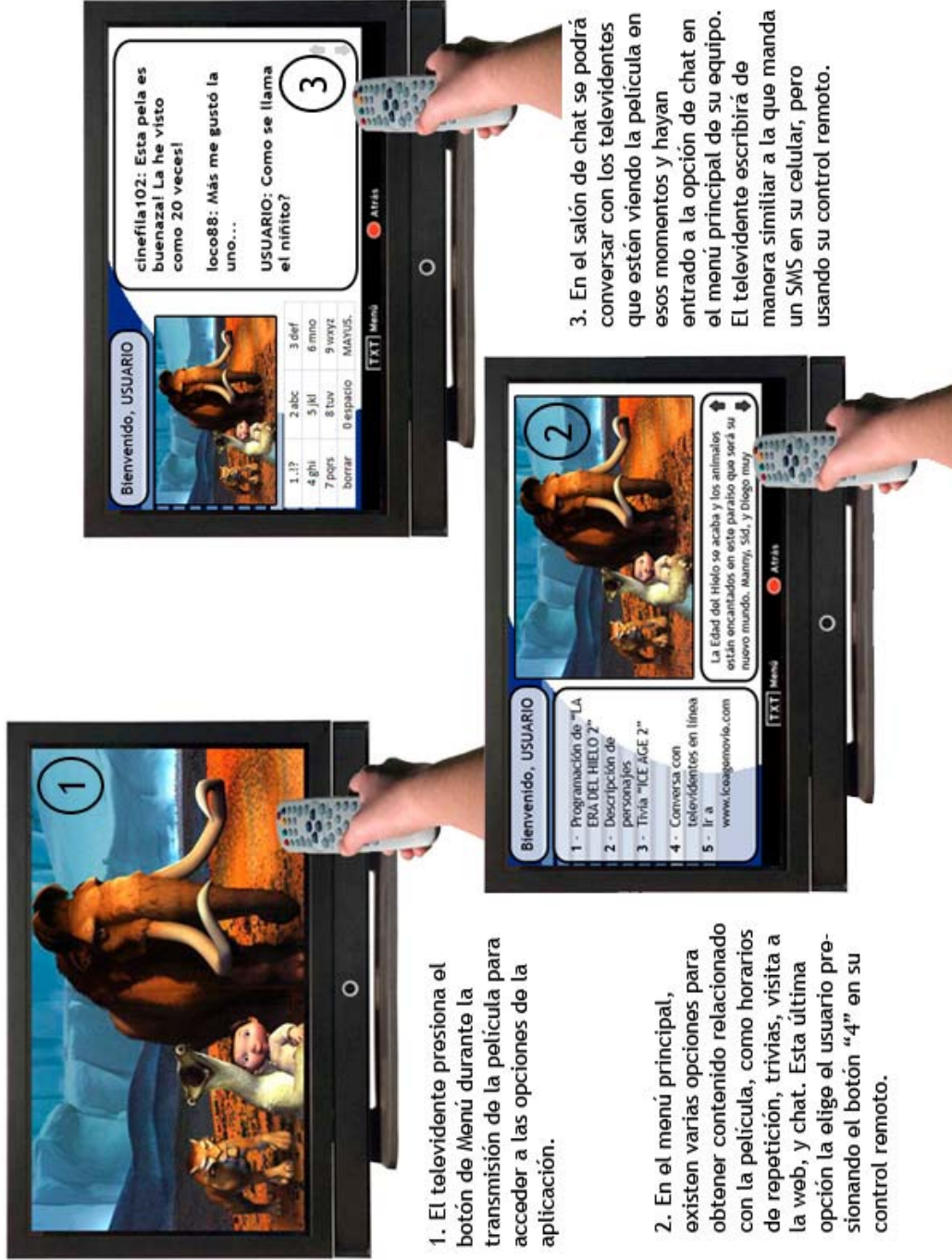
La industria del cine es una de las más consolidadas y tarifa montos millonarios. El cine en televisión no ha sido dejado de lado y cuenta con una audiencia importante en el segmento adulto. Una característica importante es que el contenido cinematográfico tiene vigencia, es decir, se puede transmitir más de una vez con alta probabilidad de mantener los mismos índices de audiencia. **[ARN2002]**

Teniendo en cuenta lo anterior, se propone una aplicación que desarrolle el mercadeo de los contenidos asociados y que aproveche el canal de retorno para establecer contacto con personas interesadas en el mismo rubro. La idea es presentar contenido extra que pueda llamar la atención del televidente y a la vez enviar publicidad relacionada con la película en transmisión, pues el interés en los contenidos demuestra el posible interés en comprar artículos relacionados al filme.

Además, se propone la integración de un salón de chat para que todos los televidentes que entren a esa opción puedan intercambiar comentarios o críticas acerca de la película.

Esta aplicación está dirigida hacia el segmento Adulto, pero es probable que tenga éxito también en los demás segmentos.

La figura 4.13 muestra cómo funcionaría la aplicación.



1. El televidente presiona el botón de Menú durante la transmisión de la película para acceder a las opciones de la aplicación.

2. En el menú principal, existen varias opciones para obtener contenido relacionado con la película, como horarios de repetición, trivias, visita a la web, y chat. Esta última opción la elige el usuario presionando el botón "4" en su control remoto.

3. En el salón de chat se podrá conversar con los televidentes que estén viendo la película en esos momentos y hayan entrado a la opción de chat en el menú principal de su equipo. El televidente escribirá de manera similar a la que manda un SMS en su celular, pero usando su control remoto.

Figura 4.13 – Propuesta de aplicación para el rubro de Cine

Fuente: Elaboración propia.

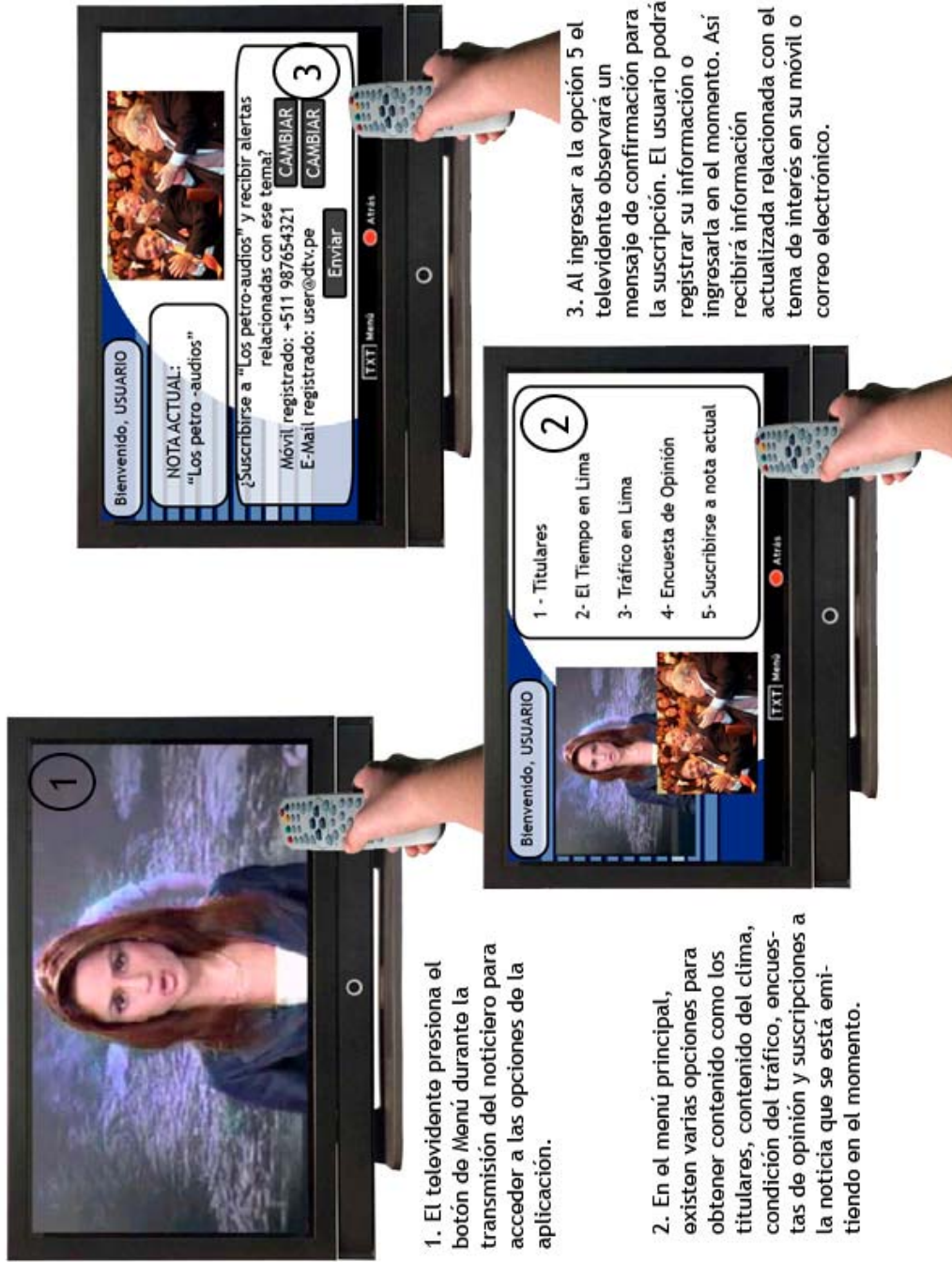
4.3.2 Noticias

Si hay algún lugar en donde la producción de los canales de televisión abierta se esmera, es el sector informativo **[ARN2002]**. Tanto los noticieros matutinos, en los nocturnos o en los programas periodísticos, son las fuentes principales para que las personas del segmento adulto se enteren de las últimas noticias. Además, se puede considerar un fenómeno sociológico el llegar después del trabajo y prender la televisión para ver las noticias y compartir con la familia.

Las aplicaciones a desarrollarse en este rubro son relacionadas con la suscripción a historias de interés y la programación de alertas a dispositivos móviles o correos electrónicos. Debido a que se suelen ver las noticias sólo muy temprano por la mañana o muy tarde por la noche, este tipo de suscripciones podrán enviar alertas de algún evento en especial en el preciso momento cuando suceda. Además, se podrán brindar información relacionada con el tráfico o el tiempo y generar también alertas al respecto.

Esta aplicación es dirigida al segmento adulto.

La figura 4.14 muestra cómo funciona la aplicación.



1. El televidente presiona el botón de Menú durante la transmisión del noticiero para acceder a las opciones de la aplicación.

2. En el menú principal, existen varias opciones para obtener contenido como los titulares, contenido del clima, condición del tráfico, encuestas de opinión y suscripciones a la noticia que se está emitiendo en el momento.

3. Al ingresar a la opción 5 el televidente observará un mensaje de confirmación para la suscripción. El usuario podrá registrar su información o ingresarla en el momento. Así recibirá información actualizada relacionada con el tema de interés en su móvil o correo electrónico.

Figura 4.14 – Propuesta de aplicación para el rubro de Noticieros

Fuente: Elaboración propia.

4.3.3 Deporte

Los eventos deportivos son unos de los pocos contenidos que pueden generar grandes audiencias en televisión abierta [ARN2002]. Los grandes partidos pueden alcanzar picos de audiencias capaces de arrasar con cualquier programa bien posicionado. Por esa razón, los derechos para transmitir dichos eventos pueden llegar a costar grandes cantidades de dinero.

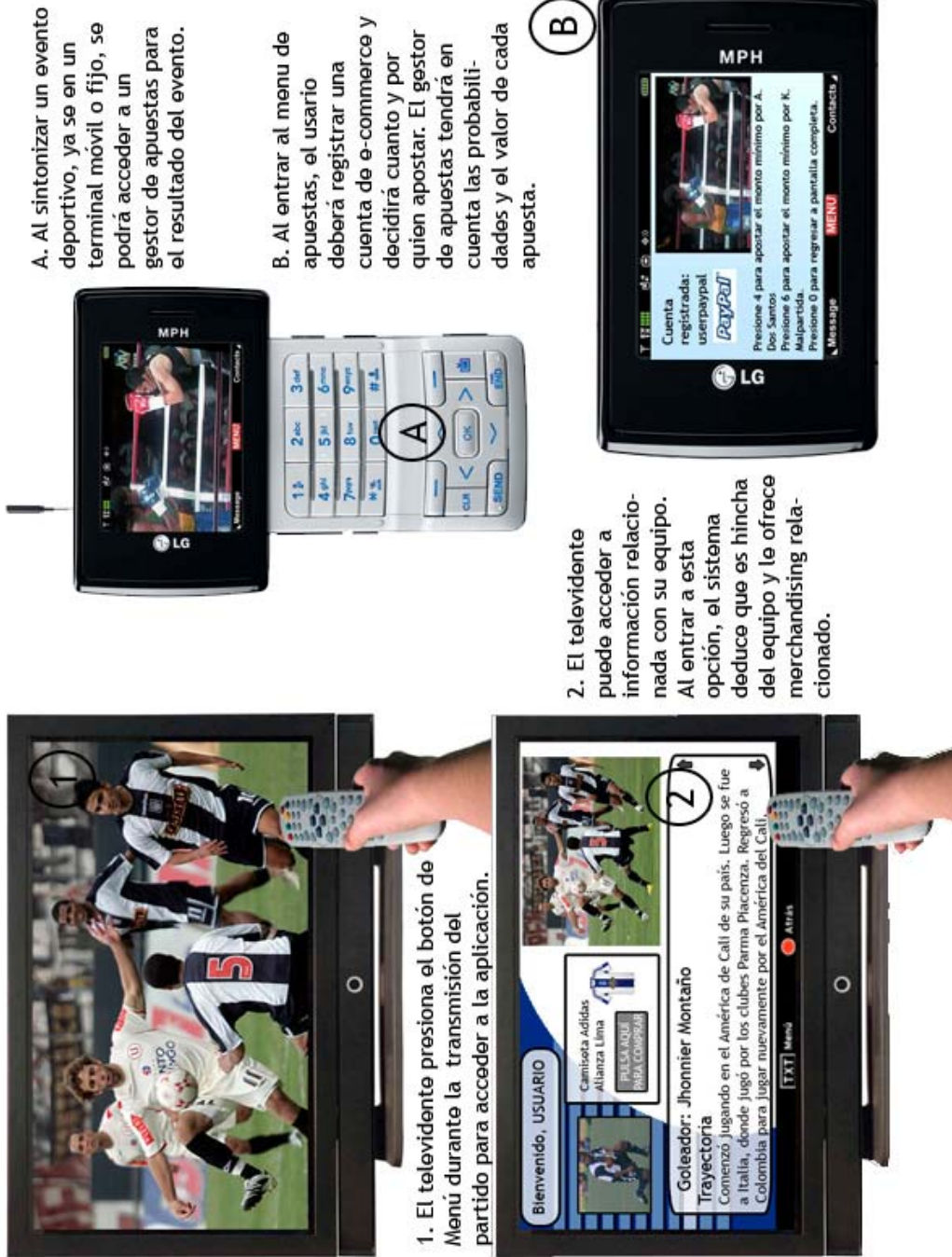
La idea es que dichos ingresos sean utilizados para incrementar aún más el carácter espectacular de los eventos que generen más audiencia y permitir así transmisiones exclusivas en alta definición sólo por el horario del partido o mayor cobertura con distintos contenidos en plataformas multicanal. La ventaja de estas transmisiones es que, aunque son éxitos en la audiencia, son bastante baratas de producir con relación a otros contenidos en general. Pero la mayor desventaja es que no tienen vigencia alguna y sólo son útiles para transmisiones en vivo.

La pasión por el deporte no solo se está enfocando en el fútbol, aunque será el deporte peruano por preferencia por muchos años más; sino que la prensa le está dando mucha más atención a otras disciplinas como el Box o el Vóley.

Hay que tener en cuenta que la naturaleza del deporte, que tiene que ver con la ignorancia de los resultados hasta que termina el evento, no ayuda mucho para la aplicación de lógicas previsivas televisivas, sino más bien sirve mucho para las apuestas y la promoción de contenido asociado hacia los hinchas.

La aplicación propuesta justamente trata de aprovechar esas características de los eventos deportivos y desarrolla un sistema de apuestas en donde el televidente podrá participar registrando una cuenta de algún gestor de comercio electrónico para poder manejar su dinero. El usuario podrá apostar por su equipo o deportista preferido, o comprar merchandising relacionado. Además, se presentará información relacionada a los protagonistas del encuentro.

La aplicación está dirigida a los segmentos jóvenes y adultos y podrá accederse desde terminales fijos y móviles.



A. Al sintonizar un evento deportivo, ya se en un terminal móvil o fijo, se podrá acceder a un gestor de apuestas para el resultado del evento.

B. Al entrar al menú de apuestas, el usuario deberá registrar una cuenta de e-commerce y decidirá cuanto y por quien apostar. El gestor de apuestas tendrá en cuenta las probabilidades y el valor de cada apuesta.

1. El televidente presiona el botón de Menú durante la transmisión del partido para acceder a la aplicación.

2. El televidente puede acceder a información relacionada con su equipo. Al entrar a esta opción, el sistema deduce que es hincha del equipo y le ofrece merchandising relacionado.

Figura 4.15 – Propuesta de aplicación para el rubro de Eventos Deportivos

Fuente: Elaboración propia.

4.3.4 Comedia, Entretenimiento y Espectáculos

Este macrogénero no tiene mucha sustancia temática y por ello es un comodín en las parrillas de los canales de Televisión [ARN2002]. Sólo interesan en el nuevo modelo de televisión digital si es que su formato es capaz de soportar el desarrollo interactivo y si pueden llegar a generar fidelidad en sus espectadores. Sólo así, el desarrollo de aplicaciones relacionadas a este rubro tendrá razón de ser.

El formato que proponemos tiene que ver con aplicaciones que den acceso de contenido especial exclusivamente a los televidentes de DTV. En especial, a los televidentes que usan receptores portátiles, en donde el contenido puede usar de maneras alternativas como ringtones, juegos o wallpapers.

En los Magazines se podrá explotar la posibilidad de incluir la opinión pública en temas controvertidos. Para ello, se pueden fomentar las encuestas hechas por televidentes.

Los Reality Shows pueden entrar en este macrogénero, y podrían desarrollarse aplicaciones con contenido extra relacionado a los participantes; además, el sistema de votación también podría realizarse mediante la plataforma de TDT.

Todas estas posibles aplicaciones están dirigidas a los adultos y jóvenes, pero las que se desarrollen para terminales móviles serán más aceptadas por el público juvenil.

Algunos ejemplos de las aplicaciones a desarrollarse en este macrogénero se muestran en la figura 4.16.



1. El televidente presiona el botón de Menú durante la transmisión del programa para acceder a la aplicación.

2. El televidente puede participar de encuestas que dictarán la pauta para el contenido del programa en vivo.

Los Televidentes en receptores móviles podrán acceder a contenido exclusivo relacionado con sus programas favoritos.

Figura 4.16 – Propuesta de aplicación para el rubro de Entretenimiento

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

CONCLUSIONES

- La transmisión de la Televisión en formato digital aliviará la saturación del Espectro Radioeléctrico. Al migrar todos los canales a la banda UHF, y al dejar de usar canales de guarda, se liberarán muchos canales. Estas bandas podrán subastarse para desarrollar más aplicaciones.
- La elección de la tecnología Japonés-Brasileña SBTVD constituye un crecimiento sustancial del mercado de televisión teniendo en cuenta que los 22'000,000 de usuarios de telefonía móvil son clientes potenciales para los servicios que podrían brindarse.
- Lo agreste de la geografía peruana hace que la instalación de estaciones repetidoras sea siempre necesaria. Los enlaces satelitales son casi siempre la mejor opción y pueden ser usados tanto en los repetidores cercanos a la estación principal como en los que estén ubicados en el interior del país.
- El desarrollo de aplicaciones para receptores móviles estará casi exclusivamente dirigido al sector juvenil puesto que ellos constituyen el mayor

porcentaje de los usuarios de teléfonos móviles. Por otro lado, las aplicaciones para recepción fija deberán estar desarrolladas basándose más en las necesidades del sector adulto teniendo en cuenta el estilo de vida que ese segmento tiene.

- En primera instancia, instancia que podría durar varios años, el consumo de Televisión Digital se hará de manera paralela con la televisión de paga. Debido al pobre desarrollo en la producción nacional de contenidos. Pasarán muchos años para que el televidente peruano prefiera los canales nacionales a los extranjeros.

RECOMENDACIONES

- Existirán varios canales que no tendrán presupuesto para el desarrollo de contenidos en alta definición. Para ellos sólo podrán acceder a transmisiones en definición estándar, desperdiçando la mayor parte de los 6MHz asignados. Es posible asignarles entonces sólo un segmento de un canal completo y compartirlo con otros productores de contenidos en una transmisión multicanal. De esa manera se estaría hablando de una asignación de segmentos y no una asignación de frecuencias. El PNAF (Plan Nacional de Asignación de Frecuencias) deberá en ese caso ser corregido y se tendrá que considerar un PNAS (Plan Nacional de Asignación de Segmentos).
- Si el formato digital amplía de manera sustancial el mercado de televisión, será importante que nunca se deje de lado la transmisión en LD (Low Definition). Debido a que la compra de un terminal de recepción móvil deberá ser retribuida al cliente con una transmisión constante de contenidos aunque sean sólo de índole audiovisual y no interactiva.
- El uso de micro-estaciones deberá tomarse con cautela. La instalación de transmisores y excitadores extra para sistemas radiantes tan pequeños es una gran inversión. El costo de este tipo de repetidoras puede llegar a ser bastante

alto, teniendo en cuenta la baja demanda en las pequeñas zonas de sombra a cubrir.

- La distribución y el mercadeo de los servicios de TDT deberán de canalizarse de la manera que se hace actualmente. La agrupación por paquetes (tríos, dúos, etc.) y los acuerdos entre empresas de distintos rubros (proveedores de internet y distribuidores de electrodomésticos, por ejemplo) serán de gran importancia en la primera etapa del servicio. El lanzamiento tendrá como principal desventaja la promoción masiva y el posible subsidio de equipos, pero con el tiempo y con una campaña de marketing relacionada con figuras de interés de los segmentos (Gianmarco y el grupo Líbido para los jóvenes, por ejemplo); los ingresos generados por los servicios de paga en TDT empezarán a significar un ingreso considerable en la nueva industria televisiva.

TRABAJOS FUTUROS

- Al igual que el estudio realizado en la presente Tesis para el mercado de Lima Metropolitana, sería oportuno realizar un estudio de mercado para las zonas rurales del Perú. El entender el estilo de vida de los pobladores del interior del país, generará el desarrollo de aplicaciones relacionadas con sus necesidades inmediatas. Una aplicación enfocada a la cotización nacional de productos agrícolas sería de gran utilidad para los pobladores agricultores del interior, por ejemplo. Este tipo de proyectos ayudará a acortar mucho más la brecha digital para las zonas rurales del Perú.
- Las aplicaciones propuestas en esta Tesis están respaldadas por el estudio de mercado pertinente. La presentación de las mismas puede no haber sido la mejor, pero el concepto de ellas ha sido bien explicado. El desarrollo e implementación de estas aplicaciones puede ser un proyecto bastante exitoso, teniendo en cuenta un posible estudio de patrones de usabilidad de las interfaces de usuario. Mientras más fácil sea utilizar la aplicación, más aceptación tendrá con el público.

- Las bondades de la TDT tendrán primero que satisfacer los intereses de los consumidores, pero en una segunda etapa tendrán que fomentar proyectos que cumplan con la meta planteada desde un inicio, acortar la brecha digital. Si bien es cierto que en esta Tesis no se han tomado en cuenta los contenidos audiovisuales Educativos y Formativos, es responsabilidad de los entes gubernamentales fomentar el desarrollo de aplicaciones relacionadas con la educación a distancia y el contenido formativo. Este tipo de aplicaciones tendrá que ir acompañado de contenido audiovisual pertinente y podría ser aplicado a la parrilla del canal estatal.

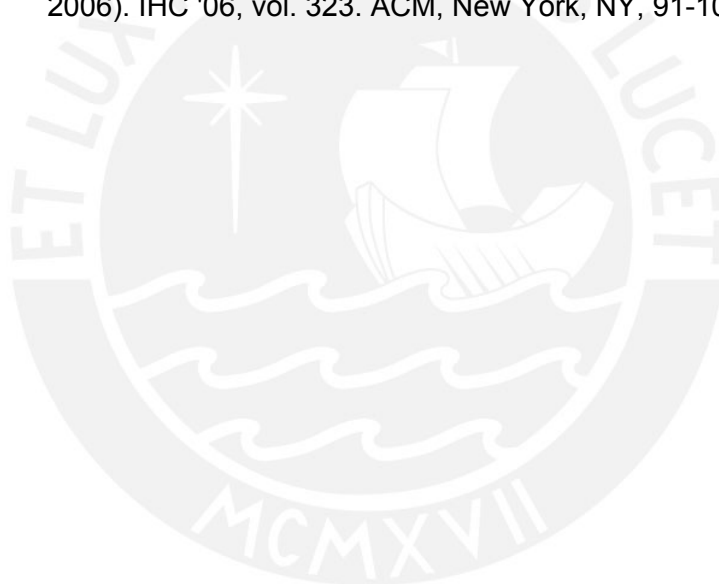


Bibliografía

- [MY03] Mayorga Montoya Marco. “Estudio sobre la Televisión Digital Terrenal para su introducción en el Perú”. PUCP, 2003.
- [RS05] Rios José Manuel M, Pataca Daniel M., Marques Marcos de C. “SBTVD - PANORAMA MUNDIAL DE MODELOS DE EXPLOTACIÓN E IMPLANTACIÓN. Proyecto Brasileño de Televisión Digital” Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações. FUNTTEL, 2005
- [PR06] Perales Benito Tomás. “Radio y televisión digitales: tecnología de los sistemas DAB, DVB, IBUC y ATSC” México, D.F. LIMUSA, 2006
- [CP08] Cipriano Pirgo Manuel Ángel. “Mirando el futuro de la televisión digital” En: Revista de derecho administrativo -- Año 3, no. 5 (Abr. 2008) p. 162-175
- [SN05] Song, B., Gui, L., Guan, Y., & Zhang, W. (2005, August). On Channel Estimation and Equalization in TDS-OFDM based Terrestrial HDTV Broadcasting System. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 51(3), 790-797. Retrieved November 18, 2008, from Academic Search Complete database.
- [SN06] Song Jian. “Technical Review of the Chinese Digital Terrestrial Television Broadcasting Standard (DTMB)” DTV Technology R&D Center Tsinghua University Diciembre 18, 2006
- [MTCGU] MTC. “Guía para el usuario de TV Digital” URL: http://www.mtc.gob.pe/portal/tdt/Documentos/TV_DIGITAL_EXPLICATIVO_usuario_Final_04112008.pdf Consultada: 18ENE09
- [DVB09] DVB-T URL: <http://www.dvb.org/> Consultada: OCT08 – ENE09
- [DI09] DiBEG URL: <http://dibeg.org/> Consultada: OCT08 – ENE09

- [ATSC09]** ATSC Forum
URL: <http://www.atsc.org/>
Consultada: OCT08 – ENE09
- [CN08]** Consejo Consultivo de Radio y Televisión CONCERTV
URL: <http://www.concertv.gob.pe/>
Consultada: OCT08 – ENE09
- [ML08]** Steve Mullen. (2008, October). CCD and CMOS. *Broadcast Engineering*, 50(10), 28,30-35. Retrieved April 22, 2009, from ProQuest Telecommunications database. (Document ID: 1586950261).
- [COM09]** Comisión Multisectorial encargada de recomendar al Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones el estándar de televisión digital terrestre a ser adoptado en el Perú (2009), “INFORME DE RECOMENDACIÓN DEL ESTÁNDAR DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE A SER ADOPTADO EN EL PERÚ”
URL: <http://www.mtc.gob.pe>
Consultada: ABR09
- [OLE2007]** Olenewa, J., Ciampa, M. (2007) “Guide to Wireless Communications” (2nd ed.). E.E.U.U.: Thomson
- [F15601]** Associação Brasileira de Normas Técnicas, (2007) “Brazilian Standard – ABNT NBR 15601: Digital Terrestrial Television – Transmission System” First Edition, Fórum SBTVD
- [AND09]** ANDREW CommScope (2009) HP6-130-C3A Product Specifications and RPE
ANEXO 1
URL: <http://www.commscope.com/andrew/eng/index.html>
Consultada: OCT08 – ENE09
- [DAR09]** Microwave Radio Communications, DAR PLUS System & SCM4000 Modem Overview (2009)
ANEXO 2
URL: <http://www.mrcglobalsolutions.com>
Consultada: OCT08 – ENE09
- [RYMSA03]** RYMSA, “Band IV/V Horizontal Pol. Panel Especially Suitable for square masts. Model AT15-250”, (2003)
ANEXO 3
- [ARN2002]** Arnanz, Carlos M. (2002) “Negocios de Televisión: transformaciones del valor en el modelo digital” Barcelona: Gedisa

- [KOT2008] Kotles, P., Armstrong, G. (2008) Fundamentos de Marketing (8va ed.). México: Pearson Prentice Hall
- [CES2008] Cesar, P. and Chorionopoulos, K. 2008. Interactivity and user participation in the television lifecycle: creating, sharing, and controlling content. In *Proceeding of the 1st international Conference on Designing interactive User Experiences For TV and Video* (Silicon Valley, California, USA, October 22 - 24, 2008). UXTV '08, vol. 291. ACM, New York, NY, 125-128.
- [SOU2006] Sousa, K., Mendonça, H., and Furtado, E. 2006. Applying a multi-criteria approach for the selection of usability patterns in the development of DTV applications. In *Proceedings of VII Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*(Natal, RN, Brazil, November 19 - 22, 2006). IHC '06, vol. 323. ACM, New York, NY, 91-100.



Anexos

Anexo1: ANDREW CommScope (2009) HP6-130-C3A Product Specifications and RPE.

Características de las antenas usadas para los enlaces microondas de la simulación. Se presenta también el Radiation Pattern Envelope, utilizado para generar el patrón de radiación para las simulaciones.

Anexo2: Microwave Radio Communications, DAR PLUS System & SCM4000 Modem Overview.

Especificaciones técnicas del sistema digital de transmisión y recepción de enlaces de microondas. Se presentan también las características del modem utilizado para el enlace.

Anexo3: RYMSA, “Band IV/V Horizontal Pol. Panel Especially Suitable for square masts. Model AT15-250”.

Especificaciones técnicas de los paneles utilizados para diseñar el sistema radiante para Radiodifusión.

Anexo4: Especificaciones de SET TOP BOX para Brazil de Chi Tat Group.

Especificaciones del receptor de Televisión Digital Fija vendido por EcPlaza (http://www.ecplaza.net/tradeleads/seller/5263549/set_top_box_for_brazil.html / DIC08).

Anexo5: Encuesta realizada a jóvenes y adultos de Lima Metropolitana.

Encuesta realizada a jóvenes y adultos de Lima Metropolitana, cuyos resultados se usaron para desarrollar el Capítulo 4 de la presente Tesis.